

ISSN 2181-7200

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ТАЪЛИМ, ФАН ВА ИННОВАЦИЯЛАР ВАЗИРЛИГИ

ФАРҒОНА ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

И Л М И Й – Т Е Х Н И К А Ж У Р Н А Л И



2026. СПЕЦ. ВЫПУСК № 6

**НАУЧНО–ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ ФГТУ**

**SCIENTIFIC – TECHNICAL
JOURNAL of FSTU**

ФАРҒОНА – 2026

ИЛМИЙ-ТЕХНИКА ЖУРНАЛИ ТАХРИРИЯТИ

1997 йилдан буён нашр этилади.
Йилига 6 марта чоп қилинади.

ЎзР Олий аттестация комиссияси
Раёсатининг 2013 йил 30 декабрдаги
№201/3 қарори билан журнал ОАК нинг
илмий нашрлари рўйхатига киритилган

Бош муҳаррир

Р.Р. ТОЖИЕВ

Тахрир хайъати:

Физика-математика фанлари:

- | | |
|---|--------------------------------|
| 1. Вайткус Ю.Ю., академик, ф.-м.ф.д., проф. | – Вильнюс, Литва ДУ |
| 2. Тарасенко С.А., ф.-м.ф.д., проф. | – С.-Пб. ФТИ, РФА |
| 3. Мўминов Р.А., академик, ф.-м.ф.д., проф. | – Ўз ФА ФТИ |
| 4. Сиддиқов Б.М., Prof. of Mathem. | – Ferris State University, USA |
| 5. Нуриддинов И., ф.-м.ф.д., проф. | – Ўз ФА ЯФИ |
| 6. Юлдашев Н.Х., ф.-м.ф.д., проф. | – ФДТУ |

Механика:

- | | |
|--|------------------------------------|
| 1. Алиматов Б.А., т.ф.д., проф. | – ФДТУ |
| 2. Сиваченко Л.А., академик, т.ф.д., проф. | – Бел.-Рос. Университет, Белорусия |
| 3. Тожиёв Р.Ж., т.ф.д., проф. | – ФДТУ |
| 4. Тўхтақўзиёв А., т.ф.д., проф. | – Ўз ФА МЭИ |
| 5. Файзиматов Ш.Н., т.ф.д., проф. | – ФДТУ |
| 6. Валиёв Г.Н., т.ф.д., проф. | – ФДТУ |

Қурилиш:

- | | |
|----------------------------------|-----------------------------|
| 1. Аббасов Ё.С., т.ф.д., проф. | – ФДТУ |
| 2. Ақромов Х.А., т.ф.д., проф. | – Тош АҚИ |
| 3. Оди́лжаёв А.Э., т.ф.д., проф. | – Тош ТЙТМИ |
| 4. Раззаков С.Ж., т.ф.д., проф. | – НамМҚИ |
| 5. Шинкова Н.Б. т.ф.д.проф. | – Москва Арх. Инст., Россия |

Энергетика, электротехника

- | | |
|-------------------------------------|-----------------|
| 1. Арипов Н.М., т.ф.д., проф. | – Тошкент ТЙТМИ |
| 2. Хайриддинов Б.Э., т.ф.д., проф. | – Қарши ДУ |
| 3. Касымаҳунова А.М., т.ф.д., проф. | – ФДТУ |
| 4. Эргашёв С.Ф., т.ф.д., проф. | – ФДТУ |

Кимёвий технология ва экология

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| 1. Салиханова Д.С., т.ф.д. проф. | – Ўз ФА УНКИ |
| 2. Ибрагимов А.А., к.ф.д., проф. | – ФДУ |
| 3. Ибрагимов О.О., к.х.ф.д. проф. | – ФДТУ |
| 4. Омонов Т.С., ф.-м.ф.д., проф. | – Альберта Универ, Канада |
| 5. Хамдамова Ш.Ш., т.ф.д. | – ФДТУ |
| 6. Хамроқулов З.А., т.ф.д. | – ФДТУ |

Электрон қурилмалар ва ахборот технологиялари:

- | | |
|-----------------------------------|--------|
| 1. Расулов А.М., ф.-м.ф.д., проф. | – ФДТУ |
| 2. Акбаров Д.Е., ф.-м.ф.д., проф. | – ҚДУ |
| 3. Нишонов А.Х., т.ф.д., проф. | – ТАТУ |

Ижтимоий-иқтисодий фанлар

- | | |
|------------------------------------|------------------------|
| 1. Ертаёв К.Е., и.ф.д. проф. | – Тараз ДУ, Қозоғистон |
| 2. Иқромов М.А., и.ф.д., проф. | – Тош ИУ |
| 3. Искандарова Ш.М., ф.ф.д., проф. | – ФДУ |
| 4. Исманов И.Н., и.ф.д., проф. | – ФДТУ |
| 5. Жаҳонгиров И.Ж., и.ф.д. | – ФДТУ |

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издаётся с 1997 года.
Выходит 6 раз в год.

Постановлением Президиума Высшей
аттестационной комиссии РУз №201/3
от 30 декабря 2013 г. журнал включен в
список научных изданий ВАК.

Главный редактор

Р.Р. ТОЖИЕВ

Редакционная коллегия:

Ё.С. Аббасов, Б.А. Алиматов, Х.А. Ақромов, Н.М. Арипов, Д.Е. Акбаров, Ю.Ю. Вайткус, Г.Н. Валиёв, К.Е. Ертаёв, И.Ж. Жаҳонгиров, А.А. Ибрагимов, О.О. Ибрагимов, М.А. Иқрамов, Ш.М. Искандарова, И.Н. Исманов, А.М. Касымаҳунова, Р.А. Муминов, И. Нуриддинов, А.Х. Нишонов, А.Э. Оди́лжаёв, Т.С. Омонов, А.М. Расулов, С.Ж. Раззаков, Б. Сиддиқов, Л.А. Сиваченко, Д.С. Салиханова, С.А. Тарасенко, Р.Ж. Тожиёв, А.А. Тухтақўзиёв, Ш.Н. Файзиматов, Б.Э. Хайриддинов, Ш.Ш. Хамдамова, З.А. Хамроқулов, Н.Б. Шинкова, С.Ф. Эргашёв, Н.Х. Юлдашев (ответственный редактор)

SCIENTIFIC – TECHNICAL JOURNAL

It has been published since 1997.
It is issued 6 times a year.

By Resolution №. 201/3 of the Presidium of the Higher
Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan dated
December 30, 2013, the journal was included in the list of
scientific publications of the HAC.

Editor-in-chief

R.R. TOJIEV

Editorial board members:

Yo.S. Abbasov, B.A. Alimatov, X.A. Akromov, N.M. Aripov, D.Ye. Akbarov, Yu.Yu. Vaitkus, G.N. Valiev, K.E. Ertaev, I.J. Jaxongirov, A.A. Ibragimov, O.O. Ibragimov, M.A. Ikramov, Sh.M. Iskandarova, I.N. Ismanov, A.M. Kasimahunova, R.A. Muminov, I. Nuritdinov, A.X. Nishonov, A.O. Odilxajev, T.S. Omonov, A.M. Rasulov, S.J. Razzakov, B. Siddikov, L.A. Sivachenko, D.S. Salikhanova, S.A. Tarasenko, R.J. Tojiev, A.A. Tuxtakuziev, Sh.N. Fayzimatov, B.E. Hayriddinov, Sh.Sh. Xamdamova, Z.A. Xamroqulov, N.B. Shinkova, S.F. Ergashev, N.Kh. Yuldashev (Executive Editor)

ФУНДАМЕНТАЛ ФАНЛАР

Yulchiyev I.I., Tursunaliyeva G.X. Magnit maydondagi eksiton-polyaritonlar: CdS kristallarida magneto-fazoviy dispersiya va o'tkazish spektrlari	12
Mirzayev V.T., Abdunabiyev Ya.O. CdS/CdTe geteroqatlamli quyosh elementlarida fotogeneratsiya profilining fazoviy taqsimoti va hajmiy rekombinatsiya jarayonlarini o'rganish	18

МЕХАНИКА

Tojiyev R.J., Xursanov B.J. Granullangan azot - fosforli o'g'it ishlab chiqarish jarayonida material oqimini barqarorlashtirish	21
Axunbayev A.A. Superfosfatni barabanli apparatda quritishda harorat rejimini optimallashtirish	26
Мирзаев М.А. Виброакустик эмиссия усули орқали кесиш маъромларини маъқул вариантини аниқлаш	30
Tilavaldiev B.T. Mavjud quyosh elrkr stansiyalarining tahlili	34
Dadajonov B., Abdubannopov A. Avtomobil shinalar bosimini nazorat qilish va kuzatish tizimlari	38
Axunbayev A.A., Isomidinov A.S. Superfosfatni quritish jarayoni uchun ratsional texnologik rejimlarni matematik model asosida tanlash	43
Абдуллаева Ф., Мелибоев М.Ф., Ражабова Н. Такомиллаштирилган комбинацион вакуум-сублимацион куритиш жараёнининг кинетик параметрларини визуал таҳлил қилиш	47
Хожиев Б.Р., Каримова Г. Ерёнғоқ ҳосилини йиғиштириш машинаси сидиргичининг параметрларини асослаш	52
Djamolov R.K., Akromov M., Jalilova G.X., Abidova A.R. Qoziq-parrakli barabanli RNS regeneratsionining nazariy va tajribaviy tahlili	58
Abduraximov A.A., Mamadaliyev D. Farg'ona viloyatining yo'l infratuzilmasi	61
Abdujabbarov O.A. Qishloq xo'jaligi yerlarida ildizpoyali begona o'tlarni maydalash va chiqarib tashlash texnologiyasining samaradorligini oshirish usullari	64
Xaydarov X.B. Ventilyator parragi ishchi yuzasi sifatining ish unumdorligiga ta'siri	68
Turaev T., Madaminov B.M. Yuk tashuvchi mashinalar detallari tayanch yuzalarida muntazam vintsimon relyef hosil qilish uchun shisha sharikli nakatlash asbobini ishlab chiqish va tadqiq etish	74
Turdiyev M., Malaboyeva X. 1022-M OZLM rusumli tikuv mashinasining igna mexanizmi ...	77

ҚУРИЛИШ

Raxmanov B.K. Qurilishda slinglarni ko'tarish uchun sintetik iplarning mexanik xususiyatlari ..	81
Usmonova N.A., Maxmudova M.A. Yong'inga qarshi suv ta'minoti tizimlarida suv sarfini hisoblash	87
Rayimov B.D., Qayumov O.A. Karbonatlarning kimyoviy tarkibining sement klinkerini «HO'L» usulda ishlab chiqarish texnologik rejimiga ta'sirini baholash ("Quvasoysement" AJ korxonasi misolida)	91
Axmedov B.M., Yo'ldoshaliyev A.S. Qurilish va montaj ishlarida geodezik tayyorgarlik jarayonida texnologik o'qlarni tanlash, ularni joyda mahkamlash hamda nazorat qilishning ilmiy-uslubiy asoslarini takomillashtirish	95
Abdulxayev Z.E., Abdumalikov R.R. Bosimli suv minoralari an'naviy va zamonaviy tizimlarni solishtirish	99

ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Avezova N.R., Mazanik A.V., Zorina T.G., Matchanov N.A., Abdukarimov B.A., Muminov Sh.A., Shermatova M.B., Ergashev B.A. O'zbekistonda issiqlik nasosi tizimlari uchun milliy standartni ishlab chiqish. 1-qism. Milliy standartni ishlab chiqishning normativ-tahliliy asoslari	106
--	-----

Yusupova F.T., Ne'matjonov J.S. Zamonaviy mikrokontroller plc 160 220 p m orqali suyuqlik sathini o'lchash tizimini CODESYS 2.3 dasturida avtomatlashtirish	115
Shirinov S.G., Olimov J.S. Moslashuvchan boshqaruv tizimiga asoslangan sharli tegirmonning eneregiya samaradorligini oshirish	119
Ахунов Қ.Х., Хомидов А.Қ. Тузсизлантирилган сув олиш усуллари	124
Sayitov Sh.S., Shaymanov D.H. Quyosh fotoelektrik stansiyalarini o'rnatish va sozlashning ilmiy-asosiy jihatlari	129

ЭЛЕКТРОН ҚУРИЛМАЛАР ВА АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Asqaraliyev O.U., Ro'zaliyev R.S. Heterogen, maxfiylik bilan cheklangan va aloqa resurslari cheklangan sharoitlarda avtomatlashtirilgan klinik monitoring uchun real vaqtli multimodal shaxsiylashtirilgan federatsiyalashgan o'qitish	133
--	-----

КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЭКОЛОГИЯ

Tursunmuratov O.X., Murodova D.Ch., O'rinoва A.E., Bekchanov D.J. Vermikulit xomashyosi va vermikulit asosida olingan ion almashinuvchi materiallarning rengen fazaviy tahlili	142
Turg'unboyev R.T., Raxmonov O.K., Xaydarov A.A., Abdisamatov E.D. Uran metallining fizikaviy va kimyoviy xossalari	146
Maxkamova D.N., Shamishova A.T., Turayev Z., Turdialiyeva Sh.I., Usmonov I.I., Kucharov B.X. Mikroelementli tizimlarni fizik-kimyoviy o'rganish	151
Polvonov X.M., Ortikova S.S., Usmonova M.O'. Suvni yumshatish jarayonida hosil bo'lgan kalsiy karbonatdan fosfor tutuvchi bir komponentli o'g'it ya'ni dikalsiy fosfat digidrat ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) olish jarayoni	156
Курбанов Ж.М., Сабиров С.С., Курбонова М.Ж. Мева ва сабзавотлардан қўшимча шарбат олишда электроплазмолиз усулининг қўлланилиши	160
Hamroliyev H.H., Sattarova B.N. Bro'yler tovuq go'shtining foydasi va zarari	165
Shokirova M.E., Solieva G.A. Mikrobiologik jarayonlar va inson salomatligi: ekologik yondashuv	168
Qosimov D.M., Tojimatova M.Y., Namazov Sh.S., Badalova O.A. Mahalliy fosforit unini fosfat-sulfat kislotasi bilan qayta ishlash asosida boyitilgan superchofat va kompleks o'g'itlarni olish	176
Jabborov T.K., Kurbanov N.M., Jabborov I.T., Siddikov M.Z. Biotexnologik va energetik yondashuvlar asosida mevani quritishning ilg'or texnologiyalarini modellashtirish hamda bioxilmaxillikni saqlash orqali oziq-ovqat xavfsizligini mustahkamlash	183

ИЖТИМОЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАНЛАР

Shakirova Yu.S., Shokirov S.E. Barqaror iqtisodiy taraqqiyotda inson kapitalini rivojlantirishning strategik ahamiyati	189
Jurayeva M.A. Reklama diskursida neyrolingvistik mexanizmlar	195
Abdullayeva M.X. Oliy ta'lim muassasasi o'quv jarayoniga interaktiv ta'lim metodlarini joriy etish	200

ҚИСКА ХАБАРЛАР

Tojiyev R.J., Xursanov B.J. Innovatsion muhandislikni mehnat bozori talablari bilan uyg'unlashtirish raqobatbardosh va zamonaviy kadrlar tayyorlash asosi	204
Шакиров Б.М., Сулаймонов О.Н., Шакиров Б.Б., Ўринов И.Ш., Абдуғаппоров И.А., Мирзахамдамова Н.Р. Насос станцияларга ўрнатилган марказдан қочма насос агрегатларини ҳисоблаш усули асосида энергия ва иқтисодий самарадорлик баҳоси	206
Malikov S.A. Kamuglerodli po'latlarni dastak yoyli usulda payvandlash va elektrodلarni qizdirish vaqtining nazariy hisobi	209
Mansurov M.T., Tursunboyev O.G'. Kombinatsiyalashgan g'altakmolaning geometrik parametrlarini nazariy asoslash	212
Xujamqulov S.U. Piyodalar o'tish joylarini tartibga solish chora tadbirlari	215

Madraximov M. Pahta o'simligini aqlli sug'orish tizimi orqali suv sarfini kamayishini tahlil qilish	218
Turdiyev M., Zokirova M. Vertikal tekislikda aylanma – qaytma harakat qiluvchi moki mexanizmlarini qo'llash texnologiyasi	221
Muxammadrasulov Sh.X., Yakubova D.R. Innovatsion usulda ishlab chiqarilgan denim to'qimasining afzalliklari	224
Yo'ldashaliyeva Z.O., Isroilova N.B., Oripov J.I. Yangi tug'ilgan chaqaloqlar kiyimlariga qo'yiladigan texnologik va sanitariya-gigiyenik talablar	227
Turdiyev M., Abdug'afforova N. Gorizontal tekislikda aylanma harakat qiluvchi moki mexanizmlari	230
G'ofurov A.I. To'qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatida kalava ip ishlab chiqarishning innovatsion texnologiyalari va rivojlanish istiqbollari	233
Mamatqulova S.R., Nabidjanova N.N. Tikuv-trikotaj korxonalarida mehnatni me'yorlashtirish tizimini takomillashtirish	236
Mirboboyeva G.A., Mahmudjonov L.M. Zamonaviy modaga mos ravishda milliy ornamentlardan foydalanib modellar yaratish	239
Ulug'boboyeva M.M. Turli tolalardan to'qilgan ko'ylakbop gazlamalarning mexanik xossalarini tahlili	242
Homidov A.A. Sport poyabzallariga qo'yiladigan talablar	245
Muxammadrasulov Sh.X., Eshonova O.D. Sanoat korxonalarida sifat nazorati tizimida optik va raqamli usullarning qo'llanilishini tadqiq etish	249
Xolmamatov S.S., Abduraximov O.I., Mirzaqulov G.R., Kurbanova S.B. Kelajak energiyasi, qayta tiklanadigan va ekologik xavfsiz energiya manbai bo'lgan sho'rlanish-gradient energiyasini membrana asosida olish	252
Mirzayeva G.S. Sanoat korxonalarining atrof-muhitga salbiy ta'siri	254
Domuladjanov I.X. Sanoat chiqindilarini ekologik jihatdan xavfsiz utilizatsiya qilish	257
Sattorov A.M. Farg'ona shahar 1-avtokorxonasida texnik xizmat ko'rsatish infratuzilmasini loyihalashning zamonaviy ilmiy-metodik yondashuvlari	260
Abduqodirov U.N. Texnik universitetlarda vazifaga asoslangan til o'qitish: imkoniyatlar va muammolar	263
Xodjaeva G.D. Texnik universitetlarda o'qitish metodologiyasida kod almashtirishni joriy etishdagi potentsial muammolar	266
Шамсутдинова М.С., Шамсутдинова Лебедюк, Шамсутдинов Б.Ф. Chet tilini o'rganishda motivatsiyani boshqarish	269
Majidov M.M. Raqamli muhitda virtual makonni huquqiy tartibga solish masalalari	272
Nigmatullina A.Sh. Akademik muvaffaqiyat uchun terminologiyaning ahamiyati	274
Qaxxorova G. Suniy intellekt yo'nalishi talabalari kasbiy yozuv ko'nikmalarini analitik tuzilmashtirish orqali rivojlantirish	277
Муаллифлар диққатига !	280

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУКИ

Юльчиев И.И., Турсуналиева Г.Х. Экситон-поляритоны в магнитном поле: магнитопространственная дисперсия и спектры пропускания в кристаллах CdS	12
Мирзаев В.Т., Абдунабиев Я.О. Пространственное распределение фотогенерации и объемная рекомбинация в гетеропереходных солнечных элементах CdS/CdTe	18

МЕХАНИКА

Тожиев Р.Ж., Хурсанов Б.Дж. Стабилизация материального потока в процессе производства гранулированных азотно-фосфорных удобрений	21
Ахунбаев А.А. Оптимизация температурного режима при сушке суперфосфата в барабанном аппарате	26
Мирзаев М.А. Определение приемлемых вариантов процессов резки методом виброакустической эмиссии	30
Тилавалдиев Б.Т. Анализ существующих солнечных электростанций	34
Дададжонов Б., Абдубаннопов А. Системы контроля и мониторинга давления в автомобильных шинах	38
Ахунбаев А.А., Исомидинов А.С. Выбор рациональных технологических режимов процесса сушки суперфосфата на основе математической модели	43
Абдуллаева Ф., Мелибоев М.Ф., Ражабова Н. Визуальный анализ кинетических параметров усовершенствованного комбинационного вакуум-сублимационного процесса сушки	47
Хожиев Б.Р., Каримов Г. Обоснование параметров подкапывающего рабочего органа машины для уборки арахиса	52
Джамолов Р.К., Акромов М., Жалилова Г.Х., Абидова А.Р. Теоретический и экспериментальный анализ штифтово-лопастного барабанного регенератора RNS	58
Абдурахимов А.А., Мамадалиев Д. Дорожная инфраструктура Ферганской области	61
Абдуджаббаров О.А. Методы повышения эффективности технологии измельчения и удаления корневищных сорных растений на сельскохозяйственных угодьях	64
Хайдаров Х.Б. Влияние качества рабочей поверхности лопасти вентилятора на производительность	68
Тураев Т., Мадаминов Б.М. Разработка и исследование стеклянного шарикового накатника для формирования регулярного винтового рельефа на несущих поверхностях деталей грузоперевозящих машин	74
Турдиев М., Малабоева Х. Игольный механизм швейной машины марки 1022-М ОЗЛМ	77

СТРОИТЕЛЬСТВО

Рахманов Б.К. Механические свойства синтетических нитей для грузоподъемных строп в строительстве	81
Усмонова Н.А., Махмудова М.А. Расчет расхода воды в системах противопожарного водоснабжения	87
Райимов Б.Д., Каюмов О.А. Оценка влияние химического состава карбонатов на технологический режим производства при «МОКРОМ» способе производства цементного клинкера (на примере предприятия АО «Куvasайцемент»)	91
Ахмедов Б.М., Юлдошалиев А.С. Улучшение научно-методических основ выбора технологических осей, их крепления на месте и контроля в процессе геодезической подготовки при строительно-монтажных работах	95
Абдулхаев З.Э., Абдумаликов Р.Р. Напорные водонапорные башни сравнение традиционных и современных систем	99

ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Авезова Н.Р., Мазаник А.В., Зорина Т.Г., Матчанов Н.А., Абдукаримов Б.А., Муминов Ш.А., Шерматова М.Б., Эргашев Б.А. Разработка национального стандарта для систем с тепловыми насосами в Узбекистане. Часть 1. Нормативно-аналитическое обоснование национального стандарта	106
--	-----

Юсупова Ф.Т., Ньматжонов Ж.С. Автоматизация системы измерения уровня жидкости с помощью современного микроконтроллера PLC 160 220 Р М в программе CODESYS 2.3	115
Ширинов С.Г., Олимов Ж.С. Повышение энергоэффективности шаровой мельницы на основе адаптивной системы управления	119
Ахунов Қ.Х., Хомидов А.Қ. Способы обессоливания вод	124
Сайитов Ш.С., Шайманов Д.Х. Научно-основные аспекты установки и настройки солнечных фотоэлектрических станций	129

ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Аскаралиев О.У., Рузалиев Р.С. Мультимодальное персонализированное федеративное обучение в реальном времени для автоматизированного клинического мониторинга в гетерогенных условиях с ограничениями приватности и коммуникационных ресурсов	133
--	-----

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Турсунмуратов О.Х., Муродова Д.Ч., Уринова А.Е., Бекчанов Д.Дж. Рентгенофазовый анализ вермикулитового сырья и ионообменных материалов, полученных на основе вермикулита	142
Тургунбоев Р.Т., Рахмонов О.К., Хайдаров А.А., Абдисаматов Е.Д. Физические и химические свойства металлического урана	146
Махкамова Д.Н., Шамишова А.Т., Тураев З., Турдалиева Ш.И., Усманов И.И., Кучаров Б.Х. Физико-химическое исследование микроэлементосодержащих систем	151
Полвонов Х.М., Ортикова С.С., Усмонова М.У. Способ получения однокомпонентного фосфорсодержащего удобрения, дигидрата дикальцийфосфата ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), из карбоната кальция, полученного в процессе смягчения воды	156
Курбанов Ж.М., Сабилов С.С., Курбонова М.Ж. Применение электроплазмолиза для извлечения дополнительного сока из фруктов и овощей	160
Хамролиев Х.Х., Саттарова Б.Н. Польза и вред мяса бройлерных кур	165
Шокирова М.Э., Солиева Г.А. Микробиологические процессы и здоровье человека: экологический подход	168
Косимов Д.М., Тожимамтова М.Ё., Намазов Ш.С., Бадалова О.А. Получение обогащённого суперфосфата и комплексных удобрений на основе фосфорно-сернокислотной переработки рядовой фосфоритовой муки	176
Жабборов Т.К., Курбанов Н.М., Жабборов И.Т., Сиддиков М.З. Укрепление продовольственной безопасности путем моделирования продвинутых технологий сушки плодов и сохранения биоразнообразия на основе биотехнологических и энергетических подходов	183

СОЦИАЛЬНО - ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Шакирова Ю.С., Шокиров С.Э. Стратегическое значение развития человеческого фактора в обеспечении устойчивого экономического развития	189
Жураева М.А. Нейролингвистические механизмы в рекламном дискурсе	195
Абдуллаева М.Х. Внедрение интерактивных методов обучения в учебный процесс высшего образовательного учреждения	200

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Тожиев Р.Ж., Хурсанов Б.Ж. Адаптация инновационных инженерных решений к требованиям рынка труда является основой для подготовки конкурентоспособного и современного персонала	204
Шакиров Б.М., Сулаймонов О.Н., Шакиров Б.Б., Урынов И.Ш., Абдугаппоров И.А., Мирзахамдамова Н.Р. Оценка энергетической и экономической эффективности на основе метода расчета центробежных насосных агрегатов, установленных на насосных станциях ..	206
Маликов С.А. Теоретический расчет времени нагрева электродов при ручной дуговой сварке низкоуглеродистых сталей	209
Мансуров М.Т., Турсунбоев О. Ф. Теоретическое обоснование геометрических параметров комбинированного прикатывающего катка	212
Хужамкулов С.У. Меры по регулированию пешеходных переходов	215

Мадрахимов М. Анализ снижения потребления воды хлопчатником посредством интеллектуальной системы орошения	218
Турдиев М., Зокирова М. Технология использования челночных механизмов с вращательно-возвратно-поступательным движением в вертикальной плоскости	221
Мухаммадрасулов Ш.Х., Якубова Д.Р. Преимущества джинсовой ткани, произведенной инновационными методами	224
Юлдашалиева З.О., Исроилова Н.Б., Орипов Ж.И. Технологические и санитарно-гигиенические требования к одежде для новорожденных	227
Турдиев М., Абдугаффорова Н. Механизмы челнока, совершающие вращательное движение в горизонтальной плоскости	230
Гофуров А.И. Инновационные технологии производства пряжи в текстильной и швейно-трикотажной промышленности и перспективы развития	233
Маматкулова С.Р., Набиджанова Н.Н. Совершенствование системы стандартизации труда на швейно-вязальных предприятиях	236
Мирбобоева Г.А., Махмуджонов Л.М. Создание моделей с использованием национальных орнаментов в соответствии с современной модой	239
Улугбобоева М.М. Анализ механических свойств платьевых тканей, сотканых из различных волокон	242
Хомидов А.А. Требования к спортивной обуви	245
Мухаммадрасулов Ш.Х., Эшонова О.Д. Исследование применения оптических и цифровых методов в системе контроля качества на промышленных предприятиях	249
Холмаматов С.С., Абдурахимов О.И., Мирзакулов Г.Р., Курбанова С.Б. Энергия будущего — получение энергии градиента солёности на основе мембран, являющейся возобновляемым и экологически безопасным источником энергии	252
Мирзаева Г.С. Негативное воздействие промышленных предприятий на окружающую среду	254
Домуладжанов И.Х. Экологически безопасная утилизация промышленных отходов	257
Сатторов А.М. Современные научно-методические подходы к проектированию инфраструктуры технического обслуживания на 1-м автотранспортном предприятии города Ферганы	260
Абдукадиров У.Н. Обучение языку на основе практических заданий в технических ВУЗах: возможности и вызовы	263
Ходжаева Г.Д. Потенциальные проблемы внедрения переключения кодов в методику преподавания в технических ВУЗах	266
Шамсутдинова М.С., Шамсутдинова Лебедюк, Шамсутдинов Б.Ф. Управление мотивацией при изучении иностранного языка	269
Мажидов М.М. Актуальные проблемы правового регулирования виртуального пространства	272
Нигматуллина А.Ш. Важность терминологии для академического успеха	274
Каххорова Г. Повышение профессионального письма студентов по искусственному интеллекту посредством аналитического структурирования	277
К сведению авторов !	281

FUNDAMENTAL SCIENCES

Yulchiyev I.I., Tursunaliyeva G.X. Exciton-Polaritons in a magnetic field: magneto-spatial dispersion and transmission spectra in CdS crystals	12
Mirzaev V.T., Abdunabiyev Ya.O. Spatial distribution of photogeneration and bulk recombination in CdS/CdTe heterojunction solar cells	18

MECHANICS

Tojiev R.J., Khursanov B.J. Stabilization of material flow in the production process of granulated nitrogen-phosphorus fertilizers	21
Akhunbaev A.A. Optimization of temperature conditions during drying of superphosphate in a drum apparatus	26
Mirzayev M.A. Determining the optimal option for cutting processes by vibroacoustic emission method	30
Tilavaldiev B.T. Analysis of existing solar electric stations	34
Dadajonov B., Abdubannopov A. Vehicle tire pressure monitoring and control systems	38
Akhunbaev A.A., Isomidinov A.S. Selection of rational technological modes of the superphosphate drying process based on a mathematical model	43
Abdullaeva F., Meliboyev M.F., Rajabova N. Visual analysis of the kinetic parameters of the improved combined vacuum-sublimation drying process	47
Khojiyev B.R., Karimova G. Substantiation of parameters of the digging unit of a peanut harvester	52
Djamolov R.K., Akromov M., Jalilova G.K., Abidova A.R. Theoretical and experimental analysis of the peg-and-blade drums regenerator	58
Abdurakhimov A.A., Mamadaliyev D. Road infrastructure of the Fergana region	61
Abdujabbarov O.A. Methods for improving the efficiency of technology for crushing and removing rhizomatous weeds on agricultural lands	64
Khaydarov Kh.B. Influence of the quality of the working surface of the fan rail on the productivity of work	68
Turaev T., Madaminov B.M. Development and investigation of a glass ball burnishing tool for forming a regular helical relief on the bearing surfaces of load-carrying machine parts ..	74
Turdiyev M., Malaboyeva X. The needle mechanism of the 1022-M OZLM sewing machine	77

BUILDING

Rakhmanov B.K. Mechanical properties of synthetic yarn for lifting slings in construction	81
Usmonova N.A., Mahmudova M.A. Calculation of water flow rate in fire-fighting water supply systems	87
Rayimov B.D., Kayumov O.A. Assessment of the influence of the chemical composition of carbonates on the technological regime of production in “THE WET” process of cement clinker manufacturing (case study of jsc “Kuvaisement”)	91
Axmedov B.M., Yo‘ldoshaliyev A.S. Improvement of scientific-methodical basis of selection of technological axes, their fixing in place and control in the process of geodesic preparation in construction and installation works	95
Abdulxayev Z.E., Abdumalikov R.R. Pressurized water towers comparison of traditional and modern systems	99

ENERGETICS, THE ELECTRICAL ENGINEERING

Avezova N.R., Mazanik A.V., Zorina T.G., Matchanov N.A., Abdukarimov B.A., Muminov Sh.A., Shermatova M.B., Ergashev B.A. Development of a national standard for heat pump systems in Uzbekistan. Part 1. Regulatory and analytical justification for a national standard	106
--	-----

CONTENTS

Yusupova F.T., Ne'matjonov J.S. Automation of a liquid level measurement system using a modern PLC 160 220 P M microcontroller in the CODESYS 2.3 environment	115
Shirinov S.G., Olimov J.S. Increasing energy efficiency of a ball mill based on an adaptable control system	119
Akhunov Q.K., Khomidov A.Q. The methods of desalinization water	124
Sayitov Sh.S., Shaymanov D.Kh. Scientific and basic aspects of installation and configuration of solar photovoltaic stations	129
ELECTRONIC DEVICES AND INFORMATION TECHNOLOGIES	
Asqaraliyev O.U., Ruzaliyev R.S. Real-time multimodal personalized federated learning for automated clinical monitoring under heterogeneous, privacy-constrained, and communication-limited settings	133
CHEMICAL TECHNOLOGY AND ECOLOGY	
Tursunmuratov O.Kh., Murodova D.Ch., Orinova A.E., Bekchanov D.J. X-ray phase analysis of vermiculite raw materials and ion-exchange materials based on vermiculite	142
Turgunboyev R.T., Rakhmonov O.K., Khaydarov A.A., Abdisamatov E.D. Physical and chemical properties of uranium metal	146
Makhkamova D.N., Shamishova A.T., Turayev Z., Turdaliyeva Sh.I., Usmanov I.I., Kucharov B.Kh. Physicochemical study of microelement-containing systems	151
Polvonov X.M., Ortikova S.S., Usmonova M.O'. Process for obtaining a single-component phosphorus-holding fertilizer, di-calcium phosphate dihydrate ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), from calcium carbonate produced in the water softening process	156
Kurbanov J.M., Sabirov S.S., Kurbanova M.J. Application of electropulsmolysis for the extraction of supplementary juice from fruits and vegetables	160
Hamroliyev H.H., Sattarova B.N. Benefits and harms of broiler chicken meat	165
Shokirova M.E., Solieva G.A. Microbiological processes and human health: an ecological approach	168
Qosimov D.M., Tojimamatova M.Y., Namazov Sh.S., Badalova O.A. Production of enriched superphosphate and complex fertilizers based on sulfuric-phosphoric acid processing of routine phosphorite flour	176
Jabborov T.K., Kurbanov N.M., Jabborov I.T., Siddikov M.Z. Strengthening food security by modeling advanced fruit drying technologies and maintaining biodiversity based on biotechnological and energy approaches	183
SOCIAL AND ECONOMIC SCIENCES	
Shakirova Yu.S., Shokirov S.E. The strategic importance of human factor development in ensuring sustainable economic growth	189
Jurayeva M.A. Neurolinguistic mechanisms in advertising discourse	195
Abdullaeva M.K. Implementation of interactive teaching methods in the university educational process	200
SHORT MESSAGES	
Tojiyev R.J., Khursanov B.J. Adaptation of innovative engineering to labor market demands is the basis for training a competitive and modern staff	204
Shakirov B.M., Sulaymonov O.N., Shakirov B.B., Urynov I.Sh., Abdug'aprov I.A., Mirzaxamdamova N.R. Evaluation of energy and economic efficiency based on the calculation method of centrifugal pump units installed at pumping stations	206
Malikov S.A. Theoretical calculation of electrode peating time in manual arc welding of low-carbon steels	209
Mansurov M.T., Tursunboyev O. G'. Theoretical justification of the geometric parameters of the combined roller	212
Khujamkulov S.U. Measures for the regulation of pedestrian crossings	215

CONTENTS

Madraximov M. Analysis of water consumption reduction in cotton plants through an intelligent irrigation system	218
Turdiyev M., Zokirova M. Technology of using shuttle mechanisms with rotary-reciprocating motion in a vertical plane	221
Mukhammadrasulov Sh.Kh., Yakubova D.R. Advantages of denim fabric produced by innovative methods	224
Yuldashaliyeva Z.O., Isroilova N.B., Oripov J.I. Technological and sanitary-hygienic requirements for newborn clothing	227
Turdiyev M., Abdug'afforova N. Shuttle mechanisms performing rotational motion in a horizontal plane	230
Gofurov A.I. Innovative yarn production technologies in the textile and knitting-garment industry and development prospects	233
Mamatkulova S.R., Nabidzhanova N.N. Improving the labor standardization system in sewing and knitting enterprises	236
Mirboboyeva G.A., Mahmudjonov L.M. Creating models using national ornaments in accordance with modern fashion	239
Ulugboboyeva M.M. Analysis of the mechanical properties of dress fabrics woven from various fibers	242
Homidov A.A. Requirements for sports shoes	245
Mukhammadrasulov Sh.Kh., Eshonova O.D. Research on the application of optical and digital methods in quality control systems at industrial enterprises	249
Kholmamatov S.S., Abdurakhimov O.I., Mirzaqulov G.R., Kurbanova S.B. Future energy — membrane-based generation of salinity gradient energy as a renewable and environmentally safe energy source	252
Mirzaeva G.S. The negative impact of industrial enterprises on the environment	254
Domuladjanov I.X. Environmentally safe disposal of industrial waste	257
Sattorov A.M. Modern scientific and methodological approaches to designing the technical service infrastructure at the 1st motor transport enterprise of Fergana city	260
Abdukadirov U.N. Task-based language teaching in technical universities: opportunities and challenges	263
Khodjaeva G.D. Potential challenges in implementing code-switching in teaching methodology at technical universities	266
Shamsutdynova M., Shamsutdynova-Lebedyuk, Shamsutdinov B.F. Motivation management in foreign language learning	269
Majidov M.M. Current issues of legal regulation of virtual spaces	272
Nigmatullina A.Sh. The importance of terminology in academic success	274
Kakhkhorova G. Improving artificial intelligence students' professional writing through analytical structuring	277
Information to the authors !	282

EXCITON-POLARITONS IN A MAGNETIC FIELD: MAGNETO-SPATIAL DISPERSION AND TRANSMISSION SPECTRA IN CdS CRYSTALS

I.I. Yulchiyev, student 58-23 BM group G.X. Tursunaliyeva

Fergana State Technical University,
(Received on March 18 th, 2026)

Abstract. Exciton-polaritons, formed through strong photon-exciton coupling, show highly dispersive and anisotropic optical behavior. When spatial dispersion acts together with an external magnetic field, a nonreciprocal term-magneto-spatial dispersion (MSD)-appears in the dielectric tensor. This work analyzes MSD in bulk CdS (point group C_{6v}) under Voigt geometry, concentrating on the A-exciton region and transmission through a CdS plate. From the dielectric tensor expanded in the wave vector $\mathbf{k}$ and magnetic field $\mathbf{H}^{(0)}$, the fourth-rank MSD tensor $A_{\lambda\mu\nu\eta}$ is identified, and the effective transverse dielectric tensor for light propagating along y with $\mathbf{H}^{(0)} \parallel z$ is derived. Analytical expressions for normal-mode refractive indices and transmission coefficients are obtained. The theory predicts a strong resonant enhancement of crossed-polarization transmission near the isotropic point where the dispersion curves intersect-consistent with previous magneto-optical observations in CdS. These results provide a compact framework for extracting MSD and exciton-polariton parameters from CdS transmission experiments.

Keywords: exciton-polariton, magneto-spatial dispersion, CdS, dielectric tensor, Voigt geometry, transmission spectra.

Аннотация. Экситон-поляритоны, формирующиеся при сильном фотон-экситонном взаимодействии, проявляют ярко выраженное дисперсионное и анизотропное оптическое поведение. Когда пространственная дисперсия действует совместно с внешним магнитным полем, в диэлектрическом тензоре возникает невязимая член магнитопропространственной дисперсии (MSD). В данной работе анализируется MSD в объемном CdS (точечная группа C_{6v}) в геометрии Фойгта, с акцентом на область А-экситона и прохождение излучения через пластину CdS. На основе разложения диэлектрического тензора по волновому вектору $\mathbf{k}$ и магнитному полю $\mathbf{H}^{(0)}$ идентифицирован тензор MSD четвёртого ранга $A_{\lambda\mu\nu\eta}$, а также получен эффективный поперечный диэлектрический тензор для света, распространяющегося вдоль оси y при условии $\mathbf{H}^{(0)} \parallel z$. Получены аналитические выражения для показателей преломления нормальных мод и коэффициентов пропускания. Теория предсказывает сильное резонансное усиление перекрёстной поляризации пропускания вблизи изотропной точки, где пересекаются дисперсионные кривые, что согласуется с предыдущими магнитооптическими наблюдениями в CdS. Полученные результаты предоставляют компактный теоретический подход для извлечения параметров MSD и экситон-поляритонов из экспериментов по пропусканию в CdS.

Ключевые слова: экситон-поляритон, магнитопропространственная дисперсия, CdS, диэлектрический тензор, геометрия Фойгта, спектры пропускания.

Annotatsiya. Kuchli foton-eksiton o'zaro ta'siri natijasida hosil bo'ladigan eksiton-polyaritonlar kuchli dispersiv va anizotrop optik xossalarni namoyon etadi. Fazoviy dispersiya tashqi magnit maydon bilan birgalikda ta'sir qilganda, dielektrik tenzorda ifodasida magneto-fazoviy dispersiya (MSD) hadi kiritiladi. Ushbu ishda hajmiy CdS (kristal guruhi C_{6v}) uchun Foygt geometriyasida MSD tahlil qilingan, bunda asosiy e'tibor A-eksiton rezonansi yaqinida CdS plastinkasini o'tkazish koeffitsientini xisoblashga qaratilgan. To'lqin vektori $\mathbf{k}$ va magnit maydon $\mathbf{H}^{(0)}$ bo'yicha kengaytirilgan dielektrik tenzor asosida to'rtinchi tartibli MSD tenzori $A_{\lambda\mu\nu\eta}$ aniqlangan hamda $\mathbf{H}^{(0)} \parallel z$ sharoitida y yo'nalish bo'ylab tarqaluvchi yorug'lik uchun effektiv dielektrik tenzor nodiaganal elementi keltirib chiqarilgan. Normal modalar uchun sindirish ko'rsatkichlari va o'tkazish koeffitsiyentlarining analitik ifodalari olingan. Nazariya dispersiya egri chiziqlari kesishadigan izotrop nuqta yaqinida o'zaro ortogonal polarizatsiyalangan o'tkazishning kuchli rezonans kuchayishini bashorat qiladi, bu esa CdS da ilgari kuzatilgan magnitooptik natijalar bilan mos keladi. Olingan natijalar CdS o'tkazish tajribalaridan MSD va eksiton-polyariton parametrlarini aniqlash uchun ixcham nazariy asosni taqdim etadi.

Kalit so'zlar: eksiton-polyariton, magneto-fazoviy dispersiya, CdS, dielektrik tenzor, Foygt geometriyasi, o'tkazish spektrlari.

Introduction. Exciton–polaritons arise from strong coupling between excitons and photons in crystals and play a central role in the optical response of semiconductors near exciton resonances. In such systems, the dielectric response is nonlocal: the polarization at a given point depends not only on the local electric field but also on its spatial variation. This nonlocality is captured by spatial dispersion, i.e. the dependence of the dielectric tensor $\varepsilon_{ij}(\omega, \mathbf{k})$ on the wave vector $\mathbf{k}$ [6-9]. The general phenomenological theory of crystal optics with spatial dispersion and excitons was developed by Agranovich and Ginzburg, who showed how spatial dispersion modifies the normal modes of light and leads to phenomena such as natural optical activity and nonlocal birefringence. Later, Ivchenko and co-workers analyzed in detail the role of spatial dispersion in semiconductors and formulated symmetry-based descriptions for various spatial-dispersion-induced effects [2][6]. If, in addition to spatial dispersion, an external magnetic field $\mathbf{H}^{(0)}$ is applied, new magneto-optical effects emerge. Beyond conventional Faraday rotation and magnetic circular dichroism, there appears a class of phenomena governed by magneto-spatial dispersion (MSD): terms in the dielectric tensor that are simultaneously linear in $\mathbf{k}$ and $\mathbf{H}^{(0)}$. Experimentally, MSD has been observed in CdS and $\alpha\text{-LiIO}_3$ in the exciton region, including inversion of magnetic-field effects on exciton absorption and magnetically induced changes of principal dielectric axes [2-4]. Bulk CdS crystals, which possess hexagonal symmetry of the C_{6v} point group, are particularly suitable for observing MSD near the fundamental A-exciton resonance. Early work demonstrated magneto-Brillouin scattering of exciton–polaritons in CdS at high magnetic fields, while later experiments reported magnetically induced spatial dispersion signals in CdS transmission around the B-exciton as well. More recently, time-resolved studies on related II–VI semiconductors such as (Cd,Zn)Te have revealed rich magneto-polariton dynamics, including polarization nutation governed by the interplay of Faraday rotation and MSD [1-3].

Theoretical framework and methods. Dielectric tensor with spatial dispersion and magnetic field. In a nonmagnetic crystal with spatial dispersion, the frequency- and wave-vector-dependent dielectric tensor in the presence of a static magnetic field $\mathbf{H}^{(0)}$ can be expanded to first order in $\mathbf{k}$ and $\mathbf{H}^{(0)}$ as:

$$\varepsilon_{\lambda\mu}(\omega, \mathbf{k}, \mathbf{H}^{(0)}) \quad (1)$$

where: $\varepsilon_{\lambda\mu}(\omega)$ is the usual local dielectric tensor at zero magnetic field; $\theta_{\lambda\mu\nu}(\omega)$ is the third-rank tensor describing the Faraday effect (magneto-gyrotropy); $\gamma_{\lambda\mu\nu}(\omega)$ is the third-rank tensor responsible for natural optical activity (gyrotropy due to spatial dispersion); $A_{\lambda\mu\nu\eta}(\omega)$ is the fourth-rank magneto-spatial dispersion tensor.

We consider nonmagnetic materials with time-reversal invariance, for which the Onsager relation holds:

$$\varepsilon_{\lambda\mu}(\omega, \mathbf{k}, \mathbf{H}^{(0)}) = \varepsilon_{\mu\lambda}(\omega, -\mathbf{k}, -\mathbf{H}^{(0)}). \quad (2)$$

From Eq. (2) it follows that in such crystals the MSD tensor is symmetric in its first two indices:

$$A_{\lambda\mu\nu\eta} = A_{\mu\lambda\nu\eta}. \quad (3)$$

By contrast, the gyrotropic tensors $\gamma_{\lambda\mu\nu}$ and $\theta_{\lambda\mu\nu}$ are antisymmetric under $\lambda \leftrightarrow \mu$. This symmetry difference highlights the fundamental distinction between MSD and conventional Faraday or natural optical activity effects [2]. A notable consequence of Eq. (3) is that, in any nonmagnetic crystal possessing an n -fold rotation axis C_n with $n = 3, 4, 6$, MSD does not cause additional rotation of the polarization plane of linearly polarized light propagating along that axis. [2].

Voigt geometry for CdS crystals. CdS crystals of the wurtzite structure belong to the point group C_{6v} , with the hexagonal axis taken as the crystallographic z -axis. For studying MSD in such crystals, it is convenient to use Voigt geometry, where the magnetic field is applied along z and the light propagates along y : $\mathbf{H}^{(0)} \parallel z, \mathbf{k} \parallel y$.

In this configuration, and within the linear approximation (1), the nonzero components of the dielectric tensor relevant to light propagation can be written as:

$$\begin{aligned}\varepsilon_{xx} &= \varepsilon_{yy} = \varepsilon_{\perp}, \varepsilon_{zz} = \varepsilon_{\parallel}, \\ \varepsilon_{xy} &= -\varepsilon_{yx} = i \theta H_z^{(0)}, \varepsilon_{yz} = -\varepsilon_{zy} = i \gamma k_y, \\ \varepsilon_{xz} &= \varepsilon_{zx} = A H_z^{(0)} k_y,\end{aligned}\quad (4)$$

with the following definitions:

$$\begin{aligned}\varepsilon_{\perp} &= \varepsilon_{xx}(\omega), \varepsilon_{\parallel} = \varepsilon_{zz}(\omega), \theta = \theta_{xyz}(\omega), \\ \gamma &= \gamma_{zyy}(\omega), A = A_{xzy}(\omega).\end{aligned}\quad (5)$$

Here, $\varepsilon_{\perp}$ and $\varepsilon_{\parallel}$ are the ordinary and extraordinary components of the dielectric tensor at zero magnetic field, while θ and γ characterize, respectively, Faraday rotation and natural optical activity in the chosen geometry. The term proportional to A represents genuine MSD: it vanishes if either $\mathbf{k}$ or $\mathbf{H}^{(0)}$ is set to zero.

Transverse dielectric tensor and MSD of principal axes. For a plane wave propagating along $\mathbf{k} \parallel y$, the relevant (transverse) components of the electric field are those perpendicular to $\mathbf{k}$, namely $\mathbf{E}_x$ and $\mathbf{E}_z$. It is therefore convenient to introduce the transverse dielectric tensor $\varepsilon_{\lambda\mu}^{\text{tr}} (\lambda, \mu = x, z)$, defined such that:

$$\begin{pmatrix} D_x \\ D_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \varepsilon_{xx}^{\text{tr}} & \varepsilon_{xz}^{\text{tr}} \\ \varepsilon_{zx}^{\text{tr}} & \varepsilon_{zz}^{\text{tr}} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_x \\ E_z \end{pmatrix}.\quad (6)$$

With

$$\varepsilon_{\lambda\mu}^{\text{tr}} = \varepsilon_{\lambda\mu} - \frac{\varepsilon_{\lambda y} \varepsilon_{y\mu}}{\varepsilon_{yy}}, (\lambda, \mu = x, z).\quad (7)$$

Inserting the components from Eq. (4) into Eq. (7) yields the following expressions for the off-diagonal transverse components:

$$\varepsilon_{xz}^{\text{tr}} = \varepsilon_{zx}^{\text{tr}} = A^{\text{tr}} H_z^{(0)} k_y, A^{\text{tr}} = A + \frac{\theta \gamma}{\varepsilon_{\perp}}.\quad (8)$$

Thus, even if the “bare” MSD tensor element A_{xzy} is small, the effective MSD governing the transverse response acquires additional contributions from the product of Faraday and natural optical activity coefficients $\theta\gamma$. For $A^{\text{tr}} \neq 0$, the directions of the principal axes of $\text{Re } \varepsilon_{\lambda\mu}^{\text{tr}}$ and/or $\text{Im } \varepsilon_{\lambda\mu}^{\text{tr}}$ become dependent on the wave vector $\mathbf{k}$; this $\mathbf{k}$ -dependence of the principal axes is called magneto-spatial dispersion of the principal axes [2][7].

Approximations relevant to CdS experiments. We now consider a CdS plate of thickness l with its faces normal to the y -axis, as in typical transmission experiments near the A-exciton resonance. Following the conditions discussed in the original Russian treatment, we assume that:

$$\text{Im } \varepsilon_{\lambda\lambda}^{\text{tr}} \ll \text{Re } \varepsilon_{\lambda\lambda}^{\text{tr}}, (\lambda = x, z),\quad (9)$$

$$\exp(-2K_x l) \ll 1,\quad (10)$$

$$|F|^2 \ll 1, F = \frac{\varepsilon_{xz}^{\text{tr}}}{\varepsilon_{xx}^{\text{tr}} - \varepsilon_{zz}^{\text{tr}}}.\quad (11)$$

The quantity $K_x = \frac{\text{Im } \varepsilon_{xx}^{\text{tr}} \omega}{n_x c}$, $n_x = (\text{Re } \varepsilon_{xx}^{\text{tr}})^{1/2}$ is the absorption coefficient and refractive index, respectively, of the “ordinary” mode in the absence of MSD ($A^{\text{tr}} = 0$). Condition (10) implies that multiple internal reflections of the strongly absorbed polarization component can be neglected, while (11) expresses the smallness of the mixing between the two polarization eigenmodes induced by MSD.

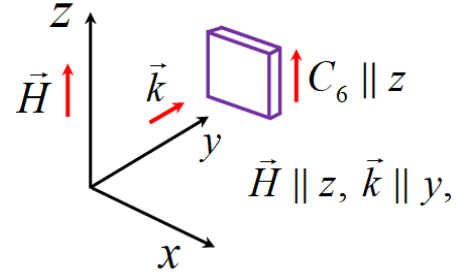


Fig. 1. Selection of the geometry of crystallographic axes x, y, z , the direction of the external magnetic field $H^{(0)}$, and the crystal axis C_6 .

Under these assumptions, the complex refractive indices of the two normal modes propagating along $\mathbf{y}$ (denoted by $\perp$ and $\parallel$, predominantly polarized along $\mathbf{x}$ and $\mathbf{z}$, respectively) are given by:

$$n_{\perp}^2 = \varepsilon_{xx}^{\text{tr}} + F_{\perp}^2 (\varepsilon_{xx}^{\text{tr}} - \varepsilon_{zz}^{\text{tr}}), \quad n_{\parallel}^2 = \varepsilon_{zz}^{\text{tr}} - F_{\parallel}^2 (\varepsilon_{xx}^{\text{tr}} - \varepsilon_{zz}^{\text{tr}}), \quad (12)$$

where $F_{\perp, \parallel} = F(n_{\perp, \parallel})$. The electric-field components of the corresponding normal modes are related by:

$$E_{\perp}^{\perp} = F_{\perp} E_{\perp}^{\perp}, E_{\perp}^{\parallel} = -F_{\parallel} E_{\perp}^{\parallel}. \quad (13)$$

The indices $\perp$ and $\parallel$ here refer to normal modes whose dominant polarization is along $\mathbf{x}$ and $\mathbf{z}$, respectively. The small admixtures $F_{\perp}$ and $F_{\parallel}$ are directly controlled by the MSD parameter $A^{\text{tr}} H_z^{(0)} k_y$ and by the spectral dependence of the difference $\varepsilon_{xx}^{\text{tr}} - \varepsilon_{zz}^{\text{tr}}$ [2]

Boundary conditions and transmission matrix. Let the incident and transmitted electric fields at the entrance ($\mathbf{y} = 0$) and exit ($\mathbf{y} = l$) faces of the plate be denoted by $\mathbf{E}(-0)$ and $\mathbf{E}(l+0)$, respectively. The transmission matrix $t_{\lambda\mu}$ ($\lambda, \mu = \mathbf{x}, \mathbf{z}$) is defined by:

$$\begin{pmatrix} E_x(l+0) \\ E_z(l+0) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t_{xx} & t_{xz} \\ t_{zx} & t_{zz} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_x(-0) \\ E_z(-0) \end{pmatrix}. \quad (14)$$

In media with spatial dispersion, the usual Maxwell boundary conditions are modified by additional surface contributions such that energy flux is conserved across the interfaces. Denoting these corrections by $\tilde{\mathbf{E}}$ and $\tilde{\mathbf{H}}$, the boundary conditions at $\mathbf{y} = 0$ can be written as:

$$\mathbf{E}(-0) = \mathbf{E}(+0) + \tilde{\mathbf{E}}, \mathbf{H}(-0) = \mathbf{H}(+0) + \tilde{\mathbf{H}}. \quad (15)$$

The $\mathbf{y}$ -component of the energy flux inside the medium takes the form: [2]

$$S_y = \frac{c}{4\pi} \left[(\mathbf{E} \times \mathbf{H})_y - A^{\text{tr}} H_z^{(0)} k_0 E_x E_z \right], k_0 = \omega/c, \quad (16)$$

so that continuity of the energy flux at the boundary requires

$$[(\tilde{\mathbf{E}} \times \mathbf{H})_y + (\mathbf{E} \times \tilde{\mathbf{H}})_y + A^{\text{tr}} H_z^{(0)} k_0 E_x E_z]_{\text{interface}} = 0. \quad (17)$$

Two simple sets of boundary conditions compatible with Eq. (17), and commonly used in the analysis, are:

$$\tilde{E} = 0, \tilde{H}_z = 0, \tilde{H}_x = -A^{\text{tr}} H_z^{(0)} k_0 E_x, \quad (18a)$$

$$\tilde{E} = 0, \tilde{H}_z = A^{\text{tr}} H_z^{(0)} k_0 E_z, \tilde{H}_x = 0. \quad (18b)$$

Using these boundary conditions together with the dispersion relations (12) and field relations (13), and applying approximations (9)–(11), one can derive analytic expressions for the transmission coefficients. In the following, we summarize the resulting formulas relevant for interpreting MSD-induced transmission in CdS.

Results. Transmission coefficients of the CdS plate. In the limit defined by Eqs. (9)–(11), and neglecting multiple reflections for the strongly absorbed polarization where appropriate, the off-diagonal transmission coefficients take the form:

For boundary conditions (18a):

$$t_{xz} = t_{zx} = -F_{\parallel} \frac{n_{\parallel}^2 + n_{\perp}}{n_{\parallel}(n_{\perp} + 1)} t_{zz}, \quad (19)$$

For boundary conditions (18b):

$$t_{xz} = t_{zx} = -F_{\perp} t_{zz}. \quad (20)$$

In the same approximation, the diagonal elements are given by:

$$t_{zz} = \frac{4 n_{\parallel} e^{ik_{\parallel} l}}{(n_{\parallel} + 1)^2 - e^{2ik_{\parallel} l} (n_{\parallel} - 1)^2}, t_{xx} = \frac{4 n_{\perp} e^{ik_{\perp} l}}{(n_{\perp} + 1)^2}, \quad (21)$$

where $k_{\perp, \parallel} = n_{\perp, \parallel} k_0$. Because of condition (10), multiple reflections are retained only in t_{zz} (for the less strongly absorbed mode), while for t_{xx} they are neglected. Importantly, Eqs. (19)–(21) imply that the ratio $\frac{t_{xz}}{t_{zz}}$ is independent of the plate thickness l . This is advantageous experimentally: the MSD-induced off-diagonal transmission can be quantified without precise knowledge of l , which is often difficult to measure accurately for cleaved CdS samples.

Crossed-polarization transmission and the isotropic point. Suppose a linearly polarized wave is incident on the CdS plate such that its polarization is aligned either along x or along z . Due to MSD, the transmitted field will acquire a component orthogonal to the incident polarization. Denoting the incident field by $\mathbf{E}_0$ and decomposing the transmitted field into components parallel ($\mathbf{E}_d$) and perpendicular ($\mathbf{E}_{nd}$) to $\mathbf{E}_0$, one finds: For $\mathbf{E}_0 \parallel x$: $\mathbf{E}_d \parallel x$, $\mathbf{E}_{nd} \parallel z$, with amplitude $E_{nd} \propto t_{zx}$; For $\mathbf{E}_0 \parallel z$: $\mathbf{E}_d \parallel z$, $\mathbf{E}_{nd} \parallel x$, with amplitude $E_{nd} \propto t_{xz}$. If a polarizer–analyzer pair is arranged in a crossed configuration ($\mathbf{P} \parallel x, \mathbf{A} \parallel z$ or $\mathbf{P} \parallel z, \mathbf{A} \parallel x$), then, in the absence of MSD, the transmitted intensity vanishes (neglecting residual imperfections). MSD, however, generates a finite crossed-polarization transmission intensity $I_{\perp} \propto |t_{xz}|^2$, which can be resonantly enhanced in specific spectral regions.

This resonance arises near the isotropic point ω_{is} , defined as the frequency where the real parts of the transverse dielectric tensor components become equal:

$$\varepsilon_{xx}^{\text{tr}} - \varepsilon_{zz}^{\text{tr}} \sim \omega - \omega_{is} + i\Gamma. \quad (22)$$

Here, Γ is the damping rate (half-width) associated with the relevant exciton–polariton resonance (e.g. the A-exciton). As $\omega \rightarrow \omega_{is}$, the denominator in Eq. (11) becomes small, so that the ratio

$$F(\omega) = \frac{\varepsilon_{xz}^{\text{tr}}}{\varepsilon_{xx}^{\text{tr}} - \varepsilon_{zz}^{\text{tr}}}$$

exhibits a resonant-like enhancement, limited only by the constraints of Eq. (11). Through Eqs. (19)–(21), this leads to a strong peak in $|t_{xz}(\omega)|^2$ and hence in the crossed-polarization transmission intensity [2][4].

Experimentally, such resonant behavior of the transmission signal in crossed polarizers has indeed been observed in CdS in the vicinity of exciton resonances, and can be interpreted as direct evidence of MSD in the principal axes of the dielectric tensor. The width of the resonance in ω provides information on Γ , while its amplitude yields the magnitude of A^{tr} .

Relation to exciton–polaritons and earlier experiments. Within the exciton–polariton model, the strong dispersion of $\varepsilon_{xx}(\omega)$ and $\varepsilon_{zz}(\omega)$ near the A-exciton arises from the coupling of light to the excitonic resonance, leading to upper and lower polariton branches. In an applied magnetic field, the exciton levels and their oscillator strengths are modified, resulting in field-dependent changes of both $\varepsilon_{\lambda\mu}(\omega)$ and the MSD tensor $A_{\lambda\mu\nu\eta}(\omega)$.

Magnetically induced spatial dispersion in CdS was first reported through the observation of magnetic-field-inversion effects on exciton absorption and transmission signals near the ground state of the B-exciton. In these studies, the transmission component arising only in finite magnetic field and changing sign upon field reversal was identified as the MSD contribution due to the $A^{\text{tr}} H_z^{(0)} k_y$ term

Complementary information on exciton–polaritons in CdS has been obtained from magneto-Brillouin scattering, where resonant scattering of light by excitonic polaritons is observed in high magnetic fields. More recent experiments on related II–VI semiconductors, e.g. polarization nutation of exciton–polaritons in bulk (Cd,Zn)Te, explicitly demonstrate the interplay between Faraday rotation and MSD in the time domain and confirm the importance of MSD near exciton resonances.

Discussion. The formal structure of the dielectric tensor in Eq. (1) shows that three distinct classes of effects can contribute to magneto-optical phenomena in nonmagnetic crystals with spatial dispersion:

Faraday effect — described by the antisymmetric tensor $\theta_{\lambda\mu\nu} H_\nu^{(0)}$; it survives at $\mathbf{k} = 0$ and leads to rotation of the polarization plane for light propagating along the magnetic field direction.

Natural optical activity — governed by the antisymmetric tensor $\gamma_{\lambda\mu\nu} k_\nu$; it exists even without applied field and is associated with spatial dispersion in chiral or gyrotropic crystals.

Magneto-spatial dispersion — characterized by the symmetric fourth-rank tensor $A_{\lambda\mu\nu\eta} H_\nu^{(0)} k_\eta$; it vanishes if either $\mathbf{k} = 0$ or $\mathbf{H}^{(0)} = 0$ and yields nonreciprocal birefringence and dichroism effects that depend on the relative orientation of $\mathbf{k}$ and $\mathbf{H}^{(0)}$ [2][4][7].

In CdS with C_{6v} symmetry under Voigt geometry, conventional Faraday rotation is suppressed for propagation along y , while MSD remains operative via the term $A^{\text{tr}} H_z^{(0)} k_y$. As a result, MSD manifests itself primarily through a mixing of the two orthogonal linear polarizations and through the appearance of a cross-polarization component in transmission, rather than as a simple rotation of the polarization plane [2]. This distinction is important both conceptually and experimentally: it means that in a geometry where Faraday rotation is minimized, one can selectively probe MSD and extract its tensor components from polarization-resolved transmission measurements at exciton resonances.

Extraction of MSD parameters from transmission spectra. The analytic expressions (19)–(21) provide a route to determine MSD parameters and exciton–polariton characteristics from CdS transmission spectra: The frequency dependence of the diagonal transmission $T_{xx} = |t_{xx}|^2$ and $T_{zz} = |t_{zz}|^2$ yields information about $\varepsilon_{xx}^{\text{tr}}(\omega)$, $\varepsilon_{zz}^{\text{tr}}(\omega)$, and the exciton–polariton dispersion near the A-exciton [3]. The off-diagonal transmission $T_{\perp} \propto |t_{xz}|^2 = |t_{zx}|^2$, particularly in crossed polarizer–analyzer setups, isolates the effect of MSD through the factor $F_{\perp, \parallel}(\omega)$. Near the isotropic point ω_{is} , the lineshape of $T_{\perp}(\omega)$ is governed by Eq. (22) and allows one to extract the exciton damping parameter Γ . The absolute magnitude of $T_{\perp}$ can be used to estimate the effective MSD constant $A^{\text{tr}}(\omega)$, which in turn can be related to microscopic parameters in the exciton Hamiltonian (such as the coefficient of k -linear terms in the B-exciton Hamiltonian) [2] [4]. Such an approach parallels modern analyses of magneto-optical phenomena in other excitonic and polaritonic systems, where combination of field-dependent dispersion data and polarization-resolved transmission or reflection enables quantitative extraction of microscopic magneto-optical couplings.

Conclusions. A phenomenological theory of magneto-spatial dispersion for exciton–polaritons in CdS crystals subjected to a transverse magnetic field has been presented, with emphasis on the transmission spectra of a CdS plate in Voigt geometry. Starting from the general expansion of the dielectric tensor in powers of k and $H^{(0)}$ and applying Onsager symmetry, the MSD tensor $A_{\lambda\mu\nu\eta}$ was identified and its effective transverse component A^{tr} derived for the relevant geometry.

Under experimentally realistic conditions, analytic formulas for the complex refractive indices of the normal modes and for the full transmission matrix $t_{\lambda\mu}$ were obtained. These expressions show that MSD leads to nonzero off-diagonal transmission coefficients $t_{xz} = t_{zx}$, producing a cross-polarization component in the transmitted light that is strongly enhanced near the isotropic point where $\varepsilon_{xx}^{\text{tr}} \approx \varepsilon_{zz}^{\text{tr}}$. The resonant behavior of the crossed-polarization transmission provides a sensitive probe of MSD and exciton–polariton damping, and is consistent with earlier experimental observations of magnetically induced spatial dispersion in CdS.

The theoretical framework presented here can be used to analyze existing and future magneto-optical measurements on CdS and related semiconductors, enabling quantitative extraction of MSD constants and exciton–polariton parameters. More broadly, it contributes to the general understanding of nonreciprocal and chiral optical phenomena in solids where spatial dispersion, structural asymmetry, and magnetic fields act together to shape the propagation of light.

References

- [1]. Godde, T., Glazov, M. M., Akimov, I. A., Yakovlev, D. R., Mariette, H., & Bayer, M. (2013). Magnetic field induced nutation of exciton-polariton polarization in (Cd, Zn) Te crystals. *Physical Review B—Condensed Matter and Materials Physics*, 88(15), 155203.
- [2]. Ivchenko, E. L., Kochereshko, V. P., Mikhailov, G. V., & Uraltsev, I. N. (1984). Resonance Magneto-Spatial Dispersion of Crystals. *physica status solidi (b)*, 122(1), 221-230.
- [3]. Groser, I., & Rosenzweig, M. (1980). Magneto-Brillouin scattering of polaritons in CdS. *Solid State Communications*, 36(12), 1027-1031.
- [4]. Ivchenko, E. L., Kochereshko, V. P., Mikhailov, G. V., & Ural'tsev, I. N. (1983). Magnetically induced spatial dispersion of crystals in the exciton region of the spectrum. *ZhETF Pisma Redaktsiiu*, 37, 137.
- [5]. Rogalev, A., Goulon, J., & Wilhelm, F. (2008). X-ray detected optical activity. *Comptes Rendus Physique*, 9(5-6), 642-656.
- [6]. Agranovich, V. M., & Ginzburg, V. (2013). *Crystal optics with spatial dispersion, and excitons* (Vol. 42). Springer Science & Business Media.

- [7]. Bousquet, E., Fava, M., Romestan, Z., Gómez-Ortiz, F., McCabe, E. E., & Romero, A. H. (2025). Structural chirality and related properties in the periodic inorganic solids: Review and perspectives. *Journal of Physics: Condensed Matter*.
- [8]. Akhmadaliev, B. J., Yuldashev, N. K., & Yulchiev, I. I. (2018). The role of radiative surface modes and longitudinal excitons in the formation of exciton-polariton luminescence spectra of CdS-type crystals. *Optics and Photonics Journal*, 8(03), 50.
- [9]. Agranovich, V. M., & Ginzburg, V. L. (1971). VI Crystal Optics with Spatial Dispersion. In *Progress in Optics* (Vol. 9, pp. 235-280). Elsevier.

CdS/CdTe GETEROQATLAMLI QUYOSH ELEMENTLARIDA FOTOGENERATSIYA PROFILINING FAZOVIIY TAQSIMOTI VA HAJMIY REKOMBINATSIYA JARAYONLARINI O'RGANISH

V.T. Mirzayev., Magistr M20-24 Ya.O. Abdunabiyev

Farg'ona davlat texnika universiteti,
valijon.mirzayev@bk.ru
(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)

Annotatsiya: Ushbu ishda CdS/CdTe geteroqatlamli quyosh elementlarida fotogeneratsiya profilining fazoviy taqsimoti va hajmiy rekombinatsiya jarayonlari o'rganildi. Natijalar fotogeneratsiya asosan CdTe qatlamda sodir bo'lib, uning maksimumi CdS/CdTe tutashish sohasi yaqinida joylashishini ko'rsatdi. Rekombinatsiya Shockley–Read–Hall mexanizmi orqali tahlil qilinib, uning darajasi zaryad tashuvchilar yashash vaqtiga bog'liqligi aniqlandi. Hajmiy rekombinatsiya ortishi quyosh elementining asosiy fotoelektrik parametrlarini kamaytirishi ko'rsatildi. Olingan natijalar CdTe qatlam sifatini yaxshilash qurilma samaradorligini oshirishda muhimligini tasdiqlaydi.

Kalit so'zlar: dS/CdTe quyosh elementi, fotogeneratsiya profili, hajmiy rekombinatsiya, Shockley–Read–Hall mexanizmi, zaryad tashuvchilar yashash vaqti, fotoelektrik xossalari, CdTe qatlam, geteroqatlam.

Abstract: This study investigates the spatial distribution of photogeneration and bulk recombination in CdS/CdTe heterojunction solar cells. The results show that photogeneration mainly occurs in the CdTe layer, with a maximum near the CdS/CdTe junction. Bulk recombination is analyzed using the Shockley–Read–Hall mechanism, revealing its strong dependence on carrier lifetime. Increased recombination significantly degrades key photoelectric parameters. The findings highlight the importance of improving CdTe layer quality to enhance solar cell performance.

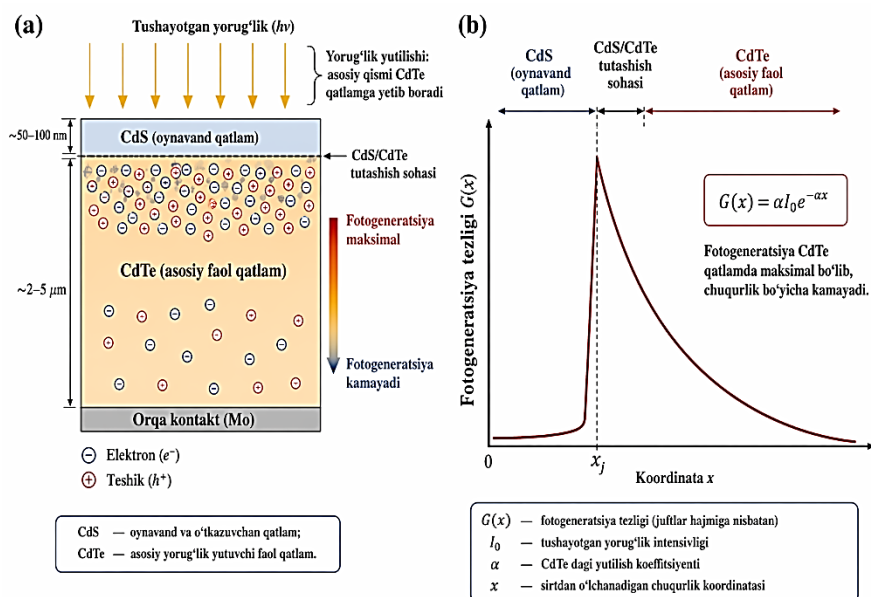
Keywords: CdS/CdTe solar cells, photogeneration profile, bulk recombination, Shockley–Read–Hall mechanism, carrier lifetime, photoelectric properties, CdTe layer, heterojunction.

Аннотация: В работе исследованы пространственное распределение фотогенерации и объемная рекомбинация в солнечных элементах CdS/CdTe. Показано, что фотогенерация происходит преимущественно в слое CdTe и достигает максимума вблизи перехода CdS/CdTe. Рекомбинация проанализирована в рамках механизма Шокли–Рида–Холла и зависит от времени жизни носителей. Установлено, что увеличение рекомбинации ухудшает основные фотоэлектрические параметры. Результаты подчеркивают важность улучшения качества слоя CdTe для повышения эффективности устройства.

Ключевые слова: солнечные элементы CdS/CdTe, профиль фотогенерации, объемная рекомбинация, механизм Шокли–Рида–Холла, время жизни носителей, фотоэлектрические свойства, слой CdTe, гетеропереход.

CdS/CdTe geteroqatlamli quyosh elementlarida fotogeneratsiya jarayonining fazoviy taqsimoti muhim fizik omillardan biri hisoblanadi. Ushbu ishda fotogeneratsiya profilining taqsimoti sxematik va grafik tahlil asosida o'rganildi (1-Rasm). Sxematik tasvirda CdS oynavand qatlam, CdTe asosiy yutuvchi qatlam va CdS/CdTe tutashish sohasi ko'rsatilgan bo'lib, tushayotgan yorug'lik oqimining asosiy qismi CdTe qatlamda yutilishi natijasida zaryad tashuvchilar hosil bo'lishi tasvirlangan.

Tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, CdS qatlami nisbatan yupqa bo'lib, uning asosiy vazifasi yorug'likni minimal optik yo'qotishlar bilan CdTe qatlamga uzatishdan iborat.



1-Rasm. CdS/CdTe quyosh elementida fotogeneratsiya profilining taqsimoti: (a) CdS oynavand qatlami va CdTe asosiy faol qatlamida yorug'lik yutilishi hamda fotogeneratsiyalangan zaryad tashuvchilar hosil bo'lishining sxematik tasviri, (b) fotogeneratsiya tezligi $G(x)$ ning koordinata bo'yicha o'zgarishi.

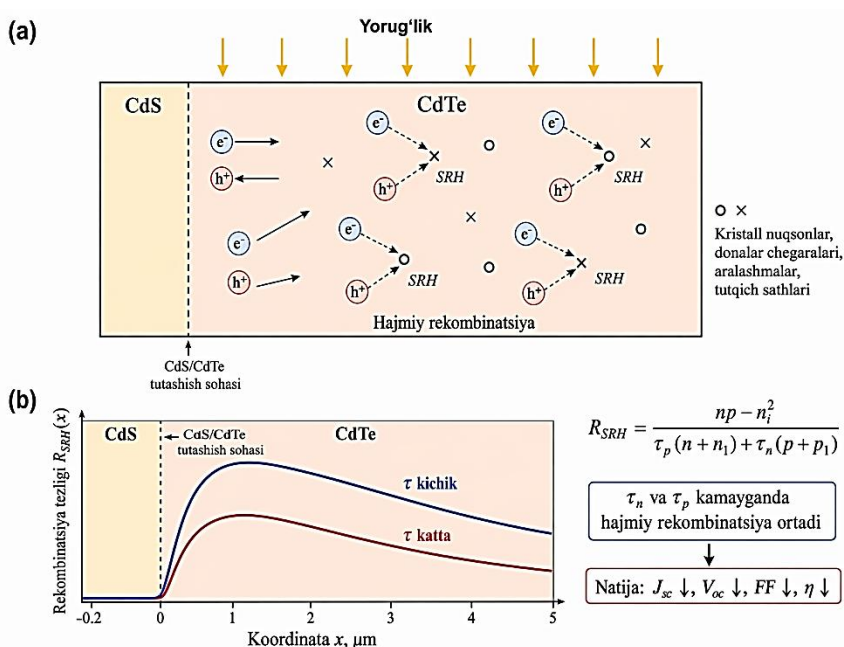
keskin ortadi va CdTe qatlam chuqurligi bo'yicha eksponensial ravishda kamayadi. Bu holat yorug'lik intensivligining material ichida so'nishi bilan bog'liq bo'lib, fotogeneratsiya quyidagi eksponensial qonuniyatga bo'ysunadi:

$$G(x) = G_0 e^{-\alpha x}$$

bu yerda G_0 - sirtga yaqin maksimal fotogeneratsiya tezligi, α - yutilish koeffitsiyenti, x - chuqurlik koordinatasi.

Mazkur natijalar CdTe qatlam qalinligining muhim rol o'ynashini ko'rsatadi. Yetarli qalinlikda tushayotgan fotonlarning katta qismi yutiladi va fotogeneratsiya samaradorligi ortadi. Biroq qatlam juda yupqa bo'lsa, fotonlarning bir qismi yutilmasdan o'tib ketadi, bu esa fototokning kamayishiga olib keladi. Shu sababli fotogeneratsiya profilining fazoviy taqsimoti qatlam qalinligini optimallashtirishda muhim mezon hisoblanadi.

Umuman olganda, CdS/CdTe quyosh elementlarida fotogeneratsiya asosan CdTe qatlamda sodir bo'lib, uning maksimumi tutashish sohasi yaqinida joylashadi va chuqurlik bo'yicha eksponensial kamayadi. Bu natija yorug'lik yutilishi va zaryad tashuvchilar hosil bo'lishining fazoviy xususiyatlarini tushuntirishda muhim ahamiyatga ega hamda qurilmaning samarali ishlash mexanizmini asoslaydi.



2-Rasm. CdS/CdTe quyosh elementida hajmiy rekombinatsiya jarayonining sxematik va grafik tasviri: (a) CdTe qatlam hajmida kristall nuqsonlar, donalar chegaralari, aralashmalar va tutqich sathlari bilan bog'liq Shockley-Read-Hall rekombinatsiyasi, (b) rekombinatsiya tezligi $R_{SRH}(x)$ ning koordinata bo'yicha taqsimoti va zaryad tashuvchilar yashash vaqtining ushbu jarayonga ta'siri.

Bu natija yorug'lik yutilishi va zaryad tashuvchilar hosil bo'lishining fazoviy xususiyatlarini tushuntirishda muhim ahamiyatga ega hamda qurilmaning samarali ishlash mexanizmini asoslaydi.

Asosiy jarayoni yuqori yutilish koeffitsiyentiga ega bo'lgan CdTe qatlamda sodir bo'ladi. Zaryad tashuvchilarning maksimal hosil bo'lishi CdS/CdTe tutashish sohasi yaqinida kuzatiladi, bu esa ichki elektr maydon ta'sirida ularning samarali ajralishini ta'minlaydi.

Fotogeneratsiya tezligining koordinata bo'yicha taqsimoti $G(x)$ funksiyasi orqali tavsiflanadi. Grafik natijalar shuni ko'rsatadiki, CdS qatlam hududida $G(x)$ qiymati juda kichik bo'lib, tutashish sohasi yaqinida

CdS/CdTe geteroqatlamli quyosh elementlarida hajmiy rekombinatsiya ichki yo‘qotishlarning asosiy mexanizmlaridan biri hisoblanadi. Ushbu ishda hajmiy rekombinatsiya jarayonining fizik mazmuni hamda uning qurilma parametrlariga ta’siri sxematik va grafik tahlil asosida o‘rganildi (2-Rasm). Sxematik tasvirda CdTe qatlam hajmida hosil bo‘lgan zaryad tashuvchilarning kristall nuqsonlar, donalar chegaralari, aralashmalar va tutqich sathlari orqali rekombinatsiyaga uchrashi ko‘rsatilgan.

Tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, quyosh nurlanishi ta’sirida elektron–kovak juftliklari asosan CdTe yutuvchi qatlamda hosil bo‘ladi. Biroq ushbu tashuvchilarning muhim qismi foydali fototok hosil qilishdan oldin hajm ichida rekombinatsiyaga uchraydi. Mazkur jarayon, ayniqsa, polikristall CdTe qatlamlar uchun xos bo‘lib, unda donalar chegaralari va nuqsonlar zichligi yuqori bo‘lishi sababli rekombinatsiya markazlari ko‘p bo‘ladi. Ushbu rekombinatsiya asosan Shockley–Read–Hall (SRH) mexanizmi orqali amalga oshadi va fotoaktiv qatlam sifatiga bevosita bog‘liq bo‘ladi.

Rekombinatsiya tezligining fazoviy taqsimoti $R_{SRH}(x)$ orqali tavsiflanadi. Grafik natijalar shuni ko‘rsatadiki, CdS qatlam hududida rekombinatsiya juda kichik bo‘lib, CdS/CdTe tutashish sohasidan keyin keskin ortadi va CdTe qatlam chuqurligi bo‘yicha asta-sekin kamayadi. Bu holat fotogeneratsiyaning aynan CdTe qatlamda kuchli sodir bo‘lishi bilan izohlanadi. Fotogeneratsiya yuqori bo‘lgan hududlarda rekombinatsiya ehtimoli ham yuqori bo‘ladi, shu sababli maksimal rekombinatsiya tezligi tutashish sohasi yaqinida kuzatiladi.

Shockley–Read–Hall rekombinatsiyasi quyidagi ifoda bilan tavsiflanadi:

$$R_{SRH} = \frac{np - n_i^2}{\tau_p(n + n_1) + \tau_n(p + p_1)}$$

Bu yerda: τ_p , τ_n -yashash vaqti, n_1 , p_1 - nuqson darajasiga bog‘liq kattaliklar. Tahlil shuni ko‘rsatadiki, tashuvchilarning yashash vaqti kamaygan sari rekombinatsiya tezligi ortadi. Grafikda ham bu qonuniyat yaqqol ko‘rinadi: kichik τ qiymatlarida rekombinatsiya yuqori, katta τ qiymatlarida esa past bo‘ladi. Hajmiy rekombinatsiyaning ortishi quyosh elementining asosiy fotoelektrik parametrlariga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Xususan, foydali zaryad tashuvchilar sonining kamayishi natijasida qisqa tutashuv toki zichligi J_{sc} kamayadi, ochiq zanjir kuchlanishi V_{oc} pasayadi, to‘ldirish koeffitsiyenti (FF) yomonlashadi va umumiy samaradorlik η kamayadi. Demak, hajmiy rekombinatsiya qurilma samaradorligini cheklovchi muhim ichki omillardan biri hisoblanadi.

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, CdS/CdTe quyosh elementlarida hajmiy rekombinatsiya asosan CdTe qatlamda sodir bo‘ladi va uning darajasi zaryad tashuvchilarning yashash vaqti hamda materialning strukturaviy sifatiga kuchli bog‘liqdir. Shu sababli CdTe qatlamning kristall sifatini yaxshilash, nuqsonlar zichligini kamaytirish va tashuvchilar yashash vaqtini oshirish yuqori samaradorlikka erishishning muhim sharti hisoblanadi.

Adabiyotlar

- [1]. Mirzaev, V. T., Akhmadaliyev, B. J., Yulchiev, I. I., Madraximov, M. M., & Rakhmonov, T. I. (2025). Temperature and Infrared Quenching of Equilibrium Conductivity in $CdSe_xSi_{1-x}$ Film. *East European Journal of Physics*, (2), 247-251. <https://doi.org/10.26565/2312-4334-2025-2-29>
- [2]. Rakhmonov, T., Yusupov, F., Mirzaev, V., Tursunov, I., Rakhimjonov, J., & Akhmadaliyev, J. (2025). Bio-engineered ZnO/PSi nanocomposites: Structural and optical properties for biosensing applications. In *BIO Web of Conferences* (Vol. 173, p. 03015). EDP Sciences. DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/202517303015>
- [3]. Yusupov, F. T., Mirzaev, V. T., Rakhmonov, T. I., Nurmatov, O. R., & Khidirov, D. S. (2025). Enhanced optoelectronic properties of ZnO thin films through boron and fluorine Co-doping. *Journal of Ovonic Research*, 21(3). <https://doi.org/10.15251/JOR.2025.213.285>
- [4]. Ayibzhanov, M., Mamatov, O., Mirzaev, V., & Tuychibaev, B. (2024). Luminescence spectrum of cadmium chalcogenide photovoltaic film structures and their power enhancement. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 583, p. 04003). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202458304003>

UDK 66.061.5(088.8)

GRANULLANGAN AZOT - FOSFORLI O'G'IT ISHLAB CHIQARISH JARAYONIDA MATERIAL OQIMINI BARQARORLASHTIRISH

R.J. Tojiyev, B.J. Xursanov

*Farg'ona davlat texnika universiteti*e-mail: xursanovboyqozi@gmail.com, boyquzi.xursanov@fstu.uz,

ORCID: 0000-0002-2326-4047

e-mail: rasuljon.tojiyev@fstu.uz*(Qabul qilindi 18.03.2026 y.)*

Annotatsiya: Ushbu maqolada granullangan azot - fosforli o'g'it ishlab chiqarish jarayonida material oqimini barqarorlashtirish masalalari tadqiq etilgan. Jarayonda xom ashyo va yarim mahsulotlarning uzluksiz va bir maromda harakatlanishi mahsulot sifati va ishlab chiqarish samaradorligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Tadqiqot doirasida material oqimiga ta'sir etuvchi omillar - granulalar o'lchami, namlik, vibratsiya va mexanik ta'sirlar o'rganildi. Olingan natijalarga ko'ra, material oqimini boshqarishning optimal usullari ishlab chiqildi hamda texnologik jarayon barqarorligini ta'minlash imkoniyatlari asoslandi.

Tayanch so'zlar: granullangan o'g'it, azot-fosforli o'g'it, material oqimi, barqarorlashtirish, granulyatsiya, vibratsiya, namlik, texnologik jarayon, dozalash, energiya samaradorligi.

Аннотация: В данной статье рассматриваются вопросы стабилизации материального потока в процессе производства гранулированных азотно-фосфорных удобрений. Непрерывное и равномерное движение сырья и полуфабрикатов в процессе напрямую влияет на качество продукции и эффективность производства. В рамках исследования были изучены факторы, влияющие на материальный поток: гранулометрический состав, влажность, вибрация и механические воздействия. По полученным результатам были разработаны оптимальные методы контроля потока материала и обоснованы возможности обеспечения стабильности технологического процесса.

Ключевые слова: гранулированное удобрение, азотно-фосфорное удобрение, поток материала, стабилизация, гранулирование, вибрация, влажность, технологический процесс, дозирование, энергоэффективность.

Abstract: This article studies the issues of stabilizing the material flow in the production process of granular nitrogen-phosphorus fertilizers. The continuous and uniform movement of raw materials and semi-finished products in the process directly affects the quality of the product and production efficiency. The factors affecting the material flow - granule size, humidity, vibration and mechanical effects - were studied within the framework of the study. According to the results obtained, optimal methods for controlling the flow of material were developed and possibilities for ensuring the stability of the technological process were substantiated.

Keywords: granular fertilizer, nitrogen-phosphorus fertilizer, material flow, stabilization, granulation, vibration, humidity, technological process, dosing, energy efficiency.

Kirish. Prezidentimiz Shavkat Mirziyoev 2025 yil 3 dekabr kuni kimyo sanoatini rivojlantirish rejalari taqdimoti bilan tanishib, fosforli o'g'itlarning yetarli zaxirasini tayyorlash, o'g'it ishlab chiqaruvchilarga yetarli miqdorda sulfat kislotasini yetkazib berish vazifasi qo'yildi. Ta'kidlanganidek, kimyo sanoatini jadal rivojlantirish va raqamlashtirish bo'yicha aniq strategiya qabul qilingan. 2030 yilgacha tarmoq hajmini kamida ikki barobarga oshirish, mineral o'g'itlar ishlab chiqarishni 1,5 barobarga ko'paytirish va eksport hajmini 1 milliard dollarga yetkazish rejalashtirilgan. Taqdimotda kimyo sanoatidagi yirik korxonalarda ba'zi ishlab chiqarish quvvatlarining eskirgani oqibatida energiya xarajatlarining yuqoriligi va raqobatbardoshlik pastligi ko'rsatib o'tildi. Masalan, azotli o'g'itlar tannarxining 55 foizgacha qismi energiya xarajatlari to'g'ri kelmoqda. Sohada energiya tejankor texnologiyalarni joriy qilish va raqamlashtirish orqali xarajatlarni keskin qisqartirish zarurligi ko'rsatib o'tildi [1].

Qishloq xo'jaligida yuqori hosildorlikka erishishda mineral o'g'itlar, ayniqsa azot va fosforli o'g'itlar muhim ahamiyat kasb etadi. Granullangan azot-fosforli o'g'itlar o'simliklar tomonidan yaxshi o'zlashtirilishi va tashish hamda saqlashda qulayligi bilan ajralib turadi. Granulyatsiya

jarayonida materiallarning fizik va mexanik xususiyatlari, shuningdek, ularning harakatlanish dinamikasi katta ahamiyatga ega. Material oqimining notekisligi, uzilishlari yoki to'planishi ishlab chiqarish jarayoni samaradorligini pasaytiradi. Shu sababli material oqimini barqarorlashtirish masalasi zamonaviy kimyoviy texnologiyaning dolzarb vazifalaridan biri hisoblanadi [1,2,3].

Dolzarblik. Sanoatda granullangan o'g'it ishlab chiqarish jarayonlarida materiallarning barqaror harakatlanmasligi ko'plab muammolarni keltirib chiqaradi:

- granulalar o'lchamining bir xil emasligi;
- texnologik rejimning buzilishi;
- energiya sarfining ortishi;
- mahsulot sifati pasayishi.

Ayniqsa, yuqori namlikli yoki yopishqoq materiallar bilan ishlashda oqimni barqarorlashtirish murakkab vazifa hisoblanadi. Shu bois material oqimini samarali boshqarish va barqarorlashtirish usullarini ishlab chiqish dolzarb ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

Masalaning qo'yilishi. Tadqiqotning asosiy maqsadi - granullangan azot - fosforli o'g'it ishlab chiqarish jarayonida material oqimini barqarorlashtirishning samarali usullarini aniqlash va asoslash.

Quyidagi vazifalar belgilandi:

- material oqimiga ta'sir etuvchi asosiy omillarni aniqlash;
- granulyatsiya jarayonida oqim barqarorligini baholash;
- vibratsion va mexanik ta'sirlarni o'rganish;
- optimal ish rejimlarini ishlab chiqish.

Tadqiqot obyektlari va usullari. Masalani hal etish uchun kompleks yondashuv qo'llanildi. Unda:

1. **Mexanik usullar** - materialni harakatlantiruvchi qurilmalarni takomillashtirish;
2. **Vibratsion usullar** - titratgich qurilmalar yordamida oqimni barqarorlashtirish;
3. **Texnologik usullar** - namlik va granula o'lchamini nazorat qilish;
4. **Modellashtirish** - material harakatini matematik ifodalash.
5. **Ishlab chiqarish usuli** - ammoniy sulfat eritmasi ishtirokida granullangan ammiakli selitrani Toshkura fosfat jinsi bilan changdan tozalash.

Material oqimini tavsiflovchi asosiy ko'rsatkichlar:

- oqim tezligi (v);
- massa sarfi (G); zichlik (ρ).

Ular o'rtasidagi bog'liqlik quyidagicha ifodalanadi:

$$G = \rho \cdot v \cdot S \quad (1)$$

bu yerda S — kesim yuzasi.

Azot-fosforli o'g'it qishloq xo'jaligi uchun TSh 6.1-00203849-111:2007 talablariga muvofiq ishlab chiqariladi. Fizik-kimyoviy xossalari bo'yicha azot-fosforli o'g'it 1-jadvalda ko'rsatilgan standartlarga javob berishi kerak [4].

Fizik-kimyoviy xossalari bo'yicha azot-fosforli o'g'it 1-jadvalda ko'rsatilgan standartlarga javob berishi kerak

1-jadval

t/r	Ko'rsatkich nomi	A sinf uchun standart
1	Quruq moddada azot sifatida hisoblangan nitrat va ammoniy azotning massa ulushi, %	22–28
2	Quruq moddada P ₂ O ₅ sifatida hisoblangan fosfatlarning massa ulushi, %	1–6
3	Suvning massa ulushi, %	3 dan ortiq emas
4	10% eritmaning vodorod indeksi (pH)	5 dan kam emas
5	Granulometrik tarkibi:	
	- granulalarning massa ulushi 1 dan 6 mm gacha, %	95 dan kam emas
	- granulalarning massa ulushi 1 mm dan kam, %	5 dan ortiq emas
6	Granulalarning statik kuchi, N/granula (g/granula)	kamida 7 (700)
7	Yengillik, %	100 dan kam emas

Kimyo va fizik-kimyoviy ishlab chiqarish tamoyillari. Ishlab chiqilayotgan texnologiyaning maqsadi tashqi ta'sirlarga chidamli, portlash xavfi kamroq, agrokimyoviy samaradorligi yuqori, savdo xossalari yaxshi, fosforning hazm bo'ladigan shakllarini o'z ichiga olgan barqarorlashgan ammiakli selitra asosidagi o'g'it olishning tejamkor usuli va texnologiyasini ishlab chiqishdan iborat.

Stabillashgan ammiakli selitra yoki azot-fosforli o'g'it tayyor ammiakli selitra granularini yuqori karbonatli fosfat jinsi bilan changlatish orqali ishlab chiqariladi. Changni tozalash jarayoni ammoniy sulfat (yoki ammoniy sulfat nitrat yoki ammoniy fosfatlar) eritmasi ishtirokida azot-fosforli o'g'itlar og'irligining 6% (quruq moddaga qarab) nisbatida amalga oshiriladi. Granulalarni changdan tozalash uchun ishlatiladigan yuqori karbonatli fosfat jinsi miqdori azot-fosforli o'g'itlar og'irligining 20-25% ni tashkil qiladi [4,5].

Ammiakli selitra donachalarining yuzasi ammoniy tuzlarining to'yingan eritmasi bilan ishlov berilganda, eritma granulalarning mikrog'ovakchalarini (mikroyoriqlarini) to'ldiradi va ularning yuzasiga chang moddani — yuqori karbonatli fosfat jinsini mustahkam bog'laydi. Bu stabillashgan ammiakli selitra granulari yuzasida himoya qatlamini hosil qiladi. Kukunlash jarayonida bog'lovchi vosita granular yuzasida yuqori karbonatli fosfat jinsining tarkibiy qismlari bilan o'zaro ta'sir qiladi. Masalan, ammoniy sulfat (yoki ammoniy sulfat-nitrat) qo'shimchalar bilan kaltsiy sulfat va kaltsiy fosfatlarini, ammoniy fosfatlar esa kaltsiy fosfatlarini hosil qiladi, ular granular yuzasini yupqa qatlam bilan qoplaydi, ya'ni himoya qatlami kamroq tuzlar bilan hosil bo'ladi. Ammoniy nitratning gigroskopik tuzlarini va granulalarning kaltsiyini tashqi muhitdan ajratib turadi. Olingan granular yuzasini bog'lovchi vosita - ammoniy tuzlarining to'yingan eritmasi va changni tozalash vositasi - yuqori karbonatli fosfatli tosh uni bilan keyingi ishlov berish himoya qatlamining qalinligini oshiradi. Stabillashtirilgan granular yuzasida tez eriydigan, gigroskopik tuzlar - ammoniy va kaltsiy nitratlar yo'qligi sababli, hosil bo'lgan mahsulot uzoq muddatli saqlash va namlikning oshishi bilan tortilmaydi.

Ammiakli selitra granularini changdan tozalash uchun azot-fosforli o'g'it olish jarayonida standart silliqlashning yuqori karbonatli fosfat jinsi Toshkura TSh 81-31:2008 qo'llaniladi - №0,16 elakdagi qoldiq 30% dan ko'p bo'lmagan maxsus ishlov berish bilan 1% dan oshmaydi, majburiy shart.

Olingan mahsulot barcha turdagi tuproqlarda samarali bo'ladi. Qo'llashdan keyin fosfat minerali ammiakli selitra bilan faollashadi. Yuqori karbonatli fosfat jinsidagi fosfor va kaltsiyning deyarli barchasi hazm bo'ladigan shakllarga aylanadi va murakkab azot-fosfor-kaltsiy o'g'itini hosil qiladi. Shu tarzda qayta ishlangan azot-fosforli o'g'itning granulari uzoq muddatli saqlash vaqtida barqaror bo'lib qoladi [5].

Azot-fosforli o'g'it gigroskopik emas, barcha qishloq xo'jaligi ekinlari uchun samarali kompleks o'g'itdir.

Tadqiqot uslublari. Tadqiqotda quyidagi uslublardan foydalanildi:

- eksperimental tahlil;
- laboratoriya modellari;
- matematik modelashtirish;
- statistik qayta ishlash;
- vizual kuzatish va o'lchashlar.

Tajribalarda granular o'lchami, namlik darajasi va vibratsiya parametrlari o'zgartirilib, ularning oqimga ta'siri o'rganildi.

Olingan natijalar va muhokama. Azot-fosfatli o'g'it ishlab chiqarish oqimining tavsifi. Azot-fosforli o'g'itlarni ishlab chiqarish jarayoni quyidagi bosqichlardan iborat:

- tosh fosfatni qabul qilish, tashish va saqlash;
- ammoniy sulfatning to'yingan eritmasini tayyorlash;
- ammiakli selitra granularini kukunlash va azot-fosforli o'g'itni quritish;
- granullangan azot-fosforli o'g'itlarning tasnifi;
- chang va gaz chiqindilarini tozalash.

Fosfat jinslarini qabul qilish, tashish va saqlash. Shamollatish moslamasi bilan jihozlangan

pnevmatik rezervuarlardan yoki qoplangan temir yo'l vagonlaridan chang fosfat jinsini tushirish X-3 pnevmatik tushirish moslamasi yordamida amalga oshiriladi.

Pnevmatik yuk tushirish moslamasi. X-3 qabul qilish moslamasi, cho'ktirish kamerasi, vakuum nasosi va elektr jihozlaridan iborat. Cho'kma kamerasi va vakuum nasosi tushirish platformasida doimiy ravishda o'rnatiladi, qabul qilish moslamasi esa dvigatel tomonidan boshqariladigan o'ziyurar agregat bo'lib, tushirish vaqtida vagonga kiradi. Qabul qilish moslamasi cho'ktiruvchi kameraga rezina mato gilzasi orqali ulanadi. Vakuum nasosi pos. H-4 pnevmatik tushirgichda vakuum yaratish uchun ishlatiladi. Keyin fosfat jinsi kukuni quritilgan texnologik havo yordamida cho'ktiruvchi kameradan chiqariladi, u 0,17 MPa (PI-1) bosim ostida silos posasidan quvur liniyasi tizimi orqali pnevmatik tushirgichga kiradi. X-1. [4,5].

Siloslar vertikal silindrsimon beton konstruksiyalar bo'lib, pastki konussimon va 500 tonna sig'imga ega.

Siloslar tubidagi fosfat jinsining siqilishiga yo'l qo'ymaslik uchun quruq texnologik havo 0,25 MPa bosim ostida silos tubiga o'rnatilgan havo ventilyatori orqali beriladi. Bosim PIR-9 qurilmasi tomonidan nazorat qilinadi. LAHL-1 qurilmasi boshqaruv panelidagi siloslardagi maksimal va minimal darajalarni signallash uchun ishlatiladi.

Fosfat jinsi kukunini tashish uchun ishlatiladigan havo qop filtrida (F-2-modda) fosfat jinsi changidan tozalanadi, silosga o'rnatiladi va keyin filtr orqali atmosferaga chiqariladi (B-1-modda).

Silosdan olingan fosfat tosh kukuni (X-1-modda) aylanma oziqlantiruvchi (X-2-modda) va bunker (E-2-modda) orqali pnevmatik ko'targichning qabul qilish kamerasiga (PT-2-modda) kiradi.

E-2 bunker tekis qopqoqli va konusning pastki qismiga ega vertikal po'latdan yasalgan idishdir. Hopper qopqog'ida havo o'tkazgich uchun ulanish mavjud. LAHL-2 qurilmasi boshqaruv panelidagi bunkerlardagi maksimal va minimal darajalarni signallash uchun ishlatiladi [4,5,6].

PT-2 pnevmatik ko'targichning lifti rom, konsolli bosimli shnek, qabul qilish va aralashtirish kameralari, nazorat klapan va dvigateldan iborat. Pnevmatik elevator quyidagicha ishlaydi: qabul qilish kamerasiga kiradigan fosfat kukuni bosimli shnek tomonidan aralashtirish kamerasiga tashiladi, u erda havo tubi orqali etkazib beriladigan texnologik havo bilan intensiv ravishda gazlanadi. Kuvur orqali etkazib beriladigan quritilgan texnologik havodan foydalanib, gazlangan fosfat kukuni konveyer quvuri orqali fosfat kukunini qabul qilish idishiga (E-4-modda) tashiladi.

Fosfat jinsini tashishda hosil bo'lgan havo F-4 qop filtrida fosfat jinsi changidan tozalanadi, E-4 qabul qiluvchi bunkerining yuqori qismiga o'rnatiladi va keyin B-4 ventilyatori orqali atmosferaga chiqariladi.

Fosfat jinsi BG-13 granulyator barabaniga X-4 havo blokirovkasi orqali oziqlanadi.

X-33 suyuqlangan qatlamning birinchi qismidagi ammiakli selitra PT-13 konveyer mexanizmiga truba orqali kiradi va keyin EL-13 elevatori orqali E-13 qabul qiluvchi bunkeriga beriladi. E-13 bunkeridan X-13 havo blokirovkasi orqali oziqlantiruvchi BG-13 granulyator barabaniga tushirish liniyasi orqali kiradi.

Ammoniy sulfat zavodga avtomashinalarda qoplarda keltiriladi. Elektr ko'targich ammoniy sulfatni platformaga ko'taradi.

45% ammoniy sulfat eritmasini olish uchun P-10 reaktoriga kerakli miqdorda suv qo'shiladi, LIAHL-10 darajali o'lchagich nazorat panelida minimal va maksimal signallarga ega.

Ammoniy sulfatni to'liq eritib yuborish uchun reaktorga havo pufakchalari quyiladi (P-10-modda), 70-85°C doimiy haroratni saqlab turish uchun bug'lashga beriladi. Reaktor harorati TIAHL-10 asbobi yordamida nazorat qilinadi. 45% ammoniy sulfat eritmasi ammoniy sulfat idishiga (E-11-modda) markazdan qochma nasos yordamida beriladi (H-10/1.2). Kristalli yog'ingarchilikni oldini olish uchun ammoniy sulfat eritmasini pufaklash uchun unga havo beriladi (E-11-modda). Idishdagi doimiy haroratni saqlab turish uchun (E-11-modda) bug'lashga beriladi.

SA reaktordagi daraja (E-11-modda) TIAHL-11 qurilmasi yordamida nazorat qilinadi. H-11/1.2 santrifuj nasosi yordamida ammoniy sulfat nozullar orqali ammoniy nitrat qabul qilish idishining tushirish liniyasiga beriladi (E-13-band). Ammoniy sulfat iste'moli FI-11 oqim o'lchagich yordamida nazorat qilinadi.

Azot-fosforli o'g'it ishlab chiqarish uchun granulyatsiyalangan nitrat va fosfat xom

ashyosining hisoblangan nisbati barabanli granulyatorga yuklanadi (BG-13-modda).

Zavoddan 45-50° S haroratda granulyatsiyalangan ammiakli selitra konveyer mexanizmidan (PT-13-modda) lift (EL-13-modda) orqali oziq-ovqat qutisiga (E-13-modda) va tortish moslamasiga (X-13-modda) beriladi. Keyin u granulyator barabaniga (BG-13-modda) tushirish quvur liniyasi orqali kiradi.

Ammiakli selitrallari granulalarni changdan tozalash prinsipi shundan iboratki, granulyator barabani aylanayotganda ammiakli selitra granulalarining yuzasi bir vaqtning o'zida ammoniy sulfatning bog'lovchi eritmasi bilan ishlanadi va fosfat jinsi bilan changlanadi [4,5,6].

Donador ammiakli selitra, fosfat uni va ammoniy sulfat eritmasini granulator tamburiga kiritishda eng muhim nuqta komponentlarning qat'iy belgilangan vazn nisbatini barqaror saqlashdir. Keyinchalik, granullangan nam 6,0-6,5% azot-fosforli o'g'it vintli konveyer (PT-5) orqali barabanli quritgichga (BS-14-modda) beriladi. Azot-fosforli o'g'it granulalarini quritish 140-150 ° S haroratda quritgich (B-14-modda) yordamida bug 'isitgichida (T-14-modda) hosil bo'lgan issiq havo bilan amalga oshiriladi va TIRAH-14 qurilmasi tomonidan boshqariladi. Azot-fosforli o'g'itning harorati 70-80 ° S dan oshmasligi kerak. Egzoz gazining harorati 85 ° S ni tashkil qiladi va TI-15 qurilmasi tomonidan boshqariladi.

Nam kukunli granulalar quriganida, namlik bug'lanadi. Azot-fosforli o'g'itlar granulalarini quritish jarayonida namlik granulalar yuzasidan nisbatan tez bug'lanadi va granulalarning ichki qatlamlaridan sirtga asta-sekin o'tadi.

Quritilgan azot-fosforli o'g'it PT-6 vintli konveyer orqali EL-14 liftiga yuboriladi va keyin H-14 ikki ekranli tasniflagichlarga yuboriladi. Quritilgan azot-fosforli o'g'itning granulalari kattaligi 1 mm dan kam va 6 mm dan ortiq bo'lmagan qo'pol ulushi ekrandan o'tib, PT-3 vintli konveyer orqali BG-13 granulator barabaniga kiradi.

Donacha kattaligi 1-6 mm bo'lgan azot-fosforli o'g'itning tovar ulushi ikkinchi elakdan konveyer mexanizmi (PT-14-modda) orqali tayyor mahsulotni qabul qilish qutisiga (E-14-modda) o'tkaziladi. Tayyor mahsulot qutisidan azot-fosforli o'g'it yarim avtomatik qadoqlash mashinasiga (U-1-modda) beriladi. Yarim avtomatik qadoqlash mashinasidan foydalanib, u 50 ± 1 kg qoplariga qadoqlanadi va keyin iste'molchilarga jo'natiladi yoki tayyor azot-fosforli o'g'itlar omboriga yuboriladi.

Barabanli quritgichdan (pos. BS-14) chang bilan to'ldirilgan havo nam tozalash uchun skrubberga (poz. C-15) yuboriladi, yutuvchi suyuqlik kollektoridan (poz. E-15) suv bilan sug'oriladi, so'ngra dumli ventilyator (pos. B-15) orqali purkagich (X-15) orqali chiqariladi. Sanitariya me'yorlari bo'yicha tozalangan havo atmosferaga filtr orqali chiqariladi. Skrubberda sug'orish sirkulyatsiya pompasi (pos. H-15 / 1.2) tomonidan yopiq konturda amalga oshiriladi. Absorbsion suyuqlikning zichligi oshishi bilan uning bir qismi markazdan qochma nasos (pos. H-15/1,2) tomonidan Karbamid zavodining NDF ga yo'naltiriladi. Skrubber tizimidagi daraja suv ta'minoti orqali saqlanadi [4,5,6,7]. .

Tadqiqot natijalari quyidagilarni ko'rsatdi:

1. Material namligi ortishi oqim barqarorligini pasaytiradi.
2. Granula o'lchami bir xil bo'lganda oqim barqarorligi oshadi.
3. Vibratsiya ta'sirida materiallar erkin harakatlanadi va to'planish kamayadi.
4. Optimal chastota va amplitudada titratgich qurilma eng yaxshi natija beradi.

Muhokama jarayonida aniqlandiki:

- material oqimi barqarorligi texnologik jarayon samaradorligini 15–25% gacha oshiradi;
- energiya sarfi 10–15% gacha kamayadi;
- mahsulot sifati yaxshilanadi.

Xulosa va takliflar. Tadqiqot natijalari asosida quyidagi xulosalarga kelindi:

1. Material oqimini barqarorlashtirish granullangan o'g'it ishlab chiqarish samaradorligini oshiradi.
2. Vibratsion qurilmalar oqimni boshqarishda samarali vosita hisoblanadi.
3. Namlik va granula o'lchamini nazorat qilish muhim omildir.

Takliflar:

- ishlab chiqarishda titratgich va avtomatik dozatorlardan foydalanish;
- granulyatsiya jarayonini optimallashtirish;
- namlikni nazorat qiluvchi tizimlarni joriy etish;
- energiya tejankor texnologiyalarni qo'llash.

Adabiyotlar

- [1]. Prezident Shavkat Mirziyoev 2025 yil 3 dekabr kuni kimyo sanoatini rivojlantirish rejalari taqdimoti bilan tanishdi. <https://president.uz/uz/lists/view/>
- [2]. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Shavkat Mirziyoyevning Oliy Majlis va O'zbekiston xalqiga Murojaatnomasi. 26.12.2025.
- [3]. O'R.Salomov, R.J.Tojiyev, I.M.To'xtarov Yangi O'zbekiston – innovatsion taraqqiyot yo'lida. Ilmiy-ommabop qo'llanma. Farg'ona: "Dono" Nashriyoti, 2021. - 283 b.
- [4]. Azot-fosforli o'g'itlar (AFU) ishlab chiqarish bo'yicha tajriba-sanoat qurilmasi uchun vaqtinchalik texnologik reglament. "Farg'onaazot" AJ xujjatlari.2010.- 44 bet.
- [5]. Kattaev N, M.Muxammadiev, X.Mirzoxidov.Kimyoviy texnologiya: Oliy o'quv yurtlari talabalari uchun darslik.- Toshkent: Yangiyo'l poligraf servis, 2008.- 420 b.
- [6]. Yusupbekov N.R., Nurmuhamedov H.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. - Toshkent, O'qituvchi, 2003. - 557 b.
- [7]. Tojiyev R.J., Axunbaev A.A., Xursanov B.J., Axrorov A.A. Kimyoviy injiniringda issiqlik va massa almashinish. Texnika oliy o'quv yurtlari talabalari uchun o'quv qo'llanma. - Toshkent. "NAVRO'Z", 2019. – 192 bet.

SUPERFOSFATNI BARABANLI APPARATDA QURITISHDA HARORAT REJIMINI OPTIMALLASHTIRISH

A.A. Axunbayev

Farg'ona davlat texnika universiteti

webmail: adil.axunboyev@fstu.uz

(Qabul qilindi 18.03.2026 y.)

Annotatsiya. Ushbu maqolada superfosfatni barabanli quritgichda quritish jarayonida quritish agenti haroratining yakuniy namlik, bug'langan namlik miqdori, aerodinamik qarshilik va umumiy issiqlik sarfiga ta'siri tahlil qilingan. Tadqiqotda harorat rejimi 100, 120 va 140 °C qiymatlarda, gaz tezligi 5–20 m/s, ish unumdorligi 0,09–0,1 kg/s va nasadkalar soni 24, 30 hamda 36 dona bo'lgan sharoitlarda ko'rib chiqilgan. Tadqiqot natijalariga ko'ra haroratning 100 °C dan 140 °C gacha oshirilishi superfosfat tarkibidagi yakuniy namlikni sezilarli darajada kamaytirgan va bug'langan namlik miqdorini oshirgan. Masalan, $G = 0,09$ kg/s, $v = 20$ m/s va 36 dona nasadka sharoitida harorat 100 °C dan 140 °C gacha oshirilganda W_2 qiymati 4,7 % dan 2,9 % gacha pasayishi kuzatilgan. Biroq haroratning oshishi umumiy issiqlik sarfini ham ko'paytiradi. Shu sababli 120–140 °C harorat oralig'i quritish samaradorligi va energiya sarfi o'rtasidagi maqbul rejim sifatida baholangan.

Kalit so'zlar: superfosfat, barabanli quritgich, harorat rejimi, quritish samaradorligi, yakuniy namlik, bug'langan namlik, aerodinamik qarshilik, issiqlik sarfi.

Kirish.

Superfosfat mineral o'g'itlar ishlab chiqarishda keng qo'llaniladigan mahsulotlardan biri bo'lib, uning sifat ko'rsatkichlari tarkibidagi namlik miqdoriga bevosita bog'liq. Quritish jarayoni yetarli darajada amalga oshirilmasa, tayyor mahsulot tarkibida ortiqcha namlik saqlanib qoladi. Bu esa granulalarning yopishishi, saqlash davrida qotib qolishi, tashishda texnologik noqulayliklar va sifat pasayishiga olib keladi. Shuning uchun superfosfatni quritishda optimal harorat rejimini tanlash muhim texnologik vazifa hisoblanadi.

Barabanli quritgichlarda quritish agenti harorati jarayonning eng ta'sirchan omillaridan biridir. Harorat oshishi bilan material va gaz oqimi o'rtasidagi issiqlik almashinuvi kuchayadi, namlikning bug'lanish tezligi ortadi va mahsulotning yakuniy namligi kamayadi [1-3]. Lekin haroratni haddan tashqari oshirish energiya sarfining ko'payishiga, quritgich devorlarida issiqlik yo'qotishlarining ortishiga va mahsulot sifatining o'zgarishiga sabab bo'lishi mumkin.

Shu sababli mazkur maqolada superfosfatni barabanli quritgichda quritish jarayonida harorat rejimini optimallashtirish, ya'ni yakuniy namlikni kamaytirish va energiya sarfini me'yoriy darajada saqlash imkoniyatlari tahlil qilindi.

Tadqiqot metodikasi.

Tadqiqot superfosfatni barabanli quritgichda quritish jarayoni uchun tuzilgan hisobiy ma'lumotlar asosida amalga oshirildi. Quritgichning asosiy geometrik parametrlari doimiy qabul qilindi: baraban diametri $D = 0,3$ m, baraban uzunligi $L = 2$ m, aylanishlar soni $n = 12$ ayl/min, konstruktiv koeffitsient $\alpha = 0,25$. Dastlabki namlik $W_0 = 20$ % deb olindi.

Tadqiqotda asosiy o'zgaruvchi omil sifatida quritish agenti harorati tanlandi. Harorat 100, 120 va 140 °C qiymatlarda tahlil qilindi. Bundan tashqari, gaz tezligi 5, 10, 15 va 20 m/s, ish unumdorligi 0,09; 0,095 va 0,1 kg/s, nasadkalar soni esa 24, 30 va 36 dona holatlarda ko'rib chiqildi.

Jarayon samaradorligini baholash uchun quyidagi asosiy ko'rsatkichlar tanlandi: yakuniy namlik W_2 , bug'langan namlik miqdori $G_{bug'}$, aerodinamik qarshilik ΔP , qarshilik koeffitsienti ζ , materialni qizdirish uchun sarflangan issiqlik q_{isit} va umumiy issiqlik sarfi q_{um} [4].

Hisoblarda umumiy issiqlik sarfi quyidagi ifoda asosida baholandi, kJ/kg;

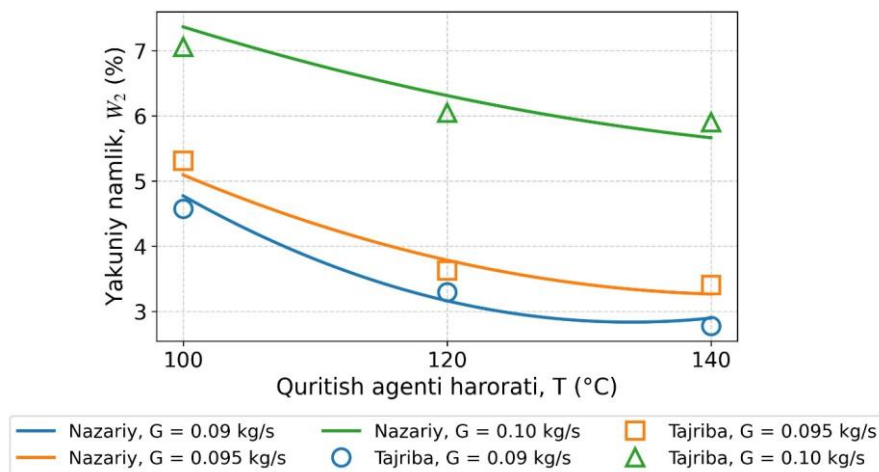
$$q_{um} = 2660,078 + q_{isit}$$

bunda 2660,078 kJ/kg — namlikni bug'lantirish uchun asosiy issiqlik sarfi, qisit esa materialni qizdirishga sarflangan issiqlik miqdorini ifodalaydi.

Natijalar grafik usulida tahlil qilindi. Bunda haroratning yakuniy namlikka, bug'langan namlik miqdoriga, aerodinamik qarshilikka va umumiy issiqlik sarfiga ta'siri alohida baholandi [5].

Natijalar va muhokama.

Harorat rejimining superfosfat quritish samaradorligiga ta'sirini baholashda birinchi navbatda materialning yakuniy namligi tahlil qilindi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, quritish agenti harorati oshishi bilan mahsulotda qoladigan yakuniy namlik izchil ravishda kamayadi. 1-rasmda quritish agenti haroratining superfosfat yakuniy namligiga ta'siri keltirilgan.



1-rasm. Quritish agenti haroratining superfosfat yakuniy namligiga ta'siri.

1-rasmdan ko'rinib turibdiki, harorat 100 °C dan 140 °C gacha oshirilganda barcha ish unumdorliklari va nasadkalar sonida W_2 qiymati pasaygan. Masalan, $G = 0,09$ kg/s, $v = 20$ m/s va 36 dona nasadka sharoitida yakuniy namlik 100 °C da 4,7 %, 120 °C da 3,2 %, 140 °C da esa 2,9 % ni tashkil etgan. Demak, haroratni 100 °C dan 140 °C gacha

oshirish natijasida yakuniy namlik 1,876 foiz bandga, ya'ni taxminan 39,3 % ga kamaygan.

Xuddi shu sharoitda 24 dona nasadka qo'llanilganda ham harorat ta'siri aniq kuzatiladi. $G = 0,09$ kg/s, $v = 20$ m/s va 24 dona nasadka holatida W_2 qiymati 100 °C da 6,3 %, 120 °C da 4,3 %, 140 °C da 3,7 % bo'lgan. Bu natijalar harorat oshishi material tarkibidagi namlikni samarali kamaytirishini ko'rsatadi.

Ish unumdorligi yuqoriroq bo'lgan holatlarda ham ushbu qonuniyat saqlanadi. Masalan, $G = 0,1$ kg/s, $v = 20$ m/s va 36 dona nasadka sharoitida yakuniy namlik 100 °C da 7,4 %, 120 °C da 6,3 %, 140 °C da 5,7 % bo'lgan. Bu yerda ham harorat oshishi bilan quritish chuqurlashgan, ammo ish unumdorligi yuqori bo'lgani uchun yakuniy namlik nisbatan kattaroq qiymatlarda saqlangan.

Haroratning oshishi faqat yakuniy namlikni kamaytirmaydi, balki bug'langan namlik miqdorini ham oshiradi. Bu bog'liqlik 2-rasmda ko'rsatilgan.

2-rasm grafigiga ko'ra, harorat oshishi bilan materialdan ajralib chiqayotgan namlik miqdori ortadi. Masalan, $G = 0,095 \text{ kg/s}$, $v = 20 \text{ m/s}$, 36 dona nasadka sharoitida G_{bug} qiymati 100°C da $0,0177 \text{ kg/s}$, 120°C da $0,0192 \text{ kg/s}$, 140°C da $0,0198 \text{ kg/s}$ ni tashkil etgan. Bu natija haroratning 100°C dan 140°C gacha oshirilishida bug'langan namlik miqdori 12,3 % ga ortganini ko'rsatadi.

$G = 0,09 \text{ kg/s}$ va 36 dona nasadka holatida ham shunga yaqin natija kuzatiladi. Bug'langan namlik miqdori 100°C da $0,0171 \text{ kg/s}$, 120°C da $0,0189 \text{ kg/s}$, 140°C da $0,0192 \text{ kg/s}$ gacha oshgan. Demak, harorat oshishi issiqlik va massa almashinuv jarayonini faollashtirib, namlikning bug'lanishini kuchaytiradi.

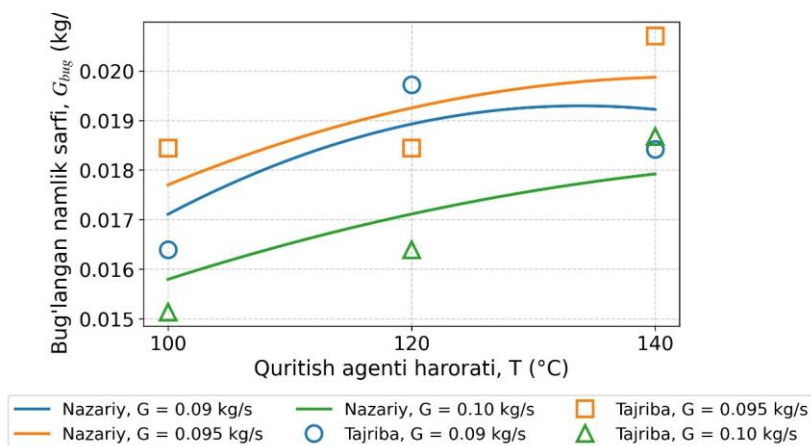
Biroq harorat oshishi quritish samaradorligini kuchaytirishi bilan birga, quritgichning aerodinamik va energetik ko'rsatkichlariga ham ta'sir ko'rsatadi. 3-rasmda haroratning aerodinamik qarshilikka ta'siri keltirilgan.

3-rasmdan ko'rinib turibdiki, harorat oshishi bilan ayrim rejimlarda aerodinamik qarshilik ham ortib boradi. Masalan, $G = 0,09 \text{ kg/s}$, $v = 20 \text{ m/s}$, 36 dona nasadka sharoitida ΔP qiymati 100°C da 1044 Pa , 120°C da 1161 Pa , 140°C da 1281 Pa bo'lgan. Bu holatda harorat 100°C dan 140°C gacha oshirilganda aerodinamik qarshilik 237 Pa ga, ya'ni taxminan 22,8 % ga oshgan.

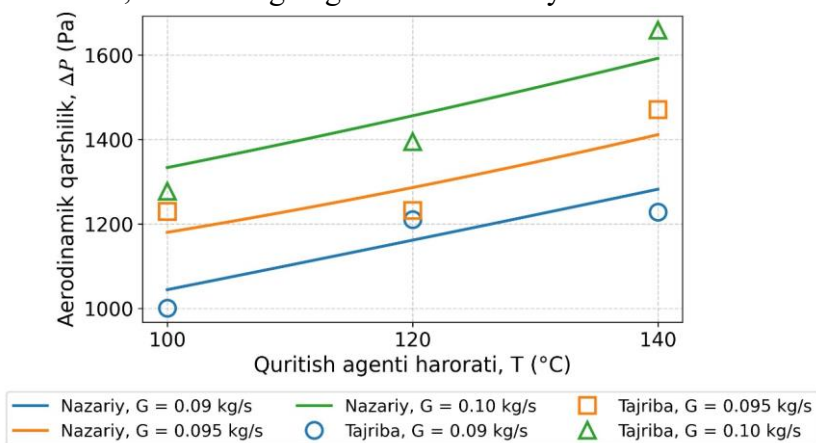
Ish unumdorligi $0,1 \text{ kg/s}$ bo'lgan holatda esa qarshilik qiymatlari yanada yuqori bo'ladi. Masalan, $v = 20 \text{ m/s}$, 36 dona nasadka va $G = 0,1 \text{ kg/s}$ da ΔP 100°C da 1333 Pa , 120°C da 1455 Pa , 140°C da 1591 Pa ga teng bo'lgan. Bu natijalar ish unumdorligi va harorat oshganda quritgich ichidagi oqim qarshiligi ortishini ko'rsatadi.

Shu bilan birga, harorat rejimini tanlashda umumiy issiqlik sarfi hal qiluvchi ahamiyatga ega. Chunki past haroratda quritish yetarli darajada chuqur bo'lmasligi mumkin, yuqori haroratda esa energiya sarfi ortadi [5-7]. Bu holat 4-rasmda keltirilgan.

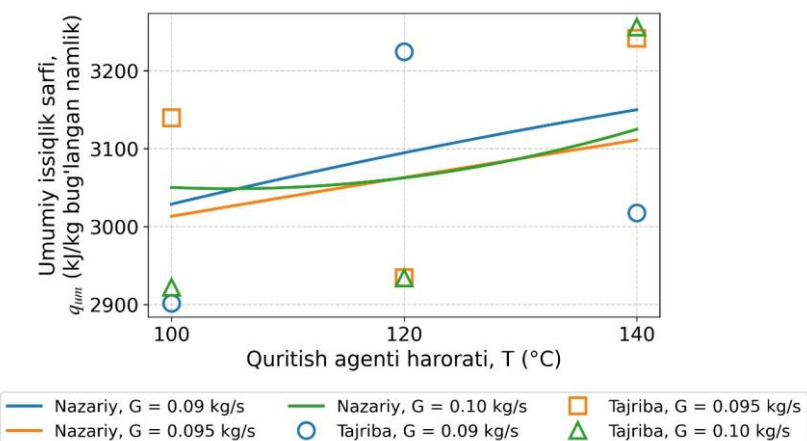
4-rasm grafigi sharhidan ma'lum bo'ladiki, harorat 100°C dan 140°C gacha oshganda umumiy issiqlik sarfi ham ma'lum darajada ortib boradi. Masalan, $G = 0,09 \text{ kg/s}$, $v = 20 \text{ m/s}$ va 36



2-rasm. Haroratning bug'langan namlik miqdoriga ta'siri.



3-rasm. Quritish agenti haroratining aerodinamik qarshilikka ta'siri.



4-rasm. Quritish agenti haroratining umumiy issiqlik sarfiga ta'siri.

dona nasadka sharoitida qum qiymati 100 °C da 3028 kJ/kg bugʻ, 120 °C da 3094 kJ/kg bugʻ, 140 °C da 3150 kJ/kg bugʻ boʻlgan. Bu holat haroratning oshishi quritishni yaxshilasa-da, qoʻshimcha issiqlik sarfini talab qilishini koʻrsatadi.

$G = 0,1$ kg/s, $v = 20$ m/s va 36 dona nasadka sharoitida qum 100 °C da 3050 kJ/kg bugʻ, 120 °C da 3062 kJ/kg bugʻ, 140 °C da 3124 kJ/kg bugʻ ga teng boʻlgan. Bu yerda harorat 120 °C dan 140 °C ga oshganda yakuniy namlik 6,3 % dan 5,7 % gacha kamaygan, ammo issiqlik sarfi 62 kJ/kg bugʻ ga ortgan.

Shuning uchun haroratni optimallashtirishda faqat eng past namlikka erishish emas, balki qoʻshimcha energiya sarfining iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiqligi ham baholanishi lozim [8-9]. Olingan natijalarga koʻra, 100 °C haroratda quritish jarayoni ayrim rejimlarda yetarli chuqurlikni taʼminlamaydi. Masalan, $G = 0,1$ kg/s, $v = 20$ m/s, 36 dona nasadka holatida W_2 7,4 % boʻlib, bu yuqori namlik sifatida baholanadi.

120 °C rejimda esa namlik sezilarli darajada kamayadi va energiya sarfi hali juda yuqori darajaga yetmaydi. Masalan, $G = 0,09$ kg/s, $v = 20$ m/s, 36 dona nasadka sharoitida W_2 3,2 % gacha pasaygan, qum esa 3094 kJ/kg bugʻ ni tashkil etgan. Bu rejim samaradorlik va energiya sarfi oʻrtasidagi muvozanat nuqtai nazaridan qulay hisoblanadi.

140 °C rejim esa eng chuqur quritishni taʼminlaydi. Biroq mazkur holatda qoʻshimcha issiqlik sarfi va aerodinamik qarshilik yuqoriroq boʻladi. Masalan, $G = 0,09$ kg/s, $v = 20$ m/s, 36 dona nasadka sharoitida W_2 eng past qiymat — 2,9 % ga tushgan, lekin ΔP 1281 Pa, qum esa 3150 kJ/kg bugʻ ga yetgan.

Demak, texnologik nuqtai nazardan 140 °C eng samarali, energetik nuqtai nazardan esa 120 °C nisbatan maqbul hisoblanadi. Amaliy ishlab chiqarish sharoitida talab etilgan yakuniy namlik darajasiga qarab 120–140 °C oraligʻida ishlash maqsadga muvofiqdir.

Xulosa.

Olib borilgan tahlillar superfosfatni barabanli quritgichda quritishda harorat rejimi asosiy taʼsir etuvchi omillardan biri ekanini koʻrsatdi. Harorat 100 °C dan 140 °C gacha oshirilganda barcha tadqiq etilgan rejimlarda mahsulotning yakuniy namligi kamaydi va bugʻlangan namlik miqdori ortdi.

$G = 0,09$ kg/s, $v = 20$ m/s, 36 dona nasadka sharoitida harorat 100 °C dan 140 °C gacha oshirilganda W_2 4,7 % dan 2,9 % gacha kamaydi, G bugʻ esa 0,0171 kg/s dan 0,0192 kg/s gacha ortdi. Bu natija harorat oshishi issiqlik va massa almashinuvini faollashtirishini tasdiqlaydi.

Shu bilan birga, harorat oshishi aerodinamik qarshilik va umumiy issiqlik sarfini ham koʻpaytirdi. Masalan, $G = 0,1$ kg/s, $v = 20$ m/s, 36 dona nasadka sharoitida ΔP 1333 Pa dan 1591 Pa gacha, qum esa 3050 kJ/kg bugʻ dan 3124 kJ/kg bugʻ gacha oshdi.

Natijalarga koʻra, 100 °C rejim past energiya sarfi bilan tavsiflansa-da, ayrim hollarda yetarli quritish darajasini taʼminlamaydi. 140 °C rejim eng past yakuniy namlikka erishish imkonini beradi, ammo energiya sarfi va bosim yoʻqotishlari yuqoriroq boʻladi. Shu sababli 120–140 °C harorat oraligʻi superfosfatni barabanli quritgichda quritish uchun ratsional ishchi diapazon sifatida tavsiya etiladi.

Adabiyotlar

- [1]. Mirsharipov R.H., Akhunbayev A.A. Research of Hydrodynamic Parameters of Drum Dryer // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – 2020. – Vol.7, № 11. – P.15683-15689.
- [2]. Тожиев Р.Ж., Миршарипов Р.Х., Ахунбаев А.А., Абдусаломова Н.А. Оптимизация конструкции сушильного барабана на основе системного анализа процесса // Universum: технические науки. 2020. №11-1 (80). 26). – P.59-65.
- [3]. Тожиев Р.Ж., Ахунбаев А.А., Миршарипов Р.Х., Муллажонов М.М., Йигиталиев М.М. Анализ процесса сушки минеральных удобрений в барабанном аппарате // Universum: технические науки. – Москва. 2021. – № 8(89). – С.31-36.
- [4]. Ахунбаев А.А., Хусанбоев М.А. Влияние вращения сушильного барабана на распределение материала // Universum: технические науки. – Москва. 2022. – № 4(97). DOI: 10.32743/UniTech.2022.97.4.13333.
- [5]. Ахунбаев А.А. Оптимизация формы насадки барабанных сушилок // Universum: технические науки. – Москва. 2023. – № 6(111). DOI: 10.32743/UniTech.2023.111.6.15705.

- [6]. Akhunbayev A. Industrial Tests of Drying of Mineral Fertilizers in a Rotary Drum Dryer // International Journal of Materials and Chemistry. – 2023. – Vol.13, № 2. – P.28-33. DOI: 10.5923/j.ijmc.20231302.03.
- [7]. Ахунбаев А.А., Хусанбоев М.А. Барабан насадкасининг оптимал шаклини тажрибавий аниқлаш // Научно-технический журнал ФерПИ. – Фергана. 2023. – Спец. вып. № 3. – С.23-27.
- [8]. Ахунбаев А., Ражабова Н., Сиддиқов М. Математическая модель сушки дисперсных материалов с учётом температуры материала // Збірник наукових праць SCIENTIA. – 2021.
- [9]. Akhunbaev A.A., Rajabova N.R., Madaminova G.I. Drying of sprayed dispersed materials // International Conference Dedicated to the Role and Importance of Innovative Education in the 21st Century. – 2022. – Vol.1, № 7. – P.184-191.

ВИБРОАКУСТИК ЭМИССИЯ УСУЛИ ОРҚАЛИ КЕСИШ МАЪРОМЛАРИНИ МАҚБУЛ ВАРИАНТИНИ АНИҚЛАШ

М.А. Мирзаев

Андижон давлат техника институти

[Tel: +998916071994 murodilmirzaev094@gmail.com](mailto:murodilmirzaev094@gmail.com)

(Қабул қилинди 10.03.2026 й.)

Анотация. Маълумки, виброакустик сигнал параметрлари ишлов берилаётган материалга, кесувчи асбоб геометриясига ва кесиш жараёнида кесувчи асбоб билан содир бўладиган жараёнларда, масалан, кесувчи асбобнинг ейилишини аниқлашда муҳим рўл ўйнади. Кесиш режимларидан кескични кесиш тезлиги виброакустик эмиссия усулига кучли таъсир қилади. Шу билан бирга виброакустик эмиссия сигнал ишлов берилаётган юзани кесиш чуқурлигига боғлиқдир. Агар ишлов бериладиган материалнинг қаттиқлиги кам бўлса, унда кескичининг ейилиши камроқ кузатилади бу эса виброакустик эмиссия сигнаolini хосил бўлишига камроқ таъсир кўрсатади.

Таянч сўзлар. Виброакустик эмиссия усули ишқаланиш пластик деформация кесиш тезлиги ва кесиш режимлари.

Анотация. Известно, что параметры виброакустического сигнала играют важную роль в зависимости от обрабатываемого материала, геометрии режущего инструмента и процессов, происходящих с режущим инструментом в процессе резания, например, при определении износа режущего инструмента. Из режимов резания скорость резания резца сильно влияет на метод виброакустической эмиссии. При этом сигнал виброакустической эмиссии зависит от глубины резания обрабатываемой поверхности. Если жесткость обрабатываемого материала меньше, то износ резца наблюдается меньше, что оказывает меньшее влияние на формирование сигнала виброакустической эмиссии.

Ключевые слова. Виброакустический метод эмиссии трения пластическая деформация скорость резания и режимы резания.

Abstract. It is known that the parameters of the vibroacoustic signal play an important role in the material being processed, the geometry of the cutting tool, and the processes occurring with the cutting tool during the cutting process, such as determining the wear of the cutting tool. The cutting speed of the cutter from the cutting modes strongly affects the method of vibroacoustic emission. At the same time, the signal of vibroacoustic emission depends on the depth of cutting of the surface being processed. If the hardness of the material being processed is low, the wear of the cutter is observed less, which has a less significant impact on the formation of the vibroacoustic emission signal.

Keywords. Vibroacoustic emission method friction plastic deformation cutting speed and cutting modes.

КИРИШ. Ҳозирги кунда машинасозлик корхоналарида ишлаб чиқариш жараёнларини жадаллаштириш, унинг самарадорлигини ошириш ва ишлаб чиқариладиган маҳсулотларнинг дунё бозорида рақобатлаша олишини таъминлаш мақсадида технологик жихозларнинг аниқлигини ошириш ҳамда уни кенг қўламда автоматлаштириш талаб этилади. Токарлик кескичининг ейилиш меъзонини виброакустик эмиссия усул билан аниқлаш энг мақбул усул ҳисобланади, шу сабабли конструкторга турли хил имкониятларни яратади. Албатта ҳар қандай механик усулда икки қаттиқ жисм ўзaro тўқнашади. Буларнинг бири кесувчи асбоб бўлса, иккинчиси эса ишлов берилаётган детал ҳисобланади.

Ишнинг мақсади.Машинасозликнинг барча сохаларида хусусан, машинасозликда, кемасозликда, ракетасозликда ва шунга ўхшаш барча сохаларда виброакустик эмиссия усули ёрдамида токорлик дастгохларида деталларни йўнишда оптимал кесиш маъромларини тезкор аниқлаш усули ишлаб чиқиш ва тажрибалардан ўтказиш.Бу усулдан фойдаланиш мураккаб деталларга ишлов беришда иш унумдорлигини оширишга ва ишчилар қўл меҳнاتини камайитиришга шунингдек модий иқтисодий кўрсаткичларни қониқарли даражада бўлишга олиб келади.Бундан ташқари заготовкаида ишлов бериш жараёнини самарали бўлишини таъминлайди.

Бизнинг ҳамда хорижий олимлар томонидан кесувчи асбобнинг чидамлилигини тадқиқ қилиш ишлари, ишлов бериш жараёнида юз берадиган ҳодисаларнинг мураккаблиги сабабли, кесувчи асбоб чидамлилигини баҳолаш бўйича умумий ечимга эришишга имкон бермади. Муаллифлар эса экспериментал маълумотларнинг регрессив таҳлиliga асосланган кўплаб аналитик боғлиқликларни таклиф қилган [2,3,31-37] (2-жадвал).

Аниқланишича, кесувчи асбоб кесиш шароитларига боғлиқ ҳолда **адгезив, абразив, диффузион, кимёвий, оксидланиш ва бошқа турдаги ейилишга** дуч келишимиз мумкин [19,27-29,38].

2-жадвал

Муаллифлар	Аналитик ифодалар
Тейлор Ф	$TV^m = C$
Кроненберг М.	$T(V + V_D)^m = C$
Фельдштейн Э.И.	$v_T = C_{HB}/(HB)^{BV}$
Янитский	$v_T = C/HB^{1.63}\Psi^{1.01}$
Хенкин	$v_{60} = \frac{A_K}{f^{1-a}HB} (1 - \Psi)^{1/2}$
Грановский Г.И	$T = a_0 + a_1 \cos y + a_2 \cos 2y + a_n \cos y + b_1 \sin y + b_2 \sin 2y + \dots + b_n \sin y,$ бу ерда: $y = \frac{2\pi(V-V_0)}{(V_n-V_0)}$
Конешов, Ксютина	$T = 100e^{a\sqrt{1-B(\ln V - \ln V_{100})}}$
Метчизен	$T = \frac{C - aVbV}{V}$
Клодинг Б.Н	$v \lg \left[\frac{z_1}{z_2} * \frac{m_1 - m_2}{T_{et}} \right] = \lg R z q^m$
Рейхель В.	$T\theta^8 = C$
Армарегр И.Дж.А., Браун Р.Х	$v_T \approx \sigma NB$
Такеяма и Марата	$W = CZ + Be^{E/D_e}$
Хо К., Чей Н	$0,9pW = pkA^{0,75} v \int_0^T hf^{0,5} dt + 1,13G \left(\frac{md}{m} \right) k\sqrt{v} \int_0^T C_0 \sqrt{D} hf d\hbar$
Лоладзе Т.Н	$L = C \frac{\sigma^n}{\chi \varphi m a^2 \tau_k \tau_\phi^y}$
Макаров А.Д., Шусутер Л.Ш. Дмитриев А.С	$h_0 = A \tau_{nn}^B$
Темчин Г.И.	$T = \frac{C}{V^m + c/T_p}$

Кесувчи асбобнинг ейилишга катта таъсир қуйидаги омилларга боғлиқ: ишлов берилаётган ва асбоб материалларининг механик ҳамда иссиқлик-физик хусусиятлари, кесиш зонасидаги ҳарорат, кесувчи ва ишлов берилаётган детал материаллари ўртасидаги адгезив ва диффузион ўзаро таъсир ва бошқалар. 2-жадвалдаги боғлиқликларни таҳлил қилиш шуни кўрсатадики, амалиётда кесиш жараёнининг асосий ишлов бериш хусусиятларига физико-механик хусусиятлар, жараён параметрларининг таъсири, ҳарорат, ишқаланиш ўзаро таъсири ва технологик тизимнинг динамик хусусиятларини ҳисобга олган комплекс тадқиқотлар деярли мавжуд эмас.

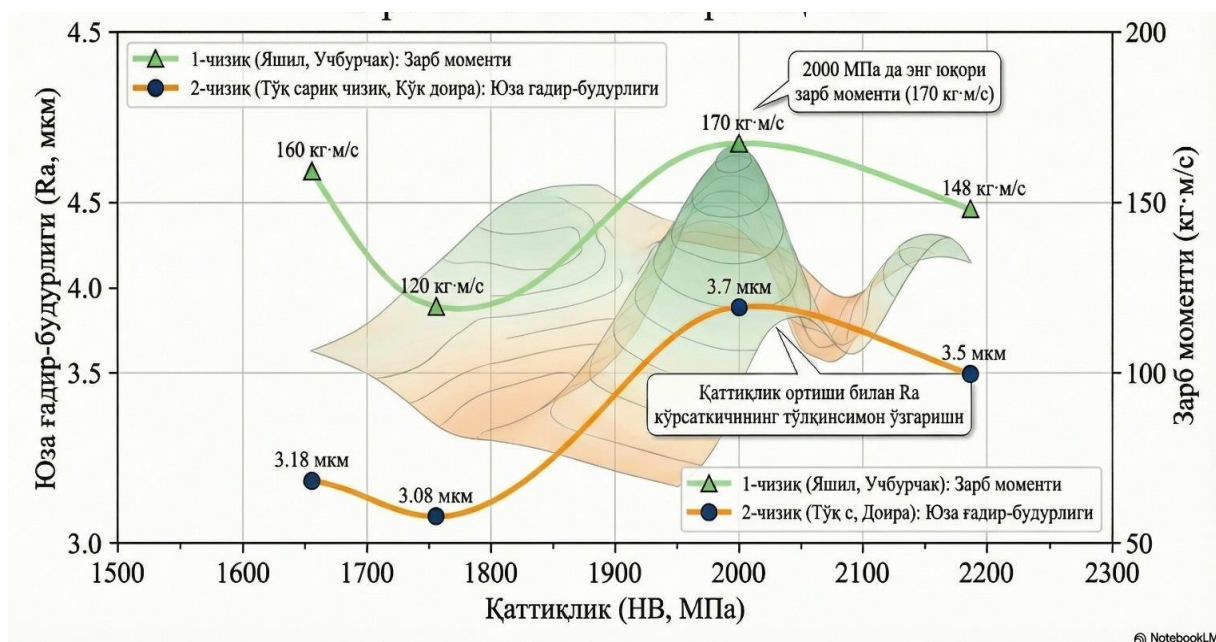
Анъанавий экспериментал усул кесувчи кирранинг ейилиш даражасига етказилиши ва турли кесиш тезликлариди, белгиланган интерваллар билан, ейиймаган кескич билан кўп марта тажрибалар ўтказилишига асосланади. Кейин натижалар кесиш тезлиги–асбоб чидамлилиги координаталарида қайта ишланади [9].

Олинган натижалар.

Виброакустик эмиссия усулини металлни кесиш жараёнида самарали совутиш-мойлаш технологик воситаларини технологик суюқликни танлаш учун қўллаш имконияти кўриб чиқилди [77–89]. Ушбу соҳадаги тадқиқотлар шуни аниқлашга имкон бердики, виброакустик эмиссия усули ёрдамида технологик суюқликиннг ишлашини таҳлил қилиш металлни кесиш жараёнида энергия сарфини ўзгаришини комплекс тарзда баҳолаш имконини беради, бунда бир нечта омиллар таъсири ҳисобга олинади: технологик суюқликиннгнинг контсентратсияси, кесувчи асбобни ишчи юзасининг геометрияси ва кесиш режими. Келтирилган жадвал асосида 1.10-расмда кесувчи асбобнинг юза–гадр будурлигини ҳисобга олган ҳолда тажриба синови ўтказилди. Тажриба синовида қаттиқ қотишма пластинкасида тайёрланган ВК-8 кескич орқали пўлат 45 материаллиги ишлов берилди.

3-жадвал

Ишлов берилаётган материал	Чугун	Ст 40Х	Сталь 35	30ХГСН	ВТ-5
Кесувчи асбоб геометрияси	$\alpha=8^0$ $\gamma=0^0$	$\alpha=8^0$ $\gamma=0^0$	$\alpha=8^0$ $\gamma=0^0$	$\alpha=12^0$ $\gamma=0^0$	$\alpha=11^0$ $\gamma=0^0$
Виброакустик усул орқали олинган маълумотлар	1	2	0,42	0,10	0,6



1-расм. Пўлат45га ВК-8 кескич билан ишлов беришда юза ғадир-будирлигига инобатга олган ҳолда 1-виброакустик эмиссия параметрлари ва 2-қаттиқ қотишмадан тайёрланган заготовка.

Виброакустик эмиссия усулини технологик жараёнини таҳлил қилишда қўллаш имкониятлари [84]-ишда ўрганилган. Технологик жараён давомида ҳар бир операцияда ишлов берилаётган материал, хусусан, заготовканинг сирт қатлами янги физик-механик хоссаларни ҳосил қилади. Шу сабабли, виброакустик эмиссия параметрларини таҳлил қилиш орқали, улар ишлов берилаётган материалнинг хоссаларига боғлиқ бўлгани сабабли, кейинги ишлов бериш жараёнида олдинги операциялардаги шаклланиш шароитларини баҳолаш

мумкин: заготовканинг пластик деформацияси даражаси, иссиқлик ишлов беришдан кейинги тузилиши ва бошқалар.

Шундай қилиб, олдинги операциялардаги режимларни мақсадли равишда ўзгартириб, кейинги операцияларда виброакустик эмиссия параметрларини назорат қилиш орқали, ишлов берилган сиртнинг белгиланган сифатини ва кесувчи асбобнинг чидамлилигини таъминлайдиган режимларни амалга ошириш мумкин.

Ушбу тахминнинг экспериментал баҳоланиши турли хоссаларга эга конструкцион пўлатларни пичокли ишлов бериш операцияларида амалга оширилган. Тадқиқотлар жараёнида шуни аниқлаш мумкинки, виброакустик эмиссия даражасининг ўзгариши технологик мерос омилини ишончли таҳлил қилиш имконини беради ва материалнинг ҳақиқий хоссалари ва ишлов бериш шароитларини ҳисобга оладиган, жисмонан оптимал материал қолдиғи тақсимотини белгилаш имконини яратади, бу эса мавжуд маълум усуллардан фарқ қилади.

Кесиш тезлигини оптималлаштириш мақсадида, узунламасина токарлаш операцияларида қуйидаги материаллар: Серий чугун СЧ-15, Сталь40Х, Сталь45, 30ХГСА, ВТ–5, бўйича виброакустик эмиссия параметрларининг кесиш тезлигига V га боғлиқлиги ўрганилган [79]. Тажрибалар давомида A ва N параметрларини қайд этиш ҳамда кесиш кучининг тангенциал компоненти P_z ни ўлчаш амалга оширилган. Тадқиқот жараёнида нисбий энергия сарфи критерияси таклиф қилинган:

$$AЭ=A2NP: \quad (1.11)$$

Ушбу формуладан кўриниб турибтики кесиш зонасида янги юзаларнинг ҳосил бўлиши вақтида ажраладиган умумий энергия виброакустик эмиссия параметрлар тўплами билан $(A \cdot N)$ пропорционал бўлади, деб ҳисобланди. Бу жараёнда виброакустик эмиссия товушлари 200–1200 кГц частота диапазонида рўйхатга олинган бўлиб, дискретизация даражаси шундай танланганки, у кесувчи асбобнинг контакт юзаларидаги ишқаланиш эмиссияларини ҳам қамраб олади. Экспериментал равишда олинган виброакустик эмиссияларининг қуввати, сарфланган қувватга нисбатан $\cdot N)/(P_z V)$ ва кесиш тезлигига боғлиқлиги келтирилган.

Хулосалар

.Виброакустик эмиссия усули шунингдек, кесувчи асбоб материалларининг хусусиятларини такомиллаштириш учун ҳам қўлланилган [25]. Кесувчи асбоб материалларининг қўшимча параметрларини, масалан, иссиқликка чидамлилик, ёрилишга чидамлилик, қопламанинг асос билан ёпишиш сифати, физик-механик хусусиятлар каби, баҳолаш учун бир қатор тезкор-усуллар ишлаб чиқилган. Ушбу усуллар бўйича ишлов бериш натижаларини микрофрактографик тадқиқотлар билан солиштириш орқали, парчаланишнинг ҳажми ва характерини адекват акс эттирадиган информатцион параметрлар аниқланган.

Адабиётлар

- [1]. Mirzaev M.A, & Tukhtasinov R. D. (2022). Analysis Of Vibroacoustic Signals (Vas) In Cutting in Cutting Machines Made of Tools. Eurasian Journal of Engineering and Technology, 3, 1–5. Retrieved from <https://www.geniusjournals.org/index.php/ejet/article/view/554>. [1]
- [2]. Баходир Нуманович Файзиматов, & Муродил Авдивоси Ўғли Мирзаев (2021). Кесувчи асбобнинг кесувчи қисмини ёйилишини виброакустик усул билан аниқлаш. Scientific progress, 2 (2), 794-801. [2]
- [3]. Хотамжон Ўлмасалиевич Акбаров, Баходир Икромжонович Абдуллаев, Муродил Авдивоси Ўғли Мирзаев (2021). Акустик сигналлардан фойдаланган ҳолда кесиш жараёнида кесувчи асбоб материаллари таъсирини ва кесиш шароитларини ўрганиш. Scientific progress, [3] 2 (2), 1614-1622.
- [4]. Murodil Mirzayev (2022). Advantages of the transformation to european credit transfer system in uzbek universities turned their faces. Central Asian Research Journal for Interdisciplinary Studies (CARJIS), 2 (Special Issue 3), 126-132. [4]
- [5]. Мирзаев, М. (2022). Анализ износа режущего инструмента по виброакустическому сигналу. Educational Research in Universal Sciences, 1(7), 440-445. Retrieved from <http://erus.uz/index.php/er/article/view/914> [5]

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Б.Т. Тилавалдиев

Ферганский государственный технический университет

e-mail: baxtiyar.tilavaldiyev@fstu.uz

(Получена 18.03.2026 г.)

Аннотация. В статье проведён анализ современных солнечных электростанций (СЭС), рассмотрены их основные типы, технические характеристики и эффективность. Представлено сравнение различных типов СЭС и выявлены ключевые направления развития солнечной энергетики.

Ключевые слова: солнечная энергетика, СЭС, фотоэлектрические системы, КПД, ВИЭ, генерация энергии.

Abstract. The article analyzes modern solar power plants (SPPs), examining their main types, technical specifications, and efficiency. A comparison of various types of solar power plants is presented, and key directions for the development of solar energy are identified.

Keywords: solar energy, solar power plants, photovoltaic systems, efficiency, RES, energy generation.

Annotatsiya. Maqolada zamonaviy quyosh elektr stansiyalari (QES) tahlil qilinib, ularning asosiy turlari, texnik xususiyatlari va samaradorligi ko'rib chiqilgan. Turli turdagi quyosh elektr stansiyalari taqqoslangan va quyosh energetikasini rivojlantirishning asosiy yo'nalishlari aniqlangan.

Kalit so'zlar: quyosh energetikasi, quyosh elektr stansiyalari, fotoelektrik tizimlar, foydali ish koeffitsiyenti, qayta tiklanuvchi energiya manbalari, energiya ishlab chiqarish.

Введение. В условиях роста мирового энергопотребления и необходимости снижения выбросов парниковых газов особую актуальность приобретает использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Одним из наиболее перспективных направлений является солнечная энергетика [1]. Солнечная энергетика действительно является одним из самых быстрорастущих и перспективных направлений в сфере возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Это связано с глобальным стремлением к экологически чистой генерации и снижению зависимости от ископаемого топлива. [1, 2, 3, 4]

Солнечные электростанции позволяют преобразовывать энергию солнечного излучения в электрическую с помощью фотоэлектрических преобразователей. За последние десятилетия наблюдается значительное снижение стоимости солнечных модулей и повышение их эффективности [2]. Снижение стоимости солнечных модулей и рост их КПД обеспечиваются переходом на новые технологии (N-type, PERC, TOPCon), увеличением размеров ячеек и автоматизацией производства. Это позволяет снизить капитальные затраты на 70%, повысить эффективность использования энергии и ускорить окупаемость солнечных станций, делая их конкурентоспособными с традиционной генерацией.

Классификация солнечных электростанций. Солнечные электростанции (СЭС) классифицируются по принципу действия (фотоэлектрические, термодинамические), по способу подключения к сети (сетевые, автономные, гибридные), по месту установки (наземные, крышные) и концентрации излучения [1, 2, 3, 4].

По типу подключения солнечные электростанции (СЭС) подразделяется на:

Сетевые (on-grid) электростанции Сетевые (on-grid) солнечные электростанции — это системы, работающие синхронно с центральной электросетью без использования аккумуляторов. Они преобразуют солнечную энергию в электричество, снижая потребление из сети или позволяя продавать излишки, что обеспечивает экономию и быструю окупаемость. Подходят для объектов с дневным потреблением. Они работают параллельно с центральной сетью без аккумуляторов.

Автономные (off-grid) электростанции — это системы энергоснабжения, полностью независимые от центральной электросети, обеспечивающие электроэнергией объекты в удаленных местах. Они состоят из солнечных панелей, аккумуляторов для хранения энергии, инвертора и контроллера заряда. Идеально подходят для регионов с частыми отключениями

или отсутствием электричества. Они работают с аккумуляторными батареями для обеспечения электроэнергией потребителей.

Гибридные электростанции — это комплексные энергетические установки, объединяющие два и более источника энергии (например, солнечные панели, ветрогенераторы, дизель-генераторы) и аккумуляторы. Они работают автономно или в связке с сетью, обеспечивая бесперебойное питание, интеллектуальное управление приоритетами и снижение затрат на электричество, комбинируют работу с сетью и установленными в их системах наличием аккумуляторов. [1, 2, 3, 4].

По принципу работы, солнечные электростанции (СЭС) классифицируются на два основных типа: *фотоэлектрические* (прямое преобразование света в электрический ток) и *термодинамические (гелиотермальные)* (преобразование света в тепло, затем в электричество).

Фотоэлектрические системы наиболее распространены, так как у них используется кремниевые панели. [1, 2, 3].

Кратко изложим принцип выработки электрической энергии по типам солнечных электростанций:

Фотоэлектрические (PV) электростанции используют фотоэлектрический эффект, преобразуя солнечный свет напрямую в электроэнергию через полупроводниковые панели. Фотоэлектрические станции используют эффект преобразования света прямую в электрическую энергию, тогда как тепловые станции работают на основе концентрации солнечного излучения [3].

Термодинамические (гелиотермальные, CSP) электростанции работают с помощью зеркал концентрируют солнечную энергию для нагрева теплоносителя, который затем приводит в действие турбину генератора.

На башенных солнечных электростанциях, зеркала (гелиостаты) фокусируют свет на центральном приемнике на вершине башни.

Параболоцилиндрических электростанциях зеркала в форме желоба нагревают трубу с теплоносителем.

Тарельчатых электростанциях используются параболические зеркала, напоминающие спутниковую тарелку, с двигателем Стирлинга в фокусе. [1, 2, 3, 4.]

По масштабу применения и мощности солнечные электростанции (СЭС) делятся на следующие основные категории:

Бытовые/Малые (до 10-20 кВт). Используются для частных домов, дач. Чаще всего это автономные системы с аккумуляторами.

Коммерческие/Средние (от 20 кВт до нескольких МВт). Устанавливаются на крышах предприятий, торговых центров, складов или на небольших земельных участках. Работают как в сетевом, так и в гибридном режиме.

Промышленные/Сетевые («солнечные фермы», от 1 МВт и выше). Крупные электростанции, предназначенные для генерации электроэнергии в общую сеть. Могут занимать огромные территории. [1, 2, 3, 4].

Анализ рынка малых солнечных электростанций (СЭС) мощностью до 10–20 кВт показывает, что это наиболее востребованный сегмент для частных домовладений и малого бизнеса, обеспечивающий автономность и снижение затрат на электроэнергию. [1, 2].

Бытовые (малые) солнечные электростанции — это фотоэлектрические системы мощностью обычно до 10–20 кВт, предназначенные для частных домов, коттеджей и малого бизнеса. Они относятся к категории распределённой энергетики и обеспечивают локальную генерацию электроэнергии.

Бытовые солнечные электростанции мощностью до 10–20 кВт являются эффективным решением для частного энергоснабжения. Они особенно выгодны в регионах с высокой солнечной активностью (как Узбекистан), где обеспечивают быструю окупаемость и долгосрочную экономию. Основной тренд — переход к гибридным системам с накопителями энергии.

Коммерческие (средние) солнечные электростанции — это системы мощностью от 20 кВт до нескольких мегаватт (МВт), предназначенные для предприятий, торговых центров, складов, аграрного сектора и инфраструктурных объектов. Они занимают промежуточное положение между бытовыми и крупными промышленными СЭС и ориентированы на снижение операционных затрат бизнеса.



Рис. 1. Установки панелей солнечных электростанций.

Коммерческие солнечные электростанции (от 20 кВт – до несколько МВт) являются экономически обоснованным решением для бизнеса. Они обеспечивают существенную экономию, устойчивость энергоснабжения и экологические преимущества. Наиболее эффективны сетевые и гибридные решения, особенно в регионах с высокой солнечной инсоляцией.

Крупные солнечные электростанции. Промышленные (сетевые) солнечные электростанции, часто называемые «солнечными фермами», — это крупные объекты генерации мощностью от 1 МВт до сотен мегаватт. Они подключаются к энергосистеме и работают как полноценные электростанции, поставляя электроэнергию в общую сеть.

Промышленные солнечные электростанции мощностью от 1 МВт являются ключевым элементом современной энергетики. Они обеспечивают дешёвую и экологически чистую электроэнергию в больших масштабах, однако требуют значительных инвестиций и развитой инфраструктуры. Их роль особенно возрастает в странах с высокой солнечной инсоляцией, таких как Узбекистан.



Рис. 2. Крупнейшие солнечные электростанции.

К крупнейшим солнечным электростанциям мира относятся, такие как:

Bhadla Solar Park — это масштабная солнечная электростанция мощностью около 2,25 ГВт, расположенная в штате Раджастан, Индия. Занимая площадь 56 км², она стала одним из крупнейших в мире солнечных парков, введенным в эксплуатацию в 2017 году для поддержки возобновляемой энергетики. Станция внесла значительный вклад в переход Индии на "зеленую" энергию. [1, 2, 3, 4].

Tengger Desert Solar Park (Солнечный парк пустыни Тэнгэр), расположенный в Китае (Нинся-Хуэйский автономный район), — одна из крупнейших солнечных электростанций (СЭС) в мире мощностью около 1,5–1,55 ГВт. Известная как «Великая солнечная стена», станция занимает площадь более 43 км² и, с момента постройки (2012–2017 гг.), является ключевым объектом «зеленой» энергетики Китая, обеспечивая электроэнергией миллионы домов. [1, 2, 3, 4].

Noor Ouarzazate — крупнейший в мире комплекс концентрированной солнечной энергии (CSP) с фотоэлектрическими (PV) элементами в Марокко мощностью 580 МВт. Расположенный под Уарзазатом, он сочетает параболоцилиндрические зеркала (Noor I, II) и «солнечные башни» (Noor III) с расплавленной солью для хранения энергии до 8 часов, плюс PV-парк (Noor IV). [1, 2, 3, 4].

Данные станции характеризуются высокой установленной мощностью, применением систем слежения за солнцем и интеграцией в энергосистему государства [4].

В скоро будущем в Узбекистане построят крупнейшие в Центральной Азии солнечные электростанции с накопителями энергии.

Азиатский банк развития (АБР) совместно с компаниями ACWA Power, Sumitomo Corporation, Chubu Electric Power Co. Inc. и Shikoku Electric Power Co. Inc. подписал историческое соглашение о финансировании строительства двух солнечных электростанций с системами накопления энергии (BESS) в Узбекистане.



Рис. 3. Узбекистане активно развивается солнечных электростанций.

Проекты Samarkand 1 и Samarkand 2 Solar PV и BESS будут реализованы в Самаркандской и Бухарской областях. Это станет одним из крупнейших и самых современных проектов в сфере возобновляемой энергетики не только в Узбекистане, но и во всей Центральной Азии[5].

Узбекистан активно развивает солнечную энергетику, стремясь к 2030 году увеличить ее долю. В стране уже функционируют несколько крупных ФЭС (фотоэлектрических станций), включая проекты в Навоийской, Самаркандской и Джизакской областях. Мощность действующих солнечных и ветровых станций превышает 5 ГВт. Запущена программа по установке панелей на крышах бюджетных и частных зданий. [1, 2, 3].

Технический анализ эффективности солнечных электростанций.

Максимальная мощность солнечной панели определяется по формуле:

$$P_{\max} = U_{\text{mp}} \cdot I_{\text{mp}},$$

где U_{mp} — напряжение в точке максимальной мощности, I_{mp} — ток в данной точке.

К основным показателям эффективности относятся - коэффициент полезного действия (КПД), коэффициент использования установленной мощности и уровень потерь энергии.

На эффективность СЭС влияют температура, загрязнение поверхности панелей, затенение и деградация элементов [3].

Сравнительный анализ типов СЭС показан на таблице - 1.

Таблиц - 1.

Параметр	Автономная	Сетевая	Гибридная
Подключение к сети	Нет	Да	Да
Аккумуляторы	Да	Нет	Да
Надёжность	Высокая	Средняя	Очень высокая
Стоимость	Высокая	Низкая	Средняя
Применение	Удалённые районы	Города	Универсальное

Проблемы и ограничения солнечных электростанций. К основным недостаткам солнечных электростанций относятся - зависимость от погодных условий, необходимость накопителей энергии, значительные площади размещения, деградация солнечных элементов со временем [4].

Перспективы развития. Перспективным направления развития СЭС включают - повышение КПД солнечных элементов, применение новых технологий, интеграцию с интеллектуальными энергосетями, использование систем мониторинга (в том числе дронов и термографии).

Заключение: Анализ существующих солнечных электростанций показывает, что солнечная энергетика является одним из ключевых направлений развития мировой энергетике. Крупные СЭС обеспечивают централизованную генерацию энергии, а распределённые системы повышают гибкость и устойчивость энергоснабжения.

Бытовые солнечные электростанции мощностью до 10–20 кВт являются эффективным решением для частного энергоснабжения.

Коммерческие солнечные электростанции (от 20 кВт – до несколько МВт) являются экономически обоснованным решением для бизнеса.

Наиболее эффективны сетевые и гибридные решения, особенно в регионах с высокой солнечной инсоляцией.

Список литературы

- [1]. International Energy Agency (IEA). World Energy Outlook 2023. – Paris: IEA, 2023.
- [2]. Fraunhofer ISE. Photovoltaics Report. – Freiburg, 2024.
- [3]. Duffie J.A., Beckman W.A. Solar Engineering of Thermal Processes. – Wiley, 2013.
- [4]. REN21. Renewables Global Status Report 2023. – Paris: REN21 Secretariat, 2023.
- [5]. Азиатский банк развития. В Узбекистане построят крупнейшие в Центральной Азии солнечные электростанции с накопителями энергии [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.adb.org/ru/news/adb-partners-sign-deal-build-landmark-solar-battery-power-plants-uzbekistan-largest-central-asia>

AVTOMOBIL SHINALAR BOSIMINI NAZORAT QILISH VA KUZATISH TIZIMLARI

B. Dadajonov, A. Abdubannopov

Farg'ona davlat texnika universiteti,
(iamabdubannopov@gmail.com tel +998907861994)
(Qabul qilindi 18.03.2026 y.)

Annotatsiya: Ushbu maqolani tahlil qilish asosida quyidagilarni xulosa qilish mumkin, shinalarga ko'p sonli omillar ta'sir qiladi, ularning ta'sir darajasi shinalar ishlab chiqaruvchisi, avtobus rusumlarlari, iqlim mintaqasi, yo'l holati, relyefi va boshqalarga bog'liqligini tushunish mumkin.

Kalit so'zlar: Avtomobil, yo'l, shina, chiziqlar, omillar.

Abstract: Based on the analysis of this article, it can be concluded that tires are affected by a large number of factors, understanding that their degree of influence depends on the tire manufacturer, bus model, climate region, road condition, terrain, etc. possible.

Keywords: Car, road, tire, lines, factors.

Аннотация: На основании анализа данной статьи можно сделать вывод, что на шины влияет большое количество факторов, понимая, что степень их влияния зависит от производителя шин, модели автобуса, климатического региона, состояния дорог, рельефа местности и т.д. возможный

Ключевые слова: Автомобиль, дорога, шина, линии, факторы.

Xavfsizlik va iqtisodga ta'sir qiluvchi salbiy va ko'pincha xavfli omillarni shinalar bosimini kuzatish uchun vositalarni kuzatish tizimlari (English Tire Pressure Monitoring System) yoki TPMS yordamida osongina yo'q qilish mumkin. Bu transport vositasi shinalaridagi bosim va haroratni masofadan o'lchash tizimi bo'lib, u real vaqt rejimida o'lchanadi, bu esa g'ildiraklarning shikastlanishi, g'ayritabiiy bosim tufayli haddan tashqari yeyilish bilan bog'liq bo'lgan baxtsiz hodisalarning oldini oladi va shuningdek, pasayish natijasida yoqilg'ining ortiqcha sarflanishining oldini olishga yordam beradi. bosim ostida.

Hozirda shinalar bosimini nazorat qilishning ikki turi qo'llanilmoqda. Bu bevosita o'lchangan va bilvosita o'lchov tizimidir. Bevosita o'lchash tizimi shinalar harorati va bosimini bevosita o'lchaydi va transmitterdan foydalanadi. Bilvosita o'lchov tizimi g'ildirak tezligidagi farqlar bilan shinalar bosimini tekshiradi. Ichki bosimni nazorat qilish tizimlarining turlari va namunalari keltirilgan.

Har qanday bosimni kuzatish tizimining printsiplari juda oddiy. Bosim sezgichlari shinalardagi bosimni ma'lum vaqt oralig'ida o'lchaydilar, shundan so'ng ma'lumotlar radiokanal orqali boshqaruv blokiga uzatiladi, u erda tahlil o'tkaziladi (o'lchovlarni standart qiymatlar bilan tekshirish), ponksiyon bo'lsa. va shinalar bosimining tez pasayishi, datchik tomonidan bosim o'lchovlari tez-tez sodir bo'ladi va boshqaruv bloki bu haqda haydovchiga xabar beradi.

Standart TPMS (Tire Tressure Monitoring System) arxitekturasini quyidagilardan iborat:

-To'rt g'ildirakli bosimni o'lchash moduli, ularning har biri quyidagilarni o'z ichiga oladi: bosim sensori; harorat sensori; signalni konditsionerlash va avtobusni identifikatsiyalash birligi; radio signalini uzatuvchi transmitter; antenna; kristalli (kvarts) rezonator; batareya.

- asboblar panelidagi qabul qiluvchi.

- asboblar panelidagi signallarni qayta ishlash birligi.

Bevosita sinov tizimlari shinalar ichida joylashgan datchiklardan foydalanadi, ular shinalardagi gazning bosimi va haroratini bevosita o'lchaydilar. Datchiklar ichida joylashgan transmitter yordamida avtobus holati chastotali signallar orqali uzatiladi. Monitor (qabul qilgich) asboblar panelida joylashgan signalni qayta ishlash blokining o'zida ham, uning tashqarisida ham joylashgan bo'lishi mumkin. Signalni qayta ishlash bloki haydovchiga shinalar bosimining joriy holati to'g'risida xabar beradi.

Bilvosita (bilvosita) tizim ABS tizimi, shu jumladan g'ildirak bosimi sezgichlari va/yoki akselerometrlari hamda mahalliy kompyuter yordamida shinalar bosimini hisoblab chiqadi. Agar shinalar bosimi pasayib ketsa, bu g'ildirak radiusining pasayishi tufayli boshqa g'ildiraklarga qaraganda tezroq aylanadi. Tezlikdagi farqlar past bosimni aniqlashga imkon beradi va ogohlantiruvchi chiroq haydovchini ogohlantiradi, ammo bu ko'p parametrli usullarni amalga oshirish qiyin va davriy kalibrlashni talab qiladi. Bevosita tizimning afzalligi past, chunki batareya sezgichlari va radio uzatish tizimlari talab qilinmaydi. Ammo harakat boshlanishidan oldin bosimni aniqlay olmaydi, bitta tugunda juftlangan shinalar, tezlik va traektoriyada cheklovlar mavjud, ular uchun mutlaq o'lchovlarning aniqligi tushunchasi yo'q, bosimni qaysi g'ildirakda aniqlashning imkonini yo'q tushib ketdi va bosimning sekin pasayishini aniqlash uchun ular havo oqimini atigi 30 foizdan ko'proq aniqlay olmaydilar.

Bevosita kuzatuv tizimlari, o'z navbatida, ichki qismga bo'linadi - modul obodga yoki shinaga o'rnatilganda (1-rasm) va tashqi - modul g'ildirak nipeliga vidalanadi (2-rasm).

Ichki datchiklar standart nipellar o'rniga shunday o'rnatiladiki, datchik shinaning ichida bo'lsa, bu juda noqulay, chunki bu qo'shimcha shinalarni o'rnatishni talab qiladi, lekin shu bilan birga datchiklar tashqi muhit ta'siridan va buzg'uncilikdan himoyalangan. Ammo batareyaning ishlash muddati 5-10 yil bo'lganligi sababli, siz faqat shinani dastlabki demontaj qilish va datchikni o'rnatish bilan shug'ullanishingiz mumkin, shinalar almashtirilganda batareyani

keyingi almashtirish mumkin.



1-rasm. Ichki datchiklarga asoslangan kuzatuv tizimining misoli.



2-rasm. Tashqi datchiklarga asoslangan monitoring tizimining misoli.

Tashqi datchiklar, ichki qurilmalardan farqli o'laroq, standart nipellarga o'rnatiladi va qo'shimcha shinalarni o'rnatishni talab qilmaydi. Bu nafaqat tizimni tezda o'rnatishga, balki uni bir nechta transport vositalarida ishlatishga imkon beradi.

Masalan, bo'sh turgan transport vositasidagi datchiklarni demontaj qiling va ularni navbatda turgan transport vositasiga qo'llang. Ammo bunday sensorlar atrof-muhitning o'zaro ta'siridan xoli emas.

Shunisi e'tiborga loyiqki, yuk mashinalari va avtobuslarda bosim sezgichlaridan foydalanish ancha uzunligi sababli biroz qiyinlashadi, bu holda datchikdan signal "yo'qolishi" mumkin. Buning uchun maxsus repetitorlardan, signal kuchaytirgichlaridan (repetitorlardan) foydalaning. Ushbu tizimlar signallarni yo'qotish ehtimolini minimallashtirgan holda sensorlardan qabul qiluvchi qurilmaga signal uzatishda oraliq bo'g'in vazifasini bajaradi.

Energiyani tejash TPMS g'ildirak modulining juda muhim jihati bo'lib, u batareyani 5-10 yilga almashtirishni taklif qilmaydi. Buning uchun g'ildirak moduli tizimida energiya tejash tizimi qo'llaniladi. Ushbu tizimning ma'nosi harakat bo'lmagan paytda harakatsiz rejimga o'tishda va harakatlanayotganda faol rejimga o'tishda. Bosimni o'lchash uchun vaqt oraliqlari ham mavjud, shuning uchun normal harakatlanish paytida o'lchovlar har 45 soniyada bir marta bo'lishi mumkin (ishlab chiqaruvchiga qarab) va bosimning keskin pasayishi bilan o'lchov oralig'i har 15 soniyada bir marta sodir bo'ladi.

Korxonada shinalar va harakatlanuvchi tarkibni tahlil qilish va tekshirilayotgan harakat tarkibining xususiyatlari

"Farg'ona Sam Avtotex Servis" kompaniyasi turli xil harakatlanuvchi tarkibdan foydalanadi, deyarli har bir avtobus markasi nafaqat o'zining shinalari hajmidan, balki o'z brendidan ham foydalanadi, bu avtobus bilan birga kelgan, hali xizmat muddatini o'tamagan shinalar bilan izohlanadi. Kelajakda sotib olish bitta brendga qisqartiriladi, bu hozirda ko'pxilikni tashkil qiladi. Albatta, bitta markali shinalar va avtobuslarning eng katta guruhi bo'yicha tadqiqotlar o'tkazish maqsadga muvofiqdir. Ayni paytda eng keng tarqalgan avtobuslar ISUZU NP 37 va ISUZU HD 50, eng keng tarqalgan Boto rusumli shinalari 124/120K16PR Boto (butun mavsum).

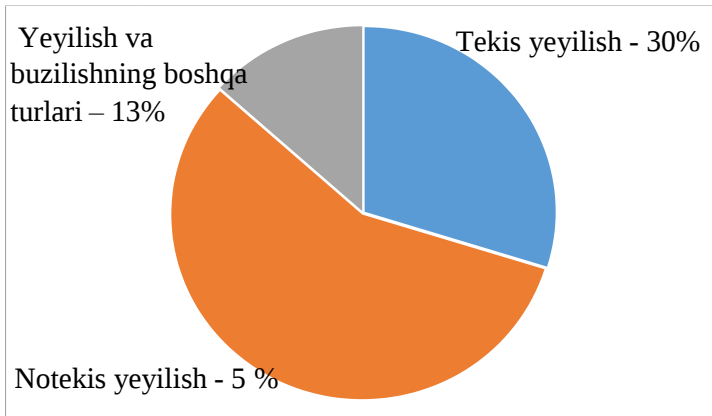
Og'irlik yuki shinalar yeyilish intensivligiga ta'sir qiluvchi omil bo'lgani uchun, ushbu omilga ta'sir qiluvchi avtobuslarning xususiyatlarini ko'rib chiqamiz.

Shinalarning ishlashi va chidamliligi

Avval aytib o'tganimizdek, kompaniya Boto rusumli shinalarni ishlatadi, ularning xususiyatlari -jadvalda keltirilgan.

Boto shinalarining xususiyatlari

Harakteristika	Belgilanishi
O'lcham	124/120K16PR
Oldi o'qqa tuashadigan maksimal yuk, kg	3150
Orqa o'qqa tuashadigan maksimal yuk, kg	2900
Normativ bosim, bar	8,5
Shina tipi	Radial har mavsumli



3-rasm. Ish oxirida rezinaning yeyilish tabiati.

rasmda shinalar umrining umumiy populyatsiya (621 ta shinalar) bo'yicha empirik taqsimotining gistogrammasi ko'rsatilgan bo'lib, u 11 ta intervalgacha bo'lingan, har bir intervalning uzunligi 15127 km. rasmdan ko'rinib turibdiki, shinalar oralig'ida eng ko'p ishlaydilar o'rtacha 145 ming.resurs, butun aholining o'rtacha resursi esa 153387 km.

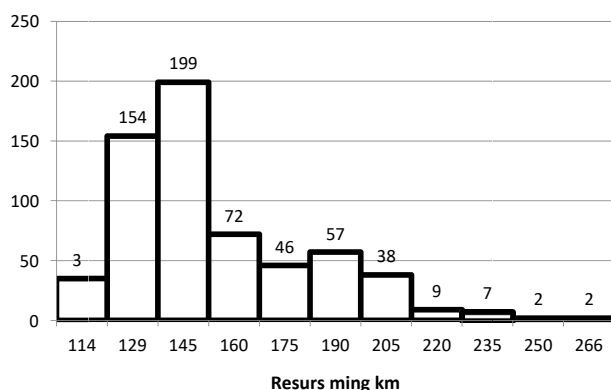
Umumiy populyatsiyani statistik baholash juda qiyin (621 ta shinalar), shuning uchun namuna parametrik bo'lmagan usul yordamida aniqlandi.

$$N = \frac{\ln(1-\gamma)}{\ln(P(L))} = \frac{\ln(1-0,9)}{\ln(0,9)} \approx 27. \quad (1)$$

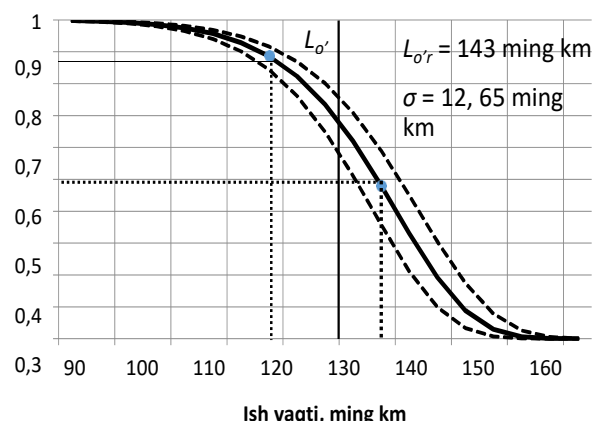
Bu yerda, γ - ishonch ehtimoli, $P(L)$ - ma'lum ish vaqti davomida ishlamay qolishning zarur ehtimoli. Vaybull-Gnedenko shinalari nosozliklarini taqsimot qonuni (V koeffitsienti $V = 0,088$, parametr parametri $b = 12,1537$, ruxsat etilgan nisbiy xato $\delta = 0,027$, ishonch ehtimoli $\gamma = 0,9$, Pirson kriteri $\chi^2 = 43.188$), olamiz

$$N = \frac{\chi^2(1-\gamma)^b}{2} = \frac{43,188 \cdot (0,027+1)}{2} = 30. \quad (2)$$

Shunday qilib, aholining umumiy sonini taxmin qilish uchun eng kam tanlov hajmi 30 ta mashinani tashkil etadi.



4-rasm. Shinalar empirik resurslarini taqsimlash gistogrammasi.



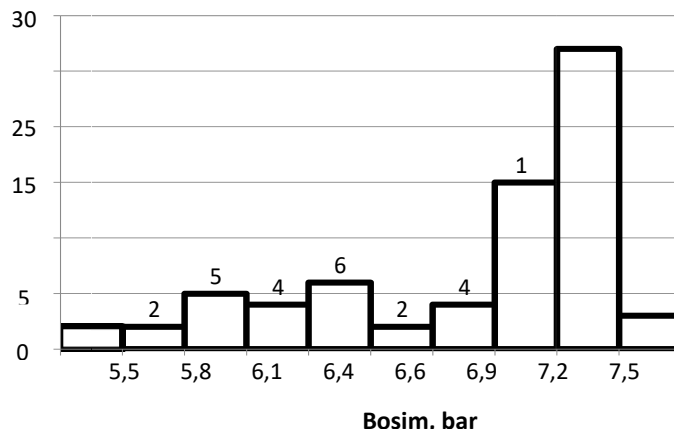
5- rasm. Shinalarning ishlamay qolish ehtimoli.

3-rasmda Veyull-Gnedenko qonuni bo'yicha taqsimlangan, shinalar buzilmasdan ishlashning olingan nazariy ehtimoli ko'rsatilgan.

Xabar qilingan ma'lumotlarga asoslanib, shuningdek, shinalarni ishdan bo'shatish paytida qoldiq taglik chuqurligini tahlil qilish amalga oshirildi. Naqshning o'rta qirralari qoldiq chuqurligi 2,17 mm, chap va o'ng qirralari esa 1,98 mm va 2,08 mm ya'ni, foydalanish muddati tugagandan so'ng, shinaning o'rtasidan ko'ra ko'proq yelka maydoniga ega.

5-rasmda shinalardagi ichki havo bosimining tarqalish gistogrammasi ko'rsatilgan. 70 ta shinalardagi bosim tekshirildi, ularning o'rtacha bosimi 7,47 barni tashkil etdi, bu standart bosimdan 12,13% past (standart bosim 8,5 bar), standart bosimga ko'ra, faqat ikkita shinalar damlanadi.

Bunday holat vizual tekshiruvdan kelib chiqadi, bu shinalardagi haqiqiy inflyatsiya bosimining aniq ko'rsatkichini bermaydi. Har bir TXK-2 bosim o'lhagich yordamida tekshiriladi, shinalar atmosfera havosi bilan puflanganda standart bosimni ushlab turish uchun yetarli emas.



6- rasn. Boto shinalaridagi ichki bosimning empirik taqsimoti gistogrammasi.

Xulosa

Ushbu maqolani tahlil qilish asosida quyidagilarni xulosa qilish mumkin:

Shinalarga ko'p sonli omillar ta'sir qiladi, ularning ta'sir darajasi shinalar ishlab chiqaruvchisi, avtobus rusumlarlari, iqlim mintaqasi, yo'l holati, relyefi va boshqalarga bog'liqligini tushunish mumkin.

Shinalar hayotiga alohida turli xil omillarning ta'siri yetarlicha o'rganilgan, ammo ularning kombinatsiyasi yetarlicha o'rganinish zarurligini xulosa qilish mumkin.

Turli xil iqlim zonalari, relyefi, harakatlanuvchi tarkib turi va shinalar ishlab chiqaruvchilarning barcha xilma-xilliklarini hisobga oladigan universal shinalar yeyilish modelini ishlab chiqish zarur.

Statistika tahlili shuni ko'rsatdiki, shinalardagi ichki bosimning yetarli emasligi, uning resurslariga ham, yonilg'i sarfiga ham, yo'l harakati xavfsizligiga ham katta ta'sir ko'rsatmoqda, uning nazoratiga yetarlicha e'tibor berish zarurligini ta'kidlash lozim

Adabiyotlar

- [1]. [Divigatelarni termal yukini kamaytirish: divigatelarni termal yukini kamaytirish](https://scholar.google.com/scholar?oi=bibs&cluster=11308533374904235942&btnI=1&hl=ru) O.Y. Xaydaraliyev, A.A. Abdubannopov "Qurilish va ta'lim" ilmiy jurnali : <https://scholar.google.com/scholar?oi=bibs&cluster=11308533374904235942&btnI=1&hl=ru>
- [2]. [Bog 'ko 'chatlari ekishni uzluksiz amalga oshiradigan mashina: bog 'ko 'chatlari ekishni uzluksiz amalga oshiradigan mashina](https://scholar.google.com/scholar?oi=bibs&cluster=6023042952480360720&btnI=1&hl=ru) S.A. Abdupattayev, A.A. Abdubannopov - "Qurilish va ta'lim" ilmiy jurnali, 2023 <https://scholar.google.com/scholar?oi=bibs&cluster=6023042952480360720&btnI=1&hl=ru>
- [3]. [Haydovchining yo 'l harakati tizimidagi o 'rni va harakat xavfsizligi darajasiga ta'sirini tahlili: haydovchining yo 'l harakati tizimidagi o 'rni va harakat xavfsizligi darajasiga ta'sirini tahlili](https://scholar.google.com/scholar?oi=bibs&cluster=746788273498105443&btnI=1&hl=ru)
- [4]. A.A. Abdubannopov, A.A. Ismoilov - "Qurilish va ta'lim" ilmiy jurnali, 2023 n <https://scholar.google.com/scholar?oi=bibs&cluster=746788273498105443&btnI=1&hl=ru>
- [5]. [Avtomobillarda Tashishni Tashkil Etish, Eksploatatsiya Qilish Sharoitlari.](https://scholar.google.com/scholar?oi=bibs&cluster=10980812842645356442&btnI=1&hl=ru)
- [6]. X.M. Adxamjon o'g, A.A. Abdulxaq o'g'li - PEDAGOG, 2022 <https://scholar.google.com/scholar?oi=bibs&cluster=10980812842645356442&btnI=1&hl=ru>
- [7]. [Gaz Divigatelining Termal Yukini Kamaytirish.](https://scholar.google.com/scholar?oi=bibs&cluster=44757054817303279&btnI=1&hl=ru) X.M. Adxamjon o'g, A.A. Abdulxaq o'g'li - PEDAGOG, 2022 <https://scholar.google.com/scholar?oi=bibs&cluster=44757054817303279&btnI=1&hl=ru>

SUPERFOSFATNI QURITISH JARAYONI UCHUN RATSIONAL TEXNOLOGIK REJIMLARNI MATEMATIK MODEL ASOSIDA TANLASH

A.A. Axunbayev, A.S. Isomidinov

Farg'ona davlat texnika universiteti
webmail: adil.axunboyev@fstu.uz; azizjon.isomidinov@fstu.uz
(Qabul qilindi 18.03.2026 y.)

Annotatsiya. Ushbu maqolada superfosfatni barabanli quritgichda quritish jarayoni uchun ratsional texnologik rejimlarni matematik model asosida tanlash masalasi ko'rib chiqilgan. Tadqiqotda quritish agenti harorati, gaz tezligi, material ish unumdorligi va uch qismli takomillashgan nasadkalar sonining yakuniy namlik, bug'langan namlik miqdori, aerodinamik qarshilik va umumiy issiqlik sarfiga ta'siri tahlil qilingan. Jarayonni matematik ifodalash uchun yakuniy namlik W_2 , aerodinamik qarshilik ΔP va umumiy issiqlik sarfi q_{um} asosiy chiqish parametrlari sifatida qabul qilindi. Ushbu parametrlar quritish agenti harorati T , gaz tezligi v , ish unumdorligi G va nasadkalar soni N orqali ifodalandi. Ratsional rejimni tanlash uchun normallashtirilgan integral maqsad funksiyasi taklif etildi. Natijalarga ko'ra, 36 dona uch qismli nasadka eng chuqur quritishni ta'minlaydi, ammo aerodinamik qarshilik va issiqlik sarfi yuqoriroq bo'ladi. 30 dona nasadka esa 120–140 °C harorat va 15–20 m/s gaz tezligida samaradorlik va energiya sarfi o'rtasida ratsional muvozanatni ta'minlaydi.

Kalit so'zlar: superfosfat, barabanli quritgich, matematik model, ratsional rejim, uch qismli nasadka, yakuniy namlik, aerodinamik qarshilik, maqsad funksiyasi.

Kirish.

Superfosfat ishlab chiqarishda quritish jarayoni mahsulot sifatini ta'minlovchi muhim texnologik bosqich hisoblanadi. Quritish yetarli darajada amalga oshirilmasa, mahsulot tarkibida ortiqcha namlik saqlanib qoladi. Bu esa granulalarning yopishishi, omborda qotib qolishi, tashish jarayonida sifat ko'rsatkichlarining pasayishi va texnologik yo'qotishlarning ortishiga sabab bo'ladi. Shu sababli superfosfatni quritish jarayonida yakuniy namlikni belgilangan darajagacha kamaytirish asosiy texnologik vazifalardan biri hisoblanadi.

Barabanli quritgichda quritish jarayoni bir nechta o'zaro bog'liq omillar ta'sirida shakllanadi. Quritish agenti harorati oshganda material tarkibidagi namlikning bug'lanish tezligi ortadi. Gaz tezligi oshganda namlikni olib chiqish jarayoni jadallashadi, lekin aerodinamik qarshilik ham keskin ko'payishi mumkin. Nasadkalar soni ko'payganda materialning issiq gaz oqimi bilan kontakt yuzasi kengayadi, ammo gaz oqimi harakati uchun qo'shimcha qarshilik hosil bo'ladi.

Mazkur tadqiqotda barabanli quritgichda uch qismli takomillashgan nasadka qo'llanilgan. Bu nasadkaning birinchi qismi materialni ko'tarish, ikkinchi qismi uni baraban kesimi bo'yicha qayta taqsimlash, uchinchi qismi esa materialni issiq gaz oqimiga mayda oqimlar ko'rinishida sohib berish vazifasini bajaradi. Shu orqali material bilan quritish agenti o'rtasidagi kontakt yuzasi ortadi va issiqlik-massa almashinuv jarayoni jadallashadi.

Biroq quritishni jadallashtiruvchi omillar bir vaqtning o'zida energiya sarfi va bosim yo'qotilishini ham oshirishi mumkin. Shuning uchun ratsional rejimni tanlashda faqat yakuniy namlikni emas, balki aerodinamik qarshilik va umumiy issiqlik sarfini ham matematik model orqali birgalikda baholash zarur.

Tadqiqot metodikasi va matematik model.

Tadqiqot superfosfatni barabanli quritgichda quritish bo'yicha hisobiy ma'lumotlar asosida bajarildi. Quritgichning asosiy geometrik parametrlari doimiy qabul qilindi: baraban diametri $D=0,3$ m, baraban uzunligi $L=2$ m, aylanishlar soni $n=12$ ayl/min va konstruktiv koeffitsient $\alpha=0,25$. Materialning dastlabki namligi $W_0=20\%$ deb qabul qilindi. Hisobiy ma'lumotlarda harorat 100–140°, gaz tezligi 5–20 m/s, ish unumdorligi 0,09–0,1 kg/s va uch qismli nasadkalar soni 24–36dona oralig'ida tanlandi. Chiqish parametrlari sifatida yakuniy namlik, bug'langan namlik miqdori, aerodinamik qarshilik va umumiy issiqlik sarfi tanlandi:

W_2 —yakuniy namlik, %, G_{bug} —bug‘langan namlik miqdori, kg/s, ΔP —aerodinamik qarshilik, Pa, q_{um} —umumiy issiqlik sarfi, kJ/kg bug‘.

Jarayonning umumiy matematik modeli quyidagi funksional bog‘liqliklar orqali ifodalandi;

$$\begin{aligned} W_2 &= f(T, v, G, N) \\ G_{bug} &= f(T, v, G, N) \\ \Delta P &= f(T, v, N) \\ q_{um} &= f(T, v, G, N) \end{aligned}$$

Bu bog‘liqliklardan ko‘rinib turibdiki, yakuniy namlik, bug‘langan namlik va issiqlik sarfi barcha asosiy texnologik parametrlarga bog‘liq. Aerodinamik qarshilikda esa asosiy ta‘sir etuvchi omillar gaz tezligi, harorat va nasadkalar soni hisoblanadi.

Yakuniy namlikni ifodalash uchun ikkinchi tartibli polinomial regressiya modeli qabul qilindi, %;

$$W_2 = a_0 + a_1 T + a_2 v + a_3 G + a_4 N + a_5 T^2 + a_6 v^2 + a_7 G^2 + a_8 N^2 + a_9 Tv + a_{10} TN + a_{11} vN + a_{12} GN$$

bunda $a_0, a_1, \dots, a_{12}$ — hisobiy natijalar asosida aniqlanadigan empirik koeffitsientlar. Ushbu model harorat, gaz tezligi, ish unumdorligi va nasadkalar sonining yakuniy namlikka alohida va o‘zaro ta‘sirini baholash imkonini beradi.

Aerodinamik qarshilik uchun quyidagi polinomial model qabul qilindi, Pa;

$$\Delta P = b_0 + b_1 T + b_2 v + b_3 N + b_4 T^2 + b_5 v^2 + b_6 N^2 + b_7 Tv + b_8 TN + b_9 vN$$

bunda $b_0, b_1, \dots, b_9$ — aerodinamik qarshilik modeli koeffitsientlari. Bu modelda gaz tezligi v asosiy ta‘sir etuvchi omil hisoblanadi, chunki ΔP gaz oqimining dinamik bosimiga bog‘liq holda keskin ortadi. Nasadkalar soni N esa mahalliy qarshiliklar sonini belgilaydi.

Umumiy issiqlik sarfi quyidagi ifoda orqali aniqlandi, kJ/kg;

$$q_{ym} = 2660,078 + q_{ucum}$$

bunda 2660,078 kJ/kg — namlikni bug‘lantirish uchun asosiy issiqlik sarfi, q_{isit} esa materialni qizdirishga sarflanadigan issiqlik miqdoridir, kJ/kg.

Materialni qizdirish uchun sarflangan issiqlik quyidagi formula bilan baholandi:

$$q_{ucum} = \frac{G \cdot c_{mat} \cdot (t_{chik} - t_{nam})}{G_{bug}}$$

bunda c_{mat} — materialning issiqlik sig‘imi, kJ/(kg·°C); t_{chik} — quritgichdan chiqishdagi material harorati, °C; t_{nam} — nam materialning boshlang‘ich harorati, °C; G_{bug} — bug‘langan namlik miqdori, kg/s.

Ratsional rejimni tanlash uchun yakuniy namlik, aerodinamik qarshilik va umumiy issiqlik sarfi bitta integral maqsad funksiyasiga birlashtirildi;

$$F = k_1 \frac{W_2}{W_{2,max}} + k_2 \frac{\Delta P}{\Delta P_{max}} + k_3 \frac{q_{ym}}{q_{ym,max}}$$

bunda F — integral maqsad funksiyasi; k_1, k_2, k_3 — vazn koeffitsientlari; $W_{2,max}, \Delta P_{max}, q_{um,max}$ — normallashtirish uchun qabul qilingan maksimal qiymatlar.

Mahsulot sifati birinchi o‘rinda turgani uchun yakuniy namlikka eng katta vazn berildi va $k_1=0,50, k_2=0,30$ hamda $k_3=0,20$ qabul qilindi.

Shunda ratsional rejim quyidagi shart asosida tanlanadi;

$$F \rightarrow \min$$

Bu shart shuni anglatadiki, tanlangan rejimda yakuniy namlik past, aerodinamik qarshilik ortiqcha yuqori emas va umumiy issiqlik sarfi maqbul darajada bo‘lishi kerak.

Natijalar va muhokama.

Matematik model asosida olingan natijalar superfosfatni barabanli quritgichda quritish jarayonida quritish agenti harorati va uch qismli takomillashgan nasadkalar soni asosiy ta‘sir etuvchi omillardan biri ekanini ko‘rsatdi. Ushbu omillar birgalikda materialning yakuniy namligiga, quritish jarayonining intensivligiga, aerodinamik qarshilikka va umumiy energiya sarfiga ta‘sir

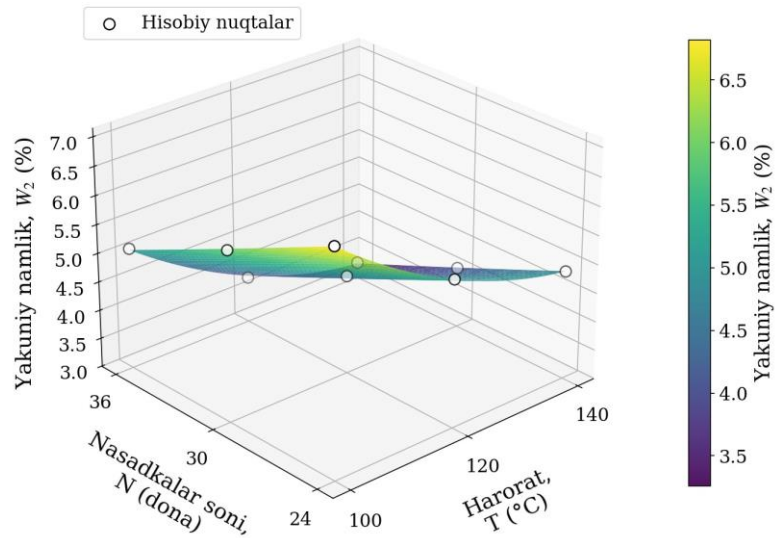
ko'rsatadi. Shuning uchun natijalar tahlilida faqat bitta parametr emas, balki texnologik va energetik ko'rsatkichlar birgalikda baholandi.

Avvalo, quritish jarayonining asosiy maqsadi hisoblangan yakuniy namlikning o'zgarishi tahlil qilindi. Bu bog'liqlik 1-rasmda quritish agenti harorati va uch qismli nasadkalar soniga bog'liq holda keltirilgan.

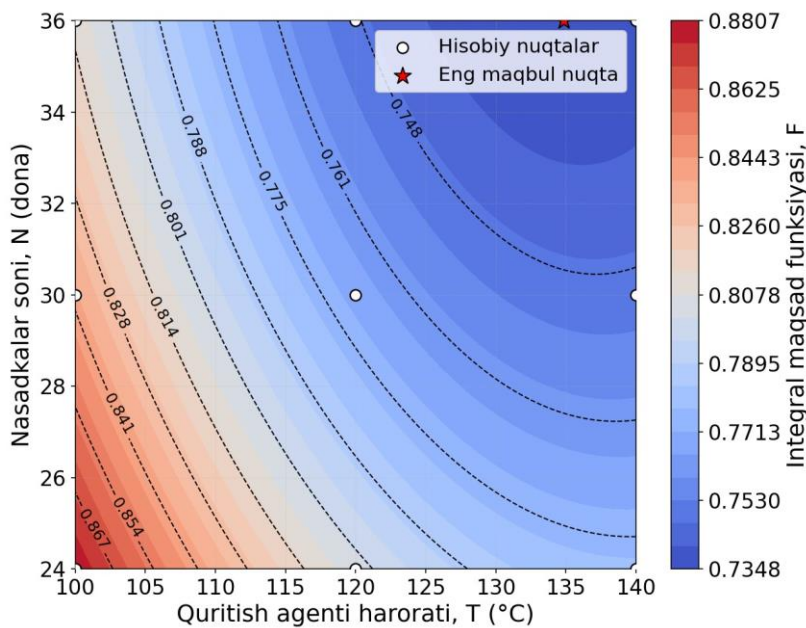
1-rasmdan ko'rinib turibdiki, harorat va nasadkalar soni oshgan sari superfosfatning yakuniy namligi izchil ravishda kamayadi. Bu holat quritish jarayonining fizik mohiyatiga mos keladi, chunki harorat oshganda material tarkibidagi namlikning bug'lanish tezligi ortadi, nasadkalar soni ko'payganda esa material issiq gaz oqimiga maydaroq oqimlar ko'rinishida sochiladi. Natijada material va quritish agenti o'rtasidagi kontakt yuzasi kengayadi, issiqlik va massa almashinuvi jadallashadi.

Masalan, $G = 0,095 \text{ kg/s}$ va $v = 20 \text{ m/s}$ sharoitida $N = 24$ dona nasadka va $T = 100^\circ\text{C}$ da yakuniy namlik $6,878\%$ ni tashkil etgan. Harorat 140°C ga oshirilganda ushbu qiymat $4,874\%$ gacha pasaygan. Bu faqat harorat ta'siri hisobiga namlikning sezilarli kamayishini ko'rsatadi.

Shu bilan birga, nasadkalar sonining ta'siri ham aniq namoyon bo'ladi. Masalan, $T = 100^\circ\text{C}$ da nasadkalar soni 24 tadan 36 tagacha oshirilganda yakuniy namlik $6,878\%$ dan $5,094\%$ gacha kamaygan. $T = 140^\circ\text{C}$ da esa ushbu ko'rsatkich $4,874\%$ dan $3,266\%$ gacha pasaygan. Demak, uch qismli takomillashgan nasadkalar sonining oshishi harorat ta'siri bilan birgalikda quritish samaradorligini yanada kuchaytiradi.



1-rasm. Quritish agenti harorati va uch qismli nasadkalar sonining yakuniy namlikka ta'siri, $W_2=f(T,N)$:



2-rasm. Quritish agenti harorati va uch qismli nasadkalar soniga bog'liq integral maqsad funksiyasining o'zgarishi, $F=f(T,N)$.

Eng past yakuniy namlik $N = 36$ dona nasadka va $T = 140^\circ\text{C}$ sharoitida kuzatildi. Bu rejimda $W_2 = 3,266\%$ ni tashkil etdi. Agar faqat texnologik nuqtai nazardan, ya'ni maksimal quritish samarasi bo'yicha qaralsa, ushbu rejim eng samarali hisoblanadi. Biroq ratsional rejimni tanlashda yakuniy namlik bilan birga aerodinamik qarshilik va umumiy issiqlik sarfi ham hisobga olinishi zarur.

Shu maqsadda matematik modelda integral maqsad funksiyasi qo'llanildi. Unda yakuniy namlik, aerodinamik qarshilik va umumiy issiqlik sarfi normallashtirilgan holda

birlashtirildi. Mahsulot sifati birinchi darajali omil sifatida qabul qilingani uchun yakuniy namlikka $0,50$, aerodinamik qarshilikka $0,30$, umumiy issiqlik sarfiga esa $0,20$ vazn koeffitsienti berildi. Bu

yondashuv jarayonni faqat namlik bo'yicha emas, balki energiya va bosim yo'qotishlari bilan birga kompleks baholash imkonini berdi.

2-rasmda integral maqsad funksiyasining harorat va nasadkalar soniga bog'liq o'zgarishi keltirilgan. Ushbu grafik ratsional texnologik rejimni tanlashda asosiy hisoblanadi, chunki unda quritish samaradorligi va energiya-aerodinamik cheklovlar bir vaqtda hisobga olingan.

Integral funksiya qiymatlarini tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, harorat oshishi yakuniy namlikni kamaytirgani uchun F qiymatini pasaytiradi. Biroq nasadkalar sonining ortishi bir vaqtning o'zida ikki xil ta'sir ko'rsatadi: bir tomondan, yakuniy namlikni kamaytiradi, ikkinchi tomondan esa aerodinamik qarshilik va issiqlik sarfini oshiradi. Shu sababli integral funksiyada eng maqbul soha faqat eng past namlikka emas, balki umumiy energetik samaradorlikka ham bog'liq bo'ladi.

Hisob natijalariga ko'ra, $N = 36$ va $T = 140$ °C nuqtasida integral funksiya eng past qiymatga yaqinlashadi. Bu holat ushbu rejimda yakuniy namlikning minimal bo'lishi bilan izohlanadi. Biroq shu rejimda aerodinamik qarshilik 1411,196 Pa, umumiy issiqlik sarfi esa 3111,135 kJ/kg bug' ga yetadi. Demak, 36 dona nasadka va 140 °C rejim maksimal quritish samarasini ta'minlaydi, ammo u yuqoriroq bosim yo'qotishlari va issiqlik sarfi bilan tavsiflanadi.

Shu nuqtai nazardan $N = 30$ va $T = 120$ – 140 °C sohasi amaliy jihatdan ratsional rejim sifatida baholanishi mumkin. Masalan, $T = 140$ °C va $N = 30$ bo'lganda yakuniy namlik 4,048 % ni tashkil etadi. Bu qiymat 36 dona nasadkadagi 3,266 % ga nisbatan biroz yuqoriroq bo'lsada, aerodinamik qarshilik 1209,874 Pa bo'lib, 36 dona nasadkadagi 1411,196 Pa ga nisbatan ancha past. Shu bilan birga, umumiy issiqlik sarfi ham 3090,363 kJ/kg bug' bo'lib, 36 dona nasadkadagi 3111,135 kJ/kg bug' qiymatidan pastroqdir.

Bu natijalar shuni ko'rsatadiki, agar asosiy maqsad mahsulotni eng past namlikkacha quritish bo'lsa, 36 dona nasadka va 140 °C rejimini tanlash mumkin. Ammo sanoat sharoitida energiya tejamkorligi, ventilator yuklamasi va bosim yo'qotishlari ham muhim bo'lsa, 30 dona uch qismli takomillashgan nasadka va 120–140 °C harorat oralig'i maqbulroq hisoblanadi.

Matematik modelning afzalligi shundaki, u bir nechta texnologik parametrlarni bitta kompleks baholash tizimiga birlashtiradi. Agar faqat W_2 bo'yicha baholansa, 36 dona nasadka eng samarali ko'rinadi. Agar faqat ΔP va qum bo'yicha qaralsa, 24 dona nasadka yengilroq rejim sifatida ko'rinadi, ammo quritish samaradorligi past bo'ladi. Integral funksiya esa ushbu ikki chekka holat o'rtasidagi muvozanatni topish imkonini beradi.

Shu asosda superfosfatni quritish jarayoni uchun ratsional texnologik rejim sifatida 30–36 dona uch qismli takomillashgan nasadka, 120–140 °C quritish agenti harorati, 15–20 m/s gaz tezligi va $G = 0,095$ kg/s ish unumdorligi oralig'i tavsiya etiladi. Bu diapazonda yakuniy namlik yetarli darajada kamayadi, aerodinamik qarshilik haddan tashqari oshmaydi va issiqlik sarfi amaliy jihatdan maqbul darajada saqlanadi.

Xulosa.

Matematik model asosida olib borilgan tahlillar superfosfatni barabanli quritgichda quritish jarayoni uchun ratsional texnologik rejimlarni tanlashda yakuniy namlik, aerodinamik qarshilik va umumiy issiqlik sarfini birgalikda baholash zarurligini ko'rsatdi.

Yakuniy namlik modeli $W_2=f(T,N)$ bo'yicha harorat va uch qismli takomillashgan nasadkalar soni oshishi bilan superfosfat tarkibidagi namlik kamayadi. $G = 0,095$ kg/s va $v = 20$ m/s sharoitida $N = 24$, $T = 100$ °C rejimida yakuniy namlik 6,878 % bo'lgan bo'lsa, $N = 36$, $T = 140$ °C rejimida bu qiymat 3,266 % gacha pasaygan.

Integral maqsad funksiyasi $F=f(T,N)$ yakuniy namlik, aerodinamik qarshilik va issiqlik sarfini birgalikda baholash imkonini berdi. Ushbu funksiya tahlili shuni ko'rsatdiki, 36 dona nasadka va 140 °C harorat eng chuqur quritishni ta'minlaydi. Biroq bu rejimda aerodinamik qarshilik va issiqlik sarfi yuqoriroq bo'ladi.

Amaliyot uchun ratsional yechim sifatida 30 dona uch qismli takomillashgan nasadka, 120–140 °C harorat va 15–20 m/s gaz tezligi tavsiya etiladi. Bu rejim yakuniy namlikni talab

darajasigacha kamaytirish, bosim yo'qotilishini ortiqcha oshirmaslik va issiqlik sarfini maqbul darajada saqlash imkonini beradi.

Agar texnologik talab mahsulotni maksimal darajada quritishni nazarda tutsa, 36 dona nasadka, 140 °C va 20 m/s rejimi qo'llanilishi mumkin. Agar energiya tejamkorligi va aerodinamik barqarorlik ustuvor bo'lsa, 30 dona nasadka asosidagi rejim ilmiy jihatdan asoslangan ratsional variant hisoblanadi.

Adabiyotlar

- [1]. Axunbayev A.A. Оптимизация формы насадки барабанных сушилок // Universum: технические науки. – Moskva. 2023. – № 6(111). DOI: 10.32743/UniTech.2023.111.6.15705.
- [2]. Mirsharipov R.H., Akhunbaev A.A. Research of Hydrodynamic Parameters of Drum Dryer // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – 2020. – Vol.7, № 11. – P.15683-15689.
- [3]. Akhunbaev, Adil & Muhammadsadikov, Kamaljan & Koraboev, Yeldorbek. (2024). Quantity of material in the drum drer attachment. Ye3S Web of Conferences. 587. 03010. 10.1051/ye3sconf/202458703010.
- [4]. Axunbayev A. Industrial Tests of Drying of Mineral Fertilizers in a Rotary Drum Dryer // International Journal of Materials and Chemistry. – 2023. – Vol.13, № 2. – P.28-33. DOI: 10.5923/j.ijmc.20231302.03.
- [5]. Akhunbaev, A & Khusanboev, M & Muminov, J & Khasanova, G & Khakimov, A & Yergas'hev, N. (2024). The optimal s'hape of the nozzle for drying food grains. IOP Conference Series: Yearth and Yenvironmental Science. 1420. 012012. 10.1088/1755-1315/1420/1/012012.
- [6]. Tojiyev R.J., Akhunbaev A.A., Mirsharipov R.X. Research of hydrodynamic processes when drying mineral fertilizers in drum dryers // Scientific-technical journal. – 2021. – T.4, № 4. – P.10-16.
- [7]. Ahunbaev A.A. Moisture stress in a drum dryer during the drying of mineral fertilizer. Proceeding XII International Conference «Industrial Technologies and Engineering» ICITE – 2025, M. Auezov South Kazakhstan University Shymkent, Kazakhstan. November 13-14, 2025.
- [8]. Tojiev R.J., Axunbayev A.A., Mirsharipov R.X., Mullajonova M.M., Yigitaliev M.M. Analiz protsessa sushki mineral'nykh udobreniy v barabannom apparate // Universum: технические науки. – Moskva. 2021. – № 8(89). – S.31-36.
- [9]. Axunbaev A.A., Qoraboev E. Barabanli quritgichning uch qismli nasadkadagi material miqdorini hisoblash. Nauch.-texn. Jurnal FerPI. 2024, T.28, №16, v.64-69.

ТАКОМИЛЛАШТИРИЛГАН КОМБИНАЦИОН ВАКУУМ-СУБЛИМАЦИОН ҚУРИТИШ ЖАРАЁНИНИНГ КИНЕТИК ПАРАМЕТРЛАРИНИ ВИЗУАЛ ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ

Ф. Абдуллаева¹, М.Ф. Мелибоев¹, Н. Ражабова²

¹Наманган давлат техника университети,

²Фаргона давлат техника университети

(Қабул қилинди 18.03.2026 й.)

Аннотация: Мақолада мева-субзавотларни вакуум-сублимацион ва комбинацион қуритиш қурилмаси ва технологик параметрларини такомиллаштириш орқали қуритиш даври давомийлигининг асосий молекуляр бирикмаларига эга бўлган эркин ва боғланган намликни фаол десорбциялаш орқали қуритиш даври давомийлиги интенсивлигини оптималлаштириш орқали техник-иқтисодий самарадорликка эришилади, маълумки боғланган намликни критик хусусиятига эришилгунга қадар бугунги кунда турли иссиқлик агентлари қўлланилмоқда.

Сўнги йилларда Ўзбекистондаги етиштирилаётган мева-сабзавотларни нес-нобуд қилмасдан комплекс чиқиндисиз қайта ишлаш орқали олинган бирламчи ва иккиламчи махсулот намуналарининг сифат кўрсаткичларига таъсир этувчи омиллар бу намлик ҳисобланади, ушбу намлик мавсумий ва номавсумий сақлаш муддатларини ўз ичига олади, сақлаш даври давомийлиги эса критик намликка боғлиқ ҳисобланади, Танланган намуналарда асосий бирламчи ва иккиламчи хомашё намуналари таркибидаги критик намлик стандартга мувофиқ 6-9% га эришилгунча комбинацион қуритиш усулларда экспериментал тадқиқот

натижалари олиб борилди.

Таянч сўзлар: вакуум-сублимация, бирламчи ва иккиламчи массаси, намуна, қуритиш, комбинация, пресслаш, критик, иккиламчи хомашё, турли иссиқлик агентли.

Аннотация: В статье показано, что с помощью совершенствования оборудования и технологических параметров вакуум-сублимационной и комбинированной сушки фруктов и овощей можно достигнуть технико-экономической эффективности через оптимизацию интенсивности продолжительности периода сушки путем активной десорбции свободной и связанной влаги, обладающей основными молекулярными соединениями, известно, что до достижения критической характеристики связанной влаги в настоящее время применяются различные тепловые агенты.

В последние годы факторами, влияющими на показатели качества образцов первичной и вторичной продукции, полученной путем комплексной безотходной переработки выращиваемых в Узбекистане фруктов и овощей без их уничтожения, считается влажность. Эта влажность включает как сезонные, так и несезонные сроки хранения, а продолжительность хранения определяется критической влажностью. В выбранных образцах проводились экспериментальные исследования по комбинированным методам сушки до достижения критической влажности основных первичных и вторичных сырьевых образцов в соответствии со стандартом на уровне 6-9%.

Ключевые слова: вакуум-сублимация, первичная и вторичная масса, образец, сушка, комбинация, прессование, критический, вторичное сырьё, различные тепловые агенты.

Abstract: The article shows that by improving the equipment and technological parameters of vacuum-sublimation and combined drying of fruits and vegetables, it is possible to achieve techno-economic efficiency through optimizing the intensity and duration of the drying period by actively desorbing free and bound moisture, which contains the main molecular compounds; it is known that various thermal agents are currently used until the critical characteristic of bound moisture is reached.

In recent years, the factors affecting the quality indicators of primary and secondary product samples obtained through comprehensive waste-free processing of fruits and vegetables grown in Uzbekistan without their destruction have been considered to be moisture. This moisture includes both seasonal and non-seasonal storage periods, and the storage duration is determined by the critical moisture content. Experimental studies were conducted on the selected samples using combined drying methods until the critical moisture content of the main primary and secondary raw material samples was reached, in accordance with the standard at the level of 6-9%.

Key words: vacuum sublimation, primary and secondary mass, sample, drying, combination, pressing, critical, secondary raw material, various heat agents.

Кириш:

Маълумки республикамизда энергиятежамкор инновацион комбинацион техника-технологияларга бўлган талаб ва эhtiёж тобора кескин ортиб бормокда, мамлакатимиз аҳолисини йил давомида мавсумий ва номавсумий даврларда озуқавий ва истеъмол қиймати интенсив аҳамиятга эга бўлган экологик соф органик визуал озиқ-овқат маҳсулотлари ассиртиментини кенгайтириш ва сақлаш, қайта ишлаш ҳамда ишлаб чиқариш тенологик параметрлари жадаллаштириш муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади. Шунингдек статистик маълумотларга кўра долзарб саноат муммоларга эга бўлган маҳсулотларини сўнгги йилларда мавсум даврида етиштирилган полиз маҳсулотларини сақлаш, қайта ишлаш хорижий ва маҳаллий истемолчиларнинг эhtiёжи ортиб бормокда.

Озиқ-овқат ва кимё саноатида қуритишнинг турли усулларини қўллаш билан маҳсулотларни таркибидаги намлик миқдорини камайтириш орқали уларни ташиш, ишлов бериш, қолаверса сақлаш имкониятларини оширилади. Бу жараёнларни амалга оширишда қўлланиладиган усуллардан бири сублимация - лиофилизация усулидир. Бу усул ёрдамида маҳсулот таркибидаги намлик миқдорини одатий қуритиш усулига нисбатан 3-4 маротабагача камайтириш имкони яратилади. Шу билан бирга, қуритилаётган маҳсулот

таркибида керакли витамин, микро ва макро элементларни юқори концентрацияда сақлаб қолиш мумкин бўлади. Бироқ, маҳсулотни бу усул ёрдамида қуритиш учун бошқа қуритиш усулларига қараганда жараёнга кўпроқ вақт сарфланади ва энергетик сарфлари юқори бўлиб, бу кўрсаткичлар маҳсулот таннархига ҳам таъсир қилади. Шу сабабдан қурилманинг конструктив ва техник параметрларини ўзгартириш орқали унинг самарадорлигини ошириш сублимация жараёнидаги муҳим вазифалардан бири ҳисобланади [1; 2].

Тадқиқот объекти:

Юқоридагилар асосида Ўзбекистон республикасидаги янги замонавий корхоналардан ҳисобланадиган «**FRUITS DRIED INNO TECH**», «**SUNNY LAND PRODUCTS**» МЧЖдаги ишлаб чиқариш жараёни ва ундаги мавжуд техник ва технологик омиллар таҳлил қилинди.

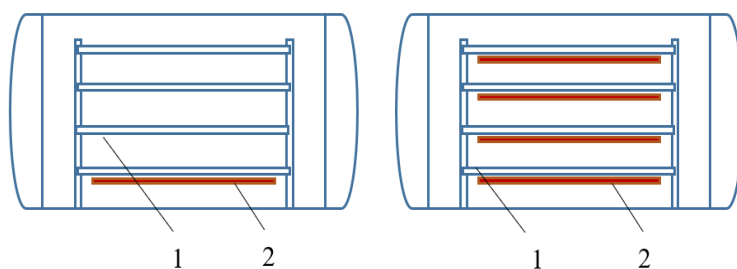
Вакуум-сублимацион қуритиш қурималари бугунги кунда юқоридаги ишлаб чиқариш корхоналарида қурилма конструктив тузилишига қараб иситувчи агент вазифасини бажараётган зангламас пўлат материалига эга бўлган қувурлар (зиг-зак) шаклда жойлаштирилган ушбу қувурлар ичида (сув ва фреон) суюқлик шаклида концентрат ҳаракатланиши натижасида гидро ва терморрадиацион иссиқлик агенти ҳосил қилади, ушбу ҳосил бўлаётган лиофил иссиқлик агенти қувурлар юзасида жойлашган текис юзали поддонлар турли масса ва ҳажмий шакллarga эга бўлган хомашёларга турли кинетик хусусиятга эла бўлган иссиқлик агентлари таъсир этиши натижасида боғланган намлик конденсат шаклида хомашё намунаси юзасига капилляр намлик шаклида ҳосил бўлади, ушбу намликни вакуум сорбцияси орқали десорбция қилинади.

Таҳлил натижалари:

Мева-сабзавотларни қуритиш жараён давомийлигини лаборатория шароитида экспериментал илмий-тадқиқотлар олиб борилаётган вакуум-сублимацион қуритиш камерасида тўрт қаторли комбинацион поддонли поднос бўлиб, уларнинг фақатгина қуйи қисмидан яъни, камера ички қисмининг энг пастида жойлашган юза поддон паднослар таг қисмига бир йўлли, зиг-зак ва бошқа систематик қувурларсиз тўғри оқим бўшлиқлари орқали иссиқ сув оқими берилади. Натижада камера поддонлари юзасида жойлаштирилган турли хомашё намуналари 4 та поддонли паднослар юзасига иссиқлик оқимини бир хилда тақсимланишига олиб келиб, камера ичида муз кристал заррачаларихосил бўлиши ва конденсат ҳосил бўлиш жараёни меваларда бир хил меъёрда кечмасдан, паднослардаги намлик миқдори ҳар хил бўлишига ва қуритиш даври давомийлиги интенсивлиги ортиб бориши визуал исботланди.

Таклиф қилинган усул ёрдамида такомиллаштирилган сублимация қурилмасининг қуритиш камерасидаги ҳар бир падноснинг таг қисмига ҳам музлатиш, ҳам иссиқ агент ташувчи қувурларнинг ўрнатилиши натижасида камера ичида ҳароратнинг тенг тақсимланишига эришилди. Бу эса, қуритиш вақтини ва энергетик сарф-ҳаражатларни сезиларли даражада камайишига олиб келди.

Қуритиш камерасида маҳсулот паднослари остида жойлаштирилган иссиқ сув қувурларида ҳаракатланаётган 30 °C ҳароратдаги иссиқ оқимни ҳар тўрт паднос остида жойлаштириш орқали камера ичидаги иссиқлик оқимининг бир меъёрда тақсимланиши натижасида мевалар таркибидаги муз эффузия (буғ молекулаларининг бир-бири билан ўзаро



а) анъанавий мавжуд конструкция тасвири;

б) такомиллаштирилган поддонлар конструкцияси тасвири.

1-маҳсулот учун поднос, 2- иссиқлик ташувчи қувурлар.

1-расм. Комбинацион вакуум-сублимацион қуритиш камераси ички кўриниши.

тўқнашмасдан эркин ҳаракати) жараёнининг жадаллашишига олиб келади. Жараён самарадорлиги олиб борилган тажриба натижаларида ўз аксини топган (1-жадвал).

1-жадвал

Вакуум сублиматсия жараёнида иссиқлик оқимини қуритиш жараёни давомийлигига таъсири солиштирма таҳлили
(-30 °C гача музлатилган ва 150 Па вакуум)

Усуллар	Кўрсаткичлар	Тарвуз прессланган бирламчи масса	Қовоқ прессланган бирламчи масса	Қовун прессланган бирламчи масса
Анаънавий конструкцияли қурилма	Дастлабки намлик миқдори, %	75.8	78.1	80.4
	Иссиқлик оқими, °C	35	35	35
	Жараён давомийлиги вақт, соат	28	27	29
	Критик намлик миқдори, %	7.2	7.8	7.5
Тақомиллаштирилган конструкцияли қурилма	Дастлабки намлик миқдори, %	75.8	78.1	80.4
	Иссиқлик оқими, °C	30	30	30
	Жараён давомийлиги вақт, соат	20	19,5	21
	Критик намлик миқдори, %	6,5	5.5	6.7

Юқорида 1-жадвалда келтирилган экспериментал кинетик натижалар маълумотларидан маълумки, замонавий комбинацион технологиялар натижасида полиз маҳсулотларидан тарвуз, қовоқ ва қовуннинг пўстлоғидан тозалаб бўлаклаб пресслаш натижасида ҳосил бўлган мезга массасини вакуум-сублимацион ва комбинацион қуритиш жараёнидаги техник кўрсаткичлари қуйидаги тартибда ўзгариб бориши аниқланди. Иссиқлик оқим ҳаракатини поднослар тагига жойлаштирилган иссиқлик қувури ёрдамида яхшилаш орқали тарвуз хомашёлари қуритиш давомийлиги сарфланган вақт 6 соатга, қовун хомашёларини қуритиш учун сарфланадиган вақт 7 соатга ва қовоқ хомашёлари 8 соатгача қисқартирилишига эришилди. Турли фракцияли деликатес полиз маҳсулотларининг критик намлик ҳажмий масса миқдори сақланиш давомийлигига интенсивлиги аниқланди. Бу эса жараён учун сарфланадиган вақт ва энергия сарфини камайтиради ҳамда муз ва буғ фазали қатламли маҳсулотлар намлигини камайтириш орқали уларнинг сақлаш муддатлари ортиши ва сифат кўрсаткичлари бузилишини олдини олиши визул кузатувлар натижасида аниқланди.

Анаънавий қуритиш қурилмасидаги иссиқлик алмашилиш қувурининг ва юза ҳосил қилувчи бўшлиқда берилган диаметри ва узунлигида унинг қиздириш юзаси $\Phi = 0,0452 \text{ м}^2$ ни ташкил этади. Тақомиллаштирилган сублиматсион камерадаги ҳар бир поднос тагига

қўйилган иссиқлик ташувчи қувурнинг юзаси $\Phi = 0,181 \text{ м}^2$ ва ушбу қувурларда ҳаракатланаётган иссиқ сувнинг ҳарорати $\Delta t = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ ни ташкил этади (2-жадвал).

2-жадвал

Комбинацион вакуум-сублимацион қуришти қурилмасида иссиқлик агенти қувватини ўзгариши

№	Қуриштилаган маҳсулот номи	Анъанавий конструкцияли қуришти камераси					Тақомиллаштирилган конструкцияли қуришти камераси				
		$\Phi, \text{ м}^2$	$\Delta t, \text{ }^\circ\text{C}$	$\tau, \text{ с}$	$K, \text{ Вт/м}^2\text{K}$	$Q, \text{ Вт}$	$\Phi, \text{ м}^2$	$\Delta t, \text{ }^\circ\text{C}$	$\tau, \text{ с}$	$K, \text{ Вт/м}^2\text{K}$	$Q_T, \text{ Вт}$
1	Тарвуз прессланган бирламчи масса	0.0452	30	27	300	10983	0.181	30	25	300	40725
2	Тарвуз прессланган бирламчи масса	0.0452	30	28	300	11390	0.181	30	26	300	42354
3	Тарвуз прессланган бирламчи масса	0.0452	30	29	300	11797	0.181	30	26	300	42354

3.7-жадвалда келтирилган ҳисоблаш натижаларидан, анъанавий вакуум-сублимацион қуришти қурилмаси поддон поднослари остки қисмига ўрнатилган иссиқлик ҳаракатланиш қувурининг ишчи ва ташқи юзаси анъанавий қурилмага қараганда 5-6 маротаба ортиқ интенсив бўлиб, қурилманинг иссиқлик қуввати (Вт) 406.8 дан 1629 Вт гача кўтарилиши аниқланди. Шунга мос равишда хурмони сублимацион усулда қуриштининг тўлиқ цикли давомида 10983 дан 40725 (Вт) гача, анжирда 11390 дан 42354 (Вт) гача, қовунни қуришти жараёнида 11797 дан 42354 (Вт) гача ортиши экспериментал тадқиқот натижалари давомийлиги орқали аниқланди.

Хулоса:

Вакуум-сублимацион қуришти қурилмаси ишчи камерасининг иссиқлик агенти ҳосил қилиш узатиш қувурларини айлана шаклдан овалсимон ва тўртбурчак шаклга ўзгартириш ҳамда қурилмага қўшимча иссиқлик узатувчи қувурлар конструкциясини ўрнатиш орқали қурилманинг иссиқлик қуввати (Вт) соатига 406,8 дан 1629 Вт гача кўтарилиши аниқланди.

Иссиқлик агенти ҳаракатини яхшилаш орқали полиз маҳсулотларидан тарвузб ковок ва қовунни қуриштига сарфланган вақтни $6 \div 6,5$ соатга, қовунни қуришти учун сарфланадиган вақтни эса $7 \div 7,5$ соатга камайтиришга эришилди.

Тақомиллаштирилган вакуум-сублимацион қурилмаси конструкциясини ўзгартириш натижасида турли хомашё ва маҳсулот намуналарини қуришти жараёни технологик параметрлари маҳсулотнинг сўнгги критик намлик миқдори ва жараён давомийлиги интенсивлигига эришилди.

Тақомиллаштирилган вакуум-сублимацион қуришти жараёнини $-30 \text{ }^\circ\text{C}$ ва 150 Па вакуум босими остида олиб бориш орқали жараён учун сарфланган вақтни ўртача $2 \div 3$ соатга ва охириги намлик миқдорини анъанавий вакуум сублимацион усулда қурилган

махсулотларнинг критик намлик миқдорига нисбатан 20÷25 % гача камайтирилишига эришилди.

Адабиётлар

- [1]. M.F. Meliboev. Use of highly efficient combined methods in drying plums. Dissertation of the Doctor of Philosophy in Technical Sciences, - Tashkent: TKTI, 2022, 104 p.
- [2]. Мелибоев М.Ф., Маматов Ш.М., Эргашев О.К. Разработка комбинированного метода сублимационной и диэлектрической сушки // Универсум: технические науки. – Москва-2022. - №5 (98). – С.5-8
- [3]. Мелибоев М.Ф., Маматов Ш.М., Эргашев О.К. Энергопотребление и экономические показатели при сублимационной и микроволновой сублимационной сушке слив // Универсум: технические науки. – Москва-2022. - №5 (98). – С.9-12
- [4]. Meliboev M.M., Mamatov Sh.M., Ergashev O.K. The use of dielectric waves in sublimation drying equipment and the effect of the combined drying method on the drying period // Scientific and technical magazine of Namangan Institute of engineering and Technology. - 2021.-№3.- 79-84 b.
- [5]. Mamatov Sh.M., Aripov M., Meliboev M., Shamsutdinov B. Advantages of quick-freezing technology of cherry// International journal of innovative technology and exploring engineering (IJTEE) (Indian). 2020. - №9(3) 2278-3075. - pp. 3254-3256. (8917.019320)
- [6]. М.Мелибоев., О.Эргашев., А.Эгамбердиев. Study of yenergy and resource efficiency of sublimation drying of fruits and vegetables// Универсум: технические науки: 2022. № 3(108).
- [7]. M.Meliboev, O.Ergashev, G.Mahmudova, N.Muydinova. Technology of peeling and drying of fruits and vegetables// Science and innovation international scientific journal volume 2 issue 11 november 2023 uif-2022: 8.2 | issn: 2181-3337 | scientists.uz, 60-63 b.
- [8]. Ergashev O.K., Meliboyev M.F., Mamatusmanova D., Iskandarova M. Improvement of drying technology of plums by combination and ultra-high frequency methods// Web of Conferences 486, 02030 (2024) <https://doi.org/10.1051/ye3sconf/202448602030>, AGRITECh-IX 2023., 1-5 b.
- [9]. М.Мелибоев., О.К. Эргашев., А.А. Эгамбердиев. Янги энергиятежамкор сублимацион (музлатиш) ва вакуум сублимацион куришти курилмаси параметрларини таҳлил қилиш// Scientific-technical journal (STJ FerPI, ФарПИ ИТЖ, НТЖ ФерПИ, 2023,Т.27. спец.выпуск №9) 188-191 б.

УДК. 631.361.025.027

**ЕРЁНҒОҚ ҲОСИЛИНИ ЙИГИШТИРИШ МАШИНАСИ СИДИРГИЧНИНГ
ПАРАМЕТРЛАРИНИ АСОСЛАШ**

Б.Р. Хожиев, талаба Г. Каримова

Наманган давлат техника университети

bahromxojiyev1985@gmail.com

(Қабул қилинди 18.03.2026 й.)

Аннотация. Мақолада ерёнғоқ ҳосилини йиғиштириш машинасининг иш сифати ва унумини ошириш, унинг энергия-материал ҳажмдорлигини камайитириш мақсадида ишлаб чиқилган сидиргиччининг горизонтга нисбатан ўрнатилиш бурчаги, диаметри ҳамда сидиргичнинг куракчалари сони, узунлиги, яъни ерёнғоқ палагидаги дуккакларни қамраш кенлигига айланишлар сони, бурчак тезлиги ва тезланишлари, талаб даражасидаги иш сифатини кам энергия сарфлаган ҳолда таъминлайдиган мақбул қийматларини аниқлаш бўйича ўтказилган кўп омилли экспериментларнинг натижалари келтирилган. Кўп омилли экспериментлар Хартли-4 режаси бўйича ўтказилган. Бунда баҳолаш мезони сифатида дуккакларни ажратиш олиш тўлиқчилигининг ўртача квадратик четланиши, дуккакларнинг шикастланиш даражаси, яъни сидиргичнинг куракчалари сони 2, 4, 6, 8 дона, сидиргичнинг диаметри 230, 240, 250 мм, сидиргичнинг узунлиги 400, 500, 600 мм, сидиргичнинг айланишлар сони 200, 280, 360 айл/мин, олинган. Тажрибаларда олинган маълумотларга ҚХМИТИ тажриба-синов бўлимида ишлаб чиқилган “planexp” дастури бўйича ишлов берилган. Бунда дисперсиянинг бир хиллигини баҳолашда Кохрен критериясидан, регрессия коэффицентларининг қийматини баҳолашда Стьюдент критериясидан, регрессион моделларнинг адекватлигини баҳолашда Фишер критериясидан фойдаланилган. Тажриба натижаларига кўрсатилган дастур бўйича ишлов берилиб, баҳолаш мезонларини адекват ифодаловчи регрессия тенгламалари олинган. Улар агрегатнинг 5,0 км/соат иш тезликлари учун сидиргичнинг дуккакларни ажратиш олиш тўлиқчилиги ва шикастланиш даражасини ўртача квадратик четланиши 5 фоиздан дан кўп бўлмаган, дуккакларни ажратиш олиш тўлиқчилиги 95 фоиздан юқори, минимал қийматга эга бўлиши шартларидан биргаликда ечилган ва ерёнғоқ ҳосилини йиғиштириш машинасини сидиргичини параметрларининг қуйидаги мақбул қийматлари аниқланган: сидиргичнинг горизонтга

нисбатан ўрнатилиш бурчаги $20,4-20,8^\circ$, ишчи сидиргичнинг куракчалари сони 6 дона, сидиргичнинг куракчалари диаметри 240 мм. сидиргичнинг куракчалари узунлиги 500 мм ва сидиргичнинг айланишлар сони 280 айл/мин.

Таянч сўзлар: ерэнгоқ ҳосилини йиғиштириш машинаси, сидиргич, куракча, дуккак, горизонтга нисбатан ўрнатилиш бурчаги, сидиргичнинг узунлиги, сидиргичнинг диаметри, шикастланиш, қўп омили экспериментлар, регрессия тенгламалари.

Аннотация. В статье, с целью повышения качества работы и производительности машины для уборки арахиса, уменьшения ее энерго-материального объема, определены оптимальные значения угла установки молотилки относительно горизонта, диаметра, количества и длины молотильных лезвий, то есть количества оборотов на ширину стручков арахиса, угловой скорости и ускорения, обеспечивающие качество работы на требуемом уровне при низком энергопотреблении. Представлены результаты экспериментов. Многофакторные эксперименты проводились по плану Хартли-4. Критериями оценки служили стандартное отклонение полноты отделения стручков, степень повреждения стручков, т.е. количество лезвий экстрактора 2, 4, 6, 8, диаметр экстрактора 230, 240, 250 мм, длина экстрактора 400, 500, 600 мм, число оборотов экстрактора 200, 280, 360 об/мин. Данные, полученные в экспериментах, обрабатывались с помощью программы «planexp», разработанной в экспериментально-испытательном отделе ХМИТИ. При этом для оценки равномерности распределения использовался критерий Кокрейна, для оценки значений коэффициентов регрессии — критерий Стьюдента, а для оценки адекватности регрессионных моделей — критерий Фишера. Экспериментальные результаты обрабатывались с помощью указанной программы, и были получены уравнения регрессии, адекватно выражающие критерии оценки. Они были решены совместно с условиями, что среднеквадратичное отклонение полноты отделения стручков и степени повреждения сепаратора при рабочей скорости агрегата 5,0 км/ч не должно превышать 5 процентов, полнота отделения стручков должна быть более 95 процентов, и были определены следующие оптимальные значения параметров сепаратора арахисового комбайна: угол установки сепаратора относительно горизонта составляет $20,4-20,8^\circ$, количество лопастей рабочего сепаратора — 6, диаметр лопастей сепаратора — 240 мм, длина лопастей сепаратора — 500 мм, а число оборотов сепаратора — 280 об/мин.

Ключевые слова: комбайн для уборки арахиса, совок, лопата, стручок, угол установки относительно горизонта, длина совка, диаметр совка, повреждение, многомерные эксперименты, уравнения регрессии.

Abstract. In the article, in order to improve the performance and productivity of the peanut harvesting machine, to reduce its energy and material volume, the optimal values of the thresher installation angle relative to the horizon, diameter, number and length of the threshing blades, that is, the number of revolutions per width of the peanut pods, angular velocity and acceleration, ensuring the quality of work at the required level with low energy consumption are determined. The results of the experiments are presented. Multifactorial experiments were conducted according to the Hartley-4 plan. The evaluation criteria were the standard deviation of the completeness of pod separation, the degree of pod damage, i.e. the number of extractor blades 2, 4, 6, 8, extractor diameter 230, 240, 250 mm, extractor length 400, 500, 600 mm, the number of extractor revolutions 200, 280, 360 rpm. The data obtained in the experiments were processed using the "planexp" program, developed in the experimental testing department of the Kharkiv Institute of Mechanical Engineering. The Cochran test was used to assess the uniformity of distribution, the Student's t-test was used to evaluate the regression coefficients, and the Fisher exact test was used to assess the adequacy of the regression models. The experimental results were processed using this program, and regression equations were obtained that adequately expressed the evaluation criteria. They were solved together with the conditions that the standard deviation of the completeness of the separation of the pods and the degree of damage to the separator at an operating speed of the unit of 5.0 km / h should not exceed 5 percent, the completeness of the separation of the pods should be more than 95 percent, and the following optimal values of the parameters of the peanut combine separator were determined: the angle of installation of the separator relative to the horizon is $20.4-20.8^\circ$, the number of blades of the working separator is 6, the diameter of the separator blades is 240 mm, the length of the separator blades is 500 mm, and the number of revolutions of the separator is 280 rpm.

Key words: peanut harvester, scoop, shovel, pod, installation angle relative to the horizon, scoop length, scoop diameter, damage, multivariate experiments, regression equations.

Кириш: Замонавий агротехнологияларни жорий этиш ва фермер хўжаликларини юқори унумли қишлоқ хўжалиги техникалари билан таъминлаш ҳисобига қишлоқ хўжалиги

ишлаб чиқаришида интенсив усулларга ўтиш ушбу соҳани барқарор ва самарали ривожлантиришда энг муҳим йўналиш ҳисобланади.

Қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришининг асосий вазифаси унинг барча соҳалари самарадорлигини ошириш орқали республикаимиз аҳолисини арзон ва экологик тоза озиқ-овқат маҳсулотлари билан тўлиқ таъминлаш ҳисобланади.

Иқтисодиётимизнинг рақобатбардошлигини янада кучайтириш, аҳолининг фаровонлигини юксалтириш кўп жиҳатдан бизнинг мавжуд ресурслардан, биринчи навбатда, электр ва энергия ресурсларидан қанчалик тежамли фойдалана олишимизга боғлиқдир. Қатъий тежамкорлик тизимини жорий этиш, ишлаб чиқариш харажатлари ва маҳсулот таннархини камайитишни рағбатлантириш ҳисобидан корхоналарнинг рақобатбардошлигини ошириш мумкин бўлади. Қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқариши учун ҳозирги даврдаги энг муҳим вазифа – аҳолига сифатли озиқ-овқат маҳсулотларини етказиб бериш муҳим вазифалардан бириб [1-3].

Ҳозирги кунда республикада ерёнғокни етиштиришда амалга ошириладиган технологик жараёнлар, яъни экишдан бошлаб йиғиштириб олишгача бўлган жараёнлар пахтачилик ва сабзавотчиликда қўлланиладиган техник воситалар ёрдамида амалга оширилмоқда. Аммо етиштирилган ерёнғок ҳосилини йиғиштириб олиш асосан қўл меҳнати орқали амалга оширилиб келинмоқда. Бу эса ўз навбатида ҳосилни йиғиштириб олиш жараёнининг кечикиши ва сифатини бузилиши ҳамда тайёр маҳсулот таннархини ортишига олиб келмоқда [4-6].

Ерёнғок ҳосилини йиғиштириш машинаси ярим осма вариантда ишлаб чиқилган бўлиб, рамага ўрнатигна синусоидал сидиргичнинг (расмда кўрсатилмаган) билан жиҳозланган, унга ўрнатилган текислайдиган ва зичлайдиган ишчи қисмлар(кейинги ўринлардан мос равишда текислагич ва зичлагич)дан ташкил топган. Иш жараёнида текислагич дала юзасидаги нотекисликларни текислайди, зичлагич текислагич томонидан текисланган дала юзасини зичлайди (1-расм).

Материаллар ва тадқиқот усуллари. Мазкур мақолада ерёнғок ҳосилини йиғиштириш машинасига ўрнатилган сидиргичнинг горизонтга нисбатан ўрнатилиш бурчаги β , сидиргичнинг узунлиги L , сидиргичнинг диаметри D_s , сидиргичнинг бурчак тезлиги ω , сидиргичнинг айланишлар сони n ва сидиргич куракчаларининг сони n_k нинг (1-расм) талаб даражасидаги иш сифатини кам энергия сарфлаган ҳолда таъминлайдиган мақбул қийматларини аниқлаш мақсадида Хартли-4 режаси бўйича ўтказилган кўп омилли экспериментларнинг натижалари келтирилган. 1-жадвалда омиллар, уларнинг белгиланишлари, ўзгариш оралиқлари ва сатҳлари келтирилган.

1-жадвал.

Омилларнинг ўзгариш оралиқлари ва сатҳлари

№	Омиллар ва уларнинг натурал белгиланиши	Ўлчов бирлиги	Омиллар				
			кодланган белгиланиши	ўзгариш оралиги	сатҳлари		
					қуйи (-1)	асосий (0)	юқори (+1)
1.	Сидиргич куракчаларининг сони	dona	X_1	2	4	6	8
2.	Сидиргич диаметри	mm	X_2	10	230	240	250
3.	Сидиргичнинг узунлиги	mm	X_3	100	400	500	600
4.	Сидиргичнинг айланишлар сони	айл/мин	X_4	80	200	280	360

Кўп омилли экспериментларни ўтказишда баҳолаш мезони сифатида сидиргичнинг

ажратиб олиш тўлиқлигининг ўртача квадратик четланиши, шикастланиш даражаси, яъни шикастланиши 5 фоиздан кўп ва ажратиб олиш тўлиқлиги 95 фоиздан кам бўлмаган ҳолда, сидиргичнинг айланишлар сони, бурчак тезлиги ва тезланиши олинди ва улар мавжуд меъёрий ҳужжатлар қўлланиб аниқланди [7-11].

Дуккакларни ажратиб олиш тўлиқлиги ва шикастланиш даражасининг ўртача квадратик четланишини аниқлаш учун бункерга тушган дуккакларни санаб ва дала юзасидаги ерёнғоқ палагларида қолган дуккакларни санаб чиқилди. Шундан сўнг маълумотлари бўйича математик статистика усуллари қўлланилиб, шикастланган ва палакларда қолиб кетган дуккакларни ўртача квадратик четланиши аниқланди.

(1)-(4) регрессия тенгламаларининг ҳамда улар бўйича қурилган график боғланишларнинг (1-расм) таҳлили шуни кўрсатадики, барча омиллар баҳолаш мезонларига сезиларли таъсир кўрсатган.

Дуккакларнинг ажралиш тўлиқлиги ва шикастланиш даражасини баҳолаш мезонларига таъсирини камайтириш мақсадида тажрибаларни ўтказиш кетма-кетлиги тасодифий сонлар жадвалидан фойдаланиб ўрнатилди [12-15].

2-жадвалда кўп омилли тажрибаларнинг натижалари келтирилган.

Тажрибаларда олинган маълумотларга институтнинг тажриба-синов бўлимида ишлаб чиқилган “planexр” дастури бўйича ишлов берилди. Бунда дисперсиянинг бир хиллигини баҳолашда Кохрен критериясидан, регрессия коэффицентларининг қийматини баҳолашда Стьюдент критериясидан, регрессион моделларнинг адекватлигини баҳолашда Фишер критериясидан фойдаланилди.

Тадқиқот натижалари ва уларнинг муҳокамаси. Тажриба натижаларига кўрсатилган дастур бўйича ишлов берилиб, баҳолаш мезонларини адекват ифодаловчи куйидаги регрессия тенгламалари олинди:

$$Y_1 = 92,782 + 1,653 X_1 + 7,000 X_2 + 4,567 X_3 + 6,450 X_4 + 2,881 X_1^2 - 0,696 X_1 X_2 - 2,029 X_1 X_3 + 1,512 X_1 X_4 - 2,368 X_2^2 - 3,287 X_2 X_3 - 3,779 X_2 X_4 - 4,662 X_3 X_4 - 0,885 X_4^2 \quad (1)$$

$$Y_2 = 3,553 + 1,167 X_1 + 3,835 X_2 + 2,102 X_4 + 0,887 X_1^2 + 0,785 X_1 X_4 + 2,851 X_2^2 + 0,836 X_2 X_4 + 1,683 X_4^2 - 0,07141 X_3^2 - 0,026 X_3 X_4 + 0,08 X_4^2. \quad (2)$$

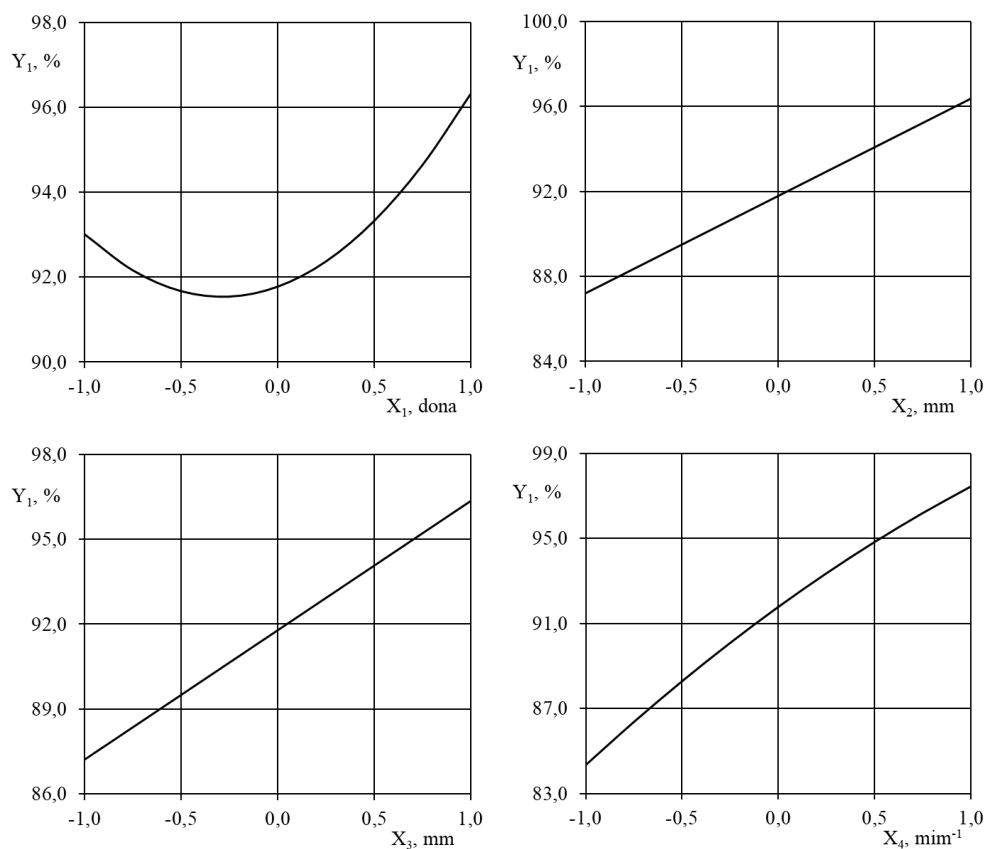
Уравнение (1)-(4) применимы при $15^\circ \leq \beta \leq 25^\circ$, $400 \text{ mm} \leq L \leq 600 \text{ mm}$, $220 \text{ mm} \leq D_s \leq 250 \text{ mm}$, $2 \leq n_k \leq 8$, $200 \text{ мин}^{-1} \leq n_s \leq 360 \text{ айл/мин}$.

(1)-(4) регрессия тенгламаларининг ҳамда улар бўйича қурилган график боғланишларнинг (2-3-расмлар) таҳлили шуни кўрсатадики, барча омиллар баҳолаш мезонларига сезиларли таъсир кўрсатган.

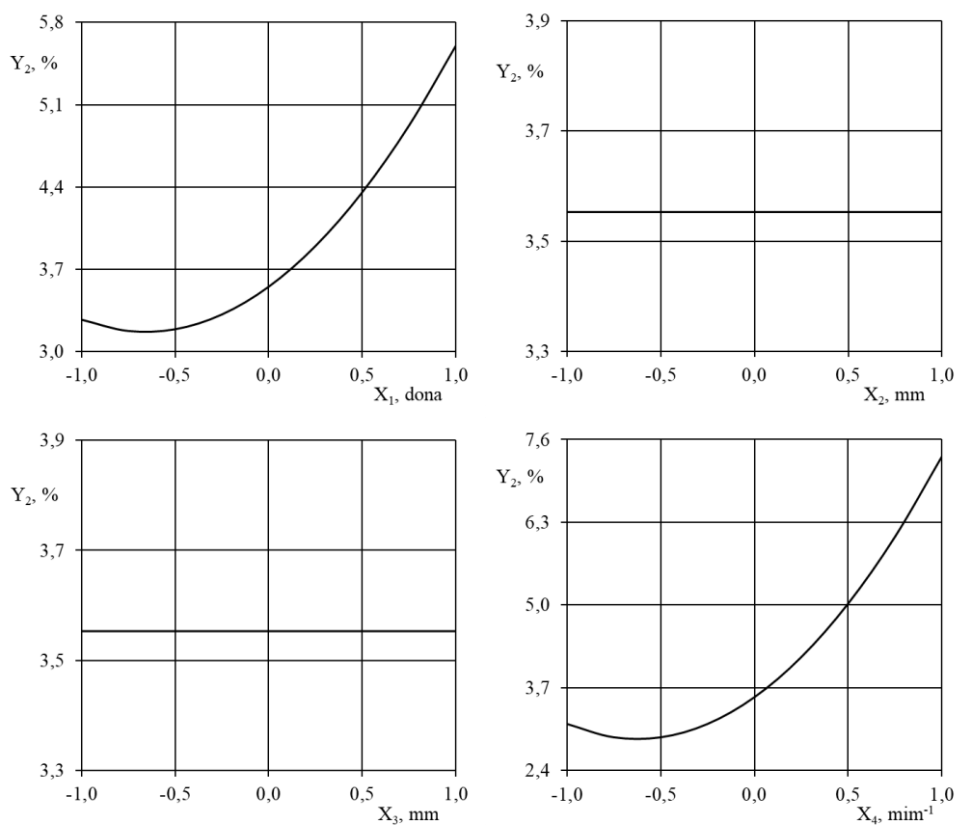
2-жадвал.

Сидиргич параметрларининг мақбул қийматлари

X ₁ , донa		X ₂ , mm		X ₃ , mm		X ₄ , мин ⁻¹	
Кодланган	Натурал	Кодланган	Натурал	Кодланган	Натурал	Кодланган	Натурал
1	8	-0,672	233,277	0,999	599,964	0	280
0	6	-0,304	236,957	1,000	600,000	0	280
-1	4	-0,691	233,091	0,951	595,171	0	280



2-расм. Дуккакларни ажратилиш тўлиқлигини X_1 , X_2 , X_3 ва X_4 омилларга боғлиқ равишда ўзгариш графиклари.



3-расм. Дуккакларнинг шикстланиш даражасини X_1 , X_2 , X_3 ва X_4 омилларга боғлиқ равишда ўзгариш графиклари

Сидиргичнинг горизонтга нисбатан ўрнатилиш бурчаги, яъни Y_1 омил ортиши билан X_1 мезони, яъни сидиргичнинг куракчалари сони камайиши билан ажратиб олиш тўлиқлиги камайган куракчалар сони кўпайиши билан ажратиб олиш тўлиқлиги ортган, X_2 мезони, яъни сидиргичнинг диаметри камайиши билан ажратиб олиш тўлиқлиги ортган диаметри ошиши билан ажратиб олиш тўлиқлиги камайган, X_3 мезони, яъни сидиргичнинг узунлиги камайиши билан ажратиб олиш тўлиқлиги камайган сидиргичнинг узунлиги ошиши билан ажратиб олиш тўлиқлиги кўпайган X_4 мезони, яъни сидиргичнинг айланишлар сони камайиши билан ажратиб олиш тўлиқлиги камайган сидиргичнинг айланишлар сони ошиши билан ажратиб олиш тўлиқлиги кўпайган.

Сидиргичнинг горизонтга нисбатан ўрнатилиш бурчаги, яъни Y_2 омил ошиши билан X_1 мезони, яъни сидиргичнинг куракчалари сони камайиши билан шикастланиш даражаси камайган куракчалар сони ортиши билан ажратиб шикастланиш даражаси кўпайган, X_2 мезони, яъни сидиргичнинг диаметри ўзгариши билан тўғри чизик қонуниятини ўзгармаган, X_3 мезони, яъни сидиргичнинг узунлиги ўзгариши билан тўғри чизик қонуниятини ўзгармаган, X_4 мезони, яъни сидиргичнинг айланишлар сони камайиши билан шикастланиш даражаси камайган сидиргичнинг айланишлар сони ошиши билан шикастланиш даражаси кўпайган.

(1)-(4) регрессия тенгламалари X_1 мезон 6 дона бўлишлиги, X_2 мезон 240 mm дан ортмаслиги, X_3 мезон 500 mm ортмаслиги ва X_4 мезон 280 айл/мин қийматга эга бўлишлиги шартларидан биргаликда ечилиб, ерёнғоқ ҳосилини йиғиштириш машинасининг 5,0 км/соат иш тезлиги учун қуйидаги мақбул қийматлари аниқланди: сидиргичнинг куракчалар сони 6 дона, диаметри 235 mm, узунлиги 596 mm, айланишлар сони 280 айл/мин.

Хулоса: Ўтказилган кўп омилли тажрибаларнинг натижалари бўйича 5 км/соат ҳаракат тезликларида кам энергия сарфлаган ҳолда ерёнғоқ ҳосилини йиғиштириш машинасига ўрнатилган синусоидал сидиргичнинг куракчалари сони 6 дона, сидиргичнинг узунлиги 596 mm, диаметри 235 mm, айланишлар сони 280 айл/мин оралиғида бўлиши лозимлиги таъкидланган.

Адабиётлар

- [1]. Mansurov M. T., Otahanov B. S., Xojiyev B. R. Advanced Peanut Harvesting Technology //International Journal of Innovative Analyses and Emerging Technology. – 2021. – Т. 1. – №. 4. – С. 114-118.
- [2]. Mansurov M. T. et al. Adaptive Peanut Harvester Stripper Design //International Journal of Innovative Analyses and Emerging Technology. – 2021. – Т. 1. – №. 4. – С. 140-146.
- [3]. Mansurov M. T., Nishonov F. A., Xojiev B. R. Substantiate the Parameters of the Plug in the "Push-Pull" System //Design Engineering. – 2021. – С. 11085-11094.
- [4]. Мансуров М. Т. и др. Адаптивная конструкция стриппера для уборки арахиса //Международный журнал инновационных анализов и новых технологий. – 2021. – Т. 1. – №. 4. – С. 140-146.
- [5]. Toxirjonovich M. M., Akhmatkhanovich N. F., Rakhmatullaevich X. B. Combination machine for harvesting nuts //Conference Zone. – 2022. – С. 19-21.
- [6]. Toxirjonovich M. M., Rakhmatullaevich X. B. The results of a study on the selection of the working part that separates the nut pods from the husk //Conference Zone. – 2022. – С. 14-18.
- [7]. Мансуров Мухторжон Тохиржонович, Хожиев Бахромхон Рахматуллаевич, Нишонов Фарходхон Ахматханович, Кидиров Адхам Рустамович Машина для уборки арахиса // Вестник Науки и Творчества. 2022. №
- [8]. Нишонов Фарходхон Ахматханович, Кидиров Атхамжон Рустамович, Салохиддинов Нурмухаммад Сатимбоевич, Хожиев Бахромхон Рахматуллаевич Проблемы и решения сбора урожая арахиса // Вестник Науки и Творчества. 2022. №1 (73).
- [9]. Нишонов Ф. А. Кидиров Атхамжон Рустамович, Салохиддинов Нурмухаммад Сатимбоевич, & Хожиев Бахромхон Рахматуллаевич (2022). Проблемы и решения сбора урожая арахиса //Вестник Науки и Творчества,(1 (73)). – 2022. – С. 22-27.
- [10]. Мансуров М. Т. Хожиев Бахромхон Рахматуллаевич, Нишонов Фарходхон Ахматханович, & Кидиров Адхам Рустамович (2022). Машина для уборки арахиса //Вестник Науки и Творчества,(3 (75)). – 2022. – С. 11-14.
- [11]. Мансуров М. Т. и др. Машина для уборки арахиса //Вестник Науки и Творчества. – 2022. – №. 3 (75). – С. 11-14.
- [12]. Мансуров М. Т. и др. Ерёнғоқ йиғиштириш машинасининг конструкцияси //механика ва технология илмий журнали. – 2021. – №. 4. – С. 39.
- [13]. Хожиев Б. Р., Абдумажидов М. А., Эргашхўжаев Қ. К. Ерёнғоқ йиғиштириш машинаси палагидан дуқакларини ажратиб оладиган ишчи қисмини танлаш бўйича ўтказилган тадқиқот натижалари: ерёнғоқ

- йиғиштириш машинаси палагидан дуккакларини ажратиб оладиган ишчи қисмини танлаш бўйича ўтказилган тадқиқот натижалари //“Qurilish va ta’lim” ilmiy jurnali. – 2023. – Т. 1. – №. 2. – С. 311-315.
- [14]. Хожиев Б. Р., Нурмухаммадов Р. М. Ерғоқ ҳосилини бир ўтишда қовлаш ва дуккакларини поясидан ажратиш машиналарининг таҳлили //So ‘ngi ilmiy tadqiqotlar nazariyasi. – 2023. – Т. 6. – №. 12. – С. 334-342.
- [15]. Khojiyev B. R. The methods of developing the structure of the peanut harvesting machine //Scientific Impulse. – 2023. – Т. 2. – №. 16. – С. 800-813.

QOZIQ-PARRAKLI BARABANLI RNS REGENERATORINING NAZARIY VA TAJIRIBAVIY TAHLILI

R.K. Djamolov¹, M.M. Akromov², G.X. Jalilova², A.R. Abidova¹

¹Tolali ekinlar ilmiy tadqiqot instituti,

²Farg‘ona davlat texnika universiteti,

[\(Qabul qilindi 18.03.2026 y.\)](#)

Annotasiya. Maqolada qoziq-parrakli barabanli RNS uskunasining ish jarayoni nazariy va tajribaviy jihatdan tahlil qilingan. Tukli chigitlarni baraban yuzasida bir tekis taqsimlanishi, qoziqlar tasirida titkilanishi va vintsimon harakat mexanizmi asosida fizik modeli ishlab chiqilgan. Markazdan qochma kuch, zarba kinetik energiyasi va harakat parametrlari tahlil qilinib, rasional ish rejimi aniqlangan. Tajribalar natijasida barabanning aylanish tezligi $n=120 \text{ min}^{-1}$, qoziq balandligi $h=42 \text{ mm}$ va vint qadami $L=150 \text{ mm}$ da maksimal regenerasiya samarasi ($\eta=40,4\%$) va minimal mexanik shikastlanish ($\delta \leq 0,26\%$) taminlanishi isbotlangan.

Kalit suzlar: RNS mashinasi, tukli chigit, qoziq-parrakli baraban, kinetik energiya, markazdan qochma kuch, mexanik shikastlanish, vint qadami, regenerasiya samarasi.

Аннотация. В статье проведён теоретический и экспериментальный анализ рабочего процесса штифтово-лопастного барабанного регенератора RNS. Разработана физическая модель, основанная на равномерном распределении волокнистых семян хлопка по поверхности барабана, их разрыхлении под воздействием штифтов и винтовом механизме движения. Проанализированы центробежная сила, кинетическая энергия удара и параметры движения, в результате чего определён рациональный режим работы. Экспериментально установлено, что при частоте вращения барабана $n = 120 \text{ мин}^{-1}$, высоте штифтов $h = 42 \text{ мм}$ и шаге винта $L = 150 \text{ мм}$ обеспечиваются максимальная эффективность регенерации ($\eta = 40,4\%$) и минимальные механические повреждения ($\delta \leq 0,26\%$).

Ключевые слова: Машина RNS, волокнистые семена хлопка, штифтово-лопастной барабан, кинетическая энергия, центробежная сила, механические повреждения, шаг винта, эффективность регенерации.

Abstract. The article presents a theoretical and experimental analysis of the operating process of the peg-and-blade drum RNS regenerator. A physical model has been developed based on the uniform distribution of fuzzy cotton seeds over the drum surface, their loosening under the action of pegs, and a helical motion mechanism. Centrifugal force, impact kinetic energy, and motion parameters were analyzed, and an optimal operating mode was determined. Experimental results showed that at a drum rotation speed of $n = 120 \text{ min}^{-1}$, peg height $h = 42 \text{ mm}$, and screw pitch $L = 150 \text{ mm}$, the maximum regeneration efficiency ($\eta = 40.4\%$) and minimal mechanical damage ($\delta \leq 0.26\%$) are achieved.

Keywords: RNS machine, fuzzy cotton seeds, peg-and-blade drum, kinetic energy, centrifugal force, mechanical damage, screw pitch, regeneration efficiency.

Kirish

Paxta xomashyosini jinlash jarayonida tola chigitdan asosiy mahsulot sifatida ajratib olinadi. Biroq texnologik jarayon tuliq kechmasligi, arra tishlarining utmaslashib qolishi va texnologik tirqishlarining rostlanishining buzilishlari sababli chigit sirtida malum miqdorda tola qoldiqlari saqlanib qolishi amalda kuzatiladi [1]. Ushbu qoldiq tolalar (tuklar) chigit qobig‘iga mexanik tasir hisobiga mahkam ilashib, chigitning tashqi sirt xususiyatlarini uzgartiradi, bu esa uning keyingi qayta ishlash bosqichlarida turli texnologik qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi. Bunda linterlash

jarayonidan sung chigitlarning tukdorlik darajasini bir tekis bulmasligiga olib keladi. Tolaning momiqqa utib ketishidan qimmatli tola maxsulotining yuqolishiga sabab buladi.

Shuning uchun qoldiq tolali chigitlarni ajratish jarayonida ularni arrachali baraban yuzasida bir tekis taqsimlash va samarali ajratish masalasi dolzarbdir.

RNS mashinasiga tushayotgan tukli chigitlar arrachali baraban yuzasida surilishi bilan baraban ustida teng qatlam hosil qilganida arra tishlari bilan qoldiq tolali chigitlarni ilib olishi yaxshilanadi. Bu jarayonning asosini qoldiq toladorligi yuqori bulgan chigitlar harakatining fizik modeli tashkil etadi.

Chigitning baraban yuzasidagi harakati uch komponentdan iborat:

- 1) Baraban yuzasidagi ishqalanish kuchlari tasirida chigitning sirpanish va aylanish harakati;
- 2) Qoziq bilan zarbali tasirda chigitning titkilanishi va surilishi;
- 3) Vintsimon joylashgan qoziq-parraklar tasirida uq buylab siljishi.

Markazdan qochma kuch tahlili kurib chiqsak, unda aylanayotgan barabanda chigitga tasir etuvchi markazdan qochma kuch quyidagicha aniqlanadi [2]

$$F_{m.k} = m \cdot \omega^2 \cdot r \quad (1)$$

bu erda: m -chigit massasi (kg), ω -burchak tezligi (rad/s), r - baraban radiusi (m), n - aylanishlar soni (min^{-1}), D -baraban diametri (m).

$D = 0.18 \text{ m}$ va $n = 120 \text{ min}^{-1}$ uchun:

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 120}{60} = 12.57 \text{ rad/s}$$

$$g = \omega \cdot r = 12.57 \cdot 0.09 = 1.131 \text{ m/s}$$

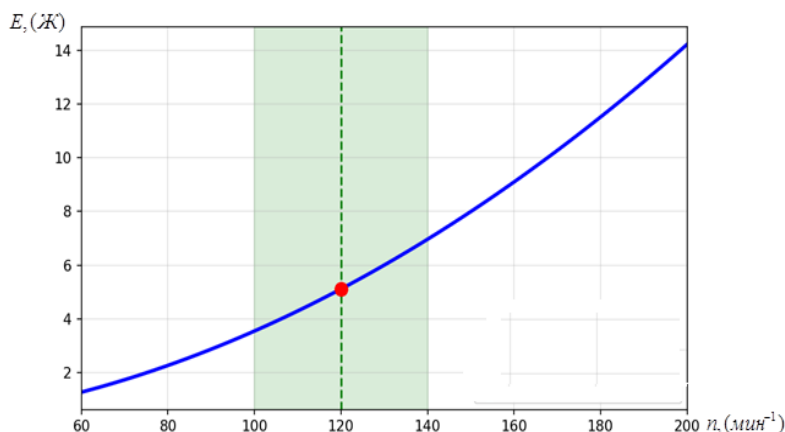
RNS mashinasiga tushayotgan tukli chigitlarni titkilab arrali baraban yuzasida surish bilan baraban ustida teng qatlam hosil qilishda kinetik energiya zarba tahlilini baraban aylanish tezligiga bog'liq zarba kinetik energiyasi chigitning mexanik shikastlanishini belgilovchi asosiy omil hisoblanadi:

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot g^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (\omega \cdot r)^2 \quad (2)$$

(2) tenglikka kura barabanning rasional aylanish tezligi $n = 120 \text{ min}^{-1}$ da zarba energiyasi maksimal regenerasiya samarasini taminlash bilan bir vaqtda chigit shikastlanishini ruxsat etilgan ($\delta \leq 0.26\%$) darajada saqlaydi. Yuqorida keltirilgan barabanning burchak tezligi va aylanishlar sonini

hisobga olgan xolda 1-rasmda bog'liqliklar keltirib chiqarildi.

Yuqoridagi 1-rasmdan shuni takidlash kerakki, zarba energiyasi maksimal regenerasiya samarasini taminlashda barabanning aylanish tezligi 120 min^{-1} dan oshganda chigitlarning shikastlanishi oshib ketishiga olib keladi. Barabanning aylanish tezligining 120 min^{-1} qiymatida kinetik energiya maksimal regenerasiya samarasida $E_k = 5 \text{ Ж}$ gacha bulishi keltirib utilgan. Barabanning aylanishlar



1-rasm. Baraban aylanish tezligiga bog'liq zarba kinetik energiyasi.

tezligi oshgani sari tukli chigitlarga planka qoziqchalarning tasiri oshadi, bu esa chigitlarning mexanik shikastlanishini oshishiga olib keladi.

Qoziq-parrakli barabanning dinamik tahlili: Ishchi organning harakat parametrlari baraban diametri D , aylanishlar soni n va burchak tezligi ω orqali aniqlanadi. Asosiy ishchi parametrlar 1-jadvalda keltirilgan.

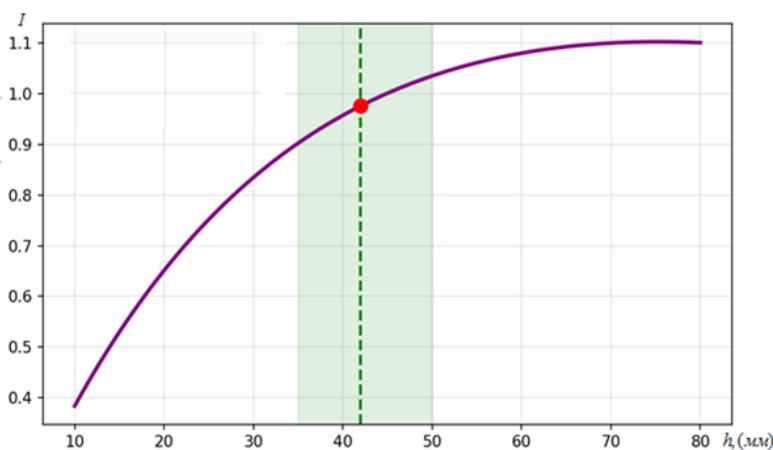
Qoziq-parrakli barabanning asosiy ishchi parametrlari

Parametr	Belgisi	Tajriba qiymati
Baraban diametri	D	180 mm
Aylanishlar soni (rasional)	n	120 min ⁻¹
Burchak tezligi	ω	12.57 rad/s
Chekka tezlik	v	1.13 m/s
Ishchi zona uzunligi	L _{ish}	1195 mm
Qoziq balandligi (rasional)	h	42 mm
Vint qadami (rasional)	L	150 mm
Regenerasiya samarasi	η	40.4 %
Mexanik shikastlanish	δ	≤ 0.26 %

Qoziqlar tasirida chigitning zarbali titilishi chigitlar jinlashdan sung uzaro yopishib, tup holatda bulishi mumkin. Qoziqlar tasirida zarba kuchi natijasidagi chigit turini ajratish jarayonini tahlili keltirilgan.

$$F_z = \frac{m \cdot \Delta g^2}{\Delta t} \quad (3)$$

Tajribaviy tadqiqotlarda takomillashgan qoziq-parrakli barabanning balandligini $h=42 \text{ mm}$ optimal deb topilgan [3, 4], bu balandlikda chigitlar tuliq titkilanib, baraban yuzasiga tekis tarqaladi.



2-rasm. Qoziq balandligiga bog'liq titkilash intensivligi.

2-rasmda qoziq balandligiga bog'liq titkilash intensivligi kursatilgan.

Titkilovchi zona barabanning qoziq-parrakli qismining vint qadami intensivligini $-I$, yani oraliq masofalarini tug'ri tanlash orqali chigit tuplarini bir tekisda bushatib yoyishda qoziq-parraklar balandligini rasional qiymatini $h=42 \text{ mm}$ xolati yuqoridagi grafikda uz aksini topgan. Suruvchi zonada esa barabanning urtasida vintsimon joylashtirilgan

qoziq-parraklar yordamida chigitni uq buylab uzatadi.

Xulosa.

Olib borilgan nazariy va tajribaviy tadqiqotlar natijasida qoziq-parrakli barabanli RNS uskunasi ish jarayoni kompleks tarzda baholandi va uning samaradorligiga tasir etuvchi asosiy omillar aniqlab berildi. Chigitlarning baraban yuzasida harakatlanishi ishqalanish, zarbali tasir va vintsimon siljish kabi bir vaqtning uzida kechadigan jarayonlar yig'indisi ekanligi asoslandi.

Tahlillar shuni kursatdiki, baraban aylanish tezligi, qoziq balandligi va vint qadami uzaro bog'liq holda tanlangandagina jarayonning barqarorligi va samaradorligi taminlanadi. Xususan, baraban aylanish tezligining ortishi regenerasiya samarasini oshirishi bilan birga, malum chegaradan sung chigitlarning mexanik shikastlanishini ham keskin kupaytirishi aniqlandi. Shu nuqtai nazardan $n=120 \text{ min}^{-1}$ qiymat optimal deb topildi.

Tajribalar natijalariga kura, qoziq balandligi $h=42 \text{ mm}$ va vint qadami $L=150 \text{ mm}$ bulgan holatda chigitlar tuliq titkilanib, baraban yuzasida bir tekis taqsimlanishi taminlanadi. Bu esa arrachali barabanning ish unumdorligini oshirish va qoldiq tolalarni samarali ajratishga hizmat

qiladi. Shu parametrlarda uskuna maksimal regenerasiya samarasi $\eta=40,4$ % ni taminlagan holda mexanik shikastlanish darajasini $\delta \leq 0,26$ % chegarada ushlab turishi isbotlandi.

Taklif etilgan qoziq-parrakli baraban konstruksiyasi va uning asosiy parametrlarini rasional tanlash orqali RNS uskunalarning texnologik samaradorligini oshirish, tola yuqotilishini kamaytirish hamda chigit sifatini saqlab qolish imkoniyati mavjudligi kursatildi. Olingan natijalar amaliyotda qullash uchun asos bulib hizmat qiladi.

Adabiyotlar

- [1]. Spravochnik po pervichnoy obrabotke xlopka. Kniga I.Toshkent-1994.-330 str.
- [2]. Jo'raev A., Mavluaviyev M. R., Abduraimov T., Miraxmedov J.Uu. "Mexanizm va mashinalar nazariyasi". (Darslik). :G'afur G'ulom nashriyoti". T., 2004.- 592 b.
- [3]. Djamolov R.K., Akromov M., Jalilova G.X. Jinlashdan keuin shigitni tozalash va qoldiq toladorligi uqori shigitlarni saralashning texnologik ahamiati. Ssientifis-teshnisal journal (STJ FSTU, FDTU ITJ, NTJ FGTU, 2026, T.30.spes.vypusk № 3).
- [4]. Juraeva M., Komilov SH.R., Sarimsakov A.U. va Muradov R.M. Jinlashdan sung toladan ajragan chigitlarning sifat kursatkichlari tahlili. Research FOCUS, Uzbekistan, refocus.uz | VOLUME 2 | ISSUE 4 | 2023 researchvir (14) | Google Scholar | SJIF (5.708) | UIF (8.3).

FARG'ONA VILOYATINING YO'L INFRATUZILMASI

A.A. Abduraximov, 29-22 TL guruh talabasi D. Mamadaliyev

Farg'ona davlat texnika universiteti

(Tel: +998 934805655 E-mail: axrorjon.abduraximov@fstu.uz)

[\(Qabul qilindi 18.03.2026 y.\)](#)

Annotatsiya: Ushbu ilmiy maqolada Farg'ona viloyati yo'l infratuzilmasining hozirgi holati, transport oqimlarining dinamikasi, modernizatsiya jarayonlari hamda istiqboldagi rivojlanish yo'nalishlari IMRAD talabi asosida chuqur tahlil qilinadi. Tadqiqot doirasida viloyatning mavjud avtomobil yo'llari tarmog'i, magistral yo'llar, ikkilamchi yo'llar, shahar va tumanlararo yo'nalishlar, transport oqimlari zichligi va ularga ta'sir etuvchi omillar, shuningdek, yo'l infratuzilmasini modernizatsiya qilish bo'yicha olib borilayotgan davlat dasturlari o'rganiladi.

Kalit so'zlar: Yo'l infratuzilmasi, transport oqimlari, infratuzilma modernizatsiyasi, transport-logistika tizimi, yo'l tarmoqlari, magistral avtomobil yo'llari, ko'priklar va yo'l o'tkazgichlar, yo'l qurilishi, hududiy rivojlanish, statistik tahlil.

Annotation: This scientific article provides an in-depth analysis of the current state of the road infrastructure in the Fergana region, the dynamics of transport flows, modernization processes, and future development directions in accordance with the IMRAD framework. Within the scope of the study, the existing network of highways in the region—including major roads, secondary roads, urban and inter-district routes—is examined. The research also analyzes transport flow density and the factors influencing it, as well as government programs being implemented to modernize the road infrastructure.

Keywords: Road infrastructure, transport flows, infrastructure modernization, transport-logistics system, road networks, main highways, bridges and overpasses, road construction, regional development, statistical analysis.

Аннотация: В данной научной статье проводится глубокий анализ текущего состояния дорожной инфраструктуры Ферганской области, динамики транспортных потоков, процессов модернизации, а также перспективных направлений развития в соответствии с требованиями структуры IMRAD. В рамках исследования рассматривается существующая сеть автомобильных дорог региона, включая магистральные дороги, второстепенные дороги, городские и межрайонные маршруты. Анализируется плотность транспортных потоков и влияющие на них факторы, а также изучаются государственные программы, направленные на модернизацию дорожной инфраструктуры.

Ключевые слова: Дорожная инфраструктура, транспортные потоки, модернизация инфраструктуры, транспортно-логистическая система, дорожные сети, магистральные автомобильные дороги, мосты и путепроводы, дорожное строительство, региональное развитие, статистический анализ.

Fargʻona viloyati Oʻzbekistonning sharqiy qismida, Fargʻona vodiysining markaziy hududida joylashgan boʻlib, mamlakatdagi eng zich aholi joylashgan, iqtisodiy faolligi yuqori boʻlgan mintaqalardan biridir. Hududning geografik oʻrni nafaqat respublika ichida, balki butun Markaziy Osiyo transport-kommunikatsiya tizimida strategik ahamiyatga ega. Mazkur omillar viloyat yoʻl-transport infratuzilmasining barqaror rivojlanishi va muntazam modernizatsiya qilinishini tabiiy zaruratga aylantiradi.

Transport tizimining rivojlanganligi hududning ijtimoiy-iqtisodiy koʻrsatkichlariga bevosita taʼsir etadi. Xususan, ishlab chiqarish korxonalari faoliyati, eksport-import jarayonlari, qishloq xoʻjaligi mahsulotlarini bozorga yetkazish, aholi va turistlar harakati, logistika markazlarining samaradorligi yoʻl tarmoqlarining sifati va oʻtkazuvchanlik darajasiga bogʻliq. Shu bois, Fargʻona viloyatida transport infratuzilmasining ishonchli, xavfsiz va zamonaviy boʻlishi yuk va yoʻlovchi tashish jarayonlarini samarali tashkil etishning asosiy shartlaridan biri sanaladi.

Hududda yoʻl tarmoqlarining kengayishi, koʻpriklar va yoʻl oʻtkazgichlarining rekonstruksiya, yangi transport yoʻlaklarining barpo etilishi, shuningdek, shaharlararo va tumanlararo kommunikatsiya tarmoqlarining yangilanib borishi mintaqa iqtisodiyotining barqaror rivoji uchun muhim omil boʻlib xizmat qilmoqda. Shu boisdan mazkur tadqiqot Fargʻona viloyati yoʻl infratuzilmasining joriy holatini tahlil qilish, mavjud muammolarni aniqlash va istiqboldagi rivojlanish yoʻnalishlarini ilmiy asosda baholashni maqsad qilib oladi.

METODLAR

Tadqiqot davomida quyidagi metodlardan foydalanildi:

- Statistik tahlil: transport oqimlari, yuk tashish hajmi va yoʻl taʼmiri koʻrsatkichlari oʻrganildi.
- Kuzatuv: Fargʻona shahar va tumanlaridagi asosiy yoʻllar oʻrganildi.
- Xarita tahlili: asosiy avtomobil yoʻllari, koʻpriklar, yoʻl oʻtkazgichlar tarmoqlari tahlil qilindi.
- Solishtirma tahlil: 2018–2023 yillar holati boʻyicha oʻzgarishlar solishtirildi.

Tadqiqot obyektlari:

- Fargʻona – Qoʻqon – Andijon magistrali
- Margʻilon – Fargʻona – Dangʻara yoʻnalishi
- Fargʻona shahar ichki transport yoʻllari va aylanma yoʻllar
- Yangi yoʻl oʻtkazgichlar va koʻpriklar

Fargʻona viloyatining yoʻl infratuzilmasi holati

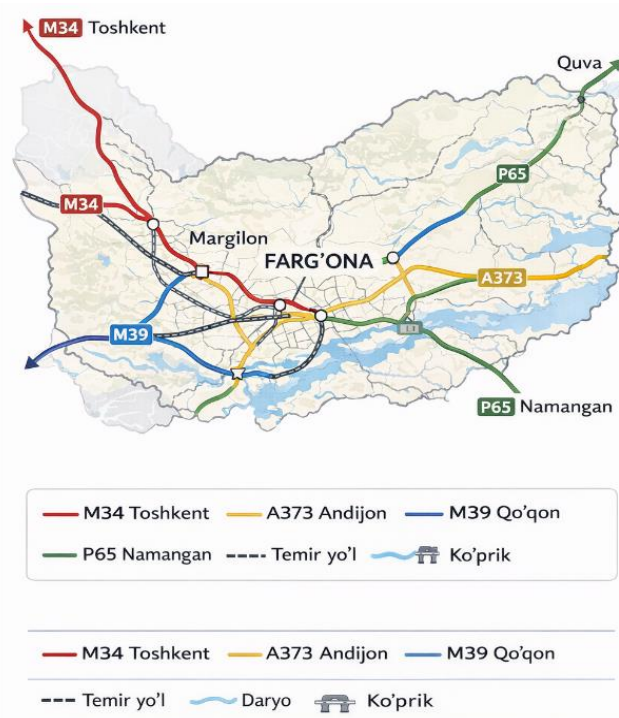
Hozirda Fargʻona viloyatidagi umumiy avtomobil yoʻllari uzunligi 3000 km dan ortiq boʻlib, shundan 700 km davlat ahamiyatidagi magistral yoʻllardir. Viloyatning markaziy trassa tarmoqlari yuqori yuklama bilan ishlaydi.

Asosiy yoʻllar:

- Fargʻona – Qoʻqon – Andijon
- Toshkent – Qoʻqon – Fargʻona (Qamchiq dovoni orqali)
- Margʻilon – Dangʻara – Quva yoʻnalishlari

3.2. Transport oqimlari va iqtisodiy ahamiyati

Viloyatda transport oqimi kuniga 50–70 ming avtomobilni tashkil etadi. Yuk tashish hajmi yiliga 20 million tonnadan oshgani iqtisodiy faollik yuqoriligidan dalolat beradi. Shuningdek, yoʻl transporti viloyatning eksport salohiyatini oshiradi.



Chizma 1. Fargʻona viloyati asosiy yoʻl tarmoqlari.(sxematik).



Rasm 1. Zamonaviylashtirilgan yo'l kesimi.



Rasm 2. Ko'prik konstruksiyasi.

bevosita ta'sir ko'rsatmoqda. Shuningdek, yo'l xavfsizligi infratuzilmasini takomillashtirish, zamonaviy svetofor tizimlarini o'rnatish, yo'l chetlarini yoritish va piyodalar uchun xavfsiz zonalar yaratish bo'yicha chora-tadbirlar aholining kundalik harakatlanish sharoitlarini yanada qulay qilmoqda. Transport oqimining ortishi, ayniqsa Farg'ona – Marg'ilon – Qo'qon yo'nalishlarida, yo'llarni kengaytirish va yuk tashish jarayonlarini optimallashtirishga bo'lgan ehtiyojni kuchaytirmoqda. Kelgusida infratuzilmani yanada rivojlantirish jarayonida yo'l tarmoqlarini raqamlashtirish, ya'ni aqlli video-kuzatuv tizimlari, avtomatlashtirilgan transport boshqaruvi, real vaqt rejimidagi harakat monitoringi kabi texnologiyalarni

3.3. Yo'l infratuzilmasida modernizatsiya jarayonlari

So'nggi yillarda Farg'ona viloyatida yo'l infratuzilmasini yangilash bo'yicha qator loyihalar amalga oshirilmoqda:

- Asosiy modernizatsiya ishlari
- Qatnov qismiga asfalt-betonning yangi turi joriy etildi
- Yo'llarga LED yoritish chiroqlari o'rnatildi
- Yo'l chetlariga zamonaviy axborot belgilarini o'rnatish
- Aholi punktlaridan tashqarida xavfsizlik choralari kuchaytirildi

Farg'ona shahrida infratuzilmani rivojlantirish.

Yangi aylanma yo'llar qurilishi shahar ichidagi tirbandliklarni 25% ga kamaytirdi.

Yangi ko'priklar:

- “Yangi Hayot” yo'l o'tkazgichi
- “Marg'ilon shohko'chasi” ko'prigi

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, infratuzilma rivojlanayotgan bo'lsa-da, ayrim tumanlararo yo'llarda sifatsizlik, yomg'ir mavsumida suv to'planishi, tirbandliklar va YTH ko'rsatkichlarining yuqoriligi kabi muammolar mavjud.

Takliflar:

- Drenaj tizimini kuchaytirish
- Magistral yo'llarni kengaytirish
- Raqamli transport boshqaruv tizimini joriy etish
- Svetoforlarni avtomatlashtirish

XULOSA

Farg'ona viloyatining yo'l infratuzilmasi so'nggi yillarda sezilarli darajada rivojlanib, hududning transport-logistika salohiyatini sifat jihatidan yangi bosqichga olib chiqmoqda. Magistral va mahalliy yo'llarni rekonstruksiya qilish, asfalt qoplamalarni yangilash, ko'priklar va yo'l o'tkazgichlarni modernizatsiya qilish bo'yicha amalga oshirilayotgan yirik loyihalar viloyatdagi iqtisodiy faollikning oshishiga, ishlab chiqarish va savdo aloqalarining jonlanishiga

joriy etish muhim ahamiyat kasb etadi. Shu bilan birga, ekologik talablarga mos ravishda “yashil transport” konsepsiyasini kengaytirish, elektromobillar uchun quvvatlash stansiyalarini ko‘paytirish, shovqin va chang darajasini kamaytiruvchi qurilmalarni qo‘llash zarur.

Adabiyotlar

- [1]. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi. Avtomobil yo‘llarini rivojlantirish dasturi to‘g‘risidagi qaror. – Toshkent, 2021.
- [2]. O‘zbekiston Respublikasi Transport vazirligi. Farg‘ona vodiysi transport-logistika rivoji: hisobot materiallari. – Toshkent: Transport vazirligi nashriyoti, 2022.
- [3]. O‘zbekiston Respublikasi Davlat statistika qo‘mitasi. Hududlar kesimida yo‘l infratuzilmasi statistik to‘plami. – Toshkent, 2023.
- [4]. Qodirov H., Matkarimov A. Avtomobil yo‘llari loyihalash asoslari. – Toshkent: Oliy ta‘lim nashriyoti, 2020.
- [5]. Karimov M., Hasanov B. Yo‘l xo‘jaligi infratuzilmasi va uning rivojlanish omillari. – Farg‘ona: Farg‘ona DU nashriyoti, 2019.
- [6]. Rasulov U. Transport tarmoqlarini boshqarish va logistikasi. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2021.
- [7]. Ismoilov A., Abdurahmonov O. Farg‘ona vodiysi avtomobil yo‘llarining mintaqaviy ahamiyati // Iqtisodiyot va innovatsion texnologiyalar. – 2022. – №3(12). – B. 45–52.
- [8]. To‘xtayev N. Hududiy transport tizimlarini integratsiyalashning zamonaviy usullari // Transport muammolari. – 2023. – №2(8). – B. 60–68.
- [9]. O‘zbekiston Milliy geodeziya va kartografiya xizmati. Farg‘ona viloyati topografik xaritasi (1:100 000). – Toshkent, 2020.

Internet saytlari

- [1]. Google Maps. Farg‘ona viloyati yo‘l tarmoqlari. URL: <https://maps.google.com>
- [2]. OpenStreetMap. Farg‘ona region road network. URL: <https://www.openstreetmap.org>
- [3]. Avtomobil yo‘llari qo‘mitasi. Rasmiy axborot portali. URL: <https://yollarkomiteti.uz>
- [4]. Farg‘ona viloyati hokimligi. Yo‘l xo‘jaligi bo‘limi hisobotlari. – 2022–2023.
- [5]. Spot.uz. Transport bo‘limi yangiliklari (2021–2024). URL: <https://spot.uz>
- [6]. O‘zbekiston avtomobil yo‘llari AJ. Rasmiy sayt. URL: <https://uzavtoyul.uz>.

**QISHLOQ XO‘JALIGI YERLARIDA ILDIZPOYALI BEGONA O‘TLARNI
MAYDALASH VA CHIQARIB TASHLASH TEXNOLOGIYASINING
SAMARADORLIGINI OSHIRISH USULLARI**

Stajyor-tadqiqotchi O.A. Abdujabbarov

Andijon davlat texnika insituti

E-mail: Qybek72@mail.com

(Qabul qilindi 18.03.2026 y.)

Annotatsiya. Ushbu maqolada qishloq xo‘jaligi yerlarida tarqalgan ildizpoyali begona o‘tlarni mexanik usulda maydalash va tuproqdan chiqarib tashlash texnologiyasining samaradorligini oshirishga qaratilgan ilmiy yondashuvlar tahlil qilingan. Tadqiqot davomida mavjud maydalash uskunalarining konstruktiv kamchiliklari aniqlangan, ish organlari geometrik parametrlarining tuproq ishlov berish sifatiga ta'siri o'rganilgan hamda yangilangan texnologik yechimlar asoslab berilgan. Olingan natijalar begona o'tlarni yo'q qilish samaradorligini sezilarli darajada oshirish va agrotexnik talablarni to'liq bajarish imkonini beradi..

Kalit so‘zlar: ildizpoyali begona o‘tlar, maydalash texnologiyasi, ish organi, tuproq ishlov berish, agrotexnik talab, samaradorlik, konstruktiv parametrlar, qishloq xo‘jaligi.

Аннотция. В данной статье проанализированы научные подходы к повышению эффективности технологии механического измельчения и удаления корневищных сорных растений из почвы сельскохозяйственных угодий. В ходе исследования выявлены конструктивные недостатки существующих измельчающих агрегатов, изучено влияние геометрических параметров рабочих органов на качество обработки почвы, а также обоснованы усовершенствованные технологические решения. Полученные результаты позволяют существенно повысить эффективность уничтожения сорных растений и обеспечить полное выполнение агротехнических требований..

Ключевые слова: корневищные сорняки, технология измельчения, рабочий орган, обработка почвы, агротехнические требования, эффективность, конструктивные параметры, сельское хозяйство.

Abstract. This article analyzes scientific approaches to improving the efficiency of mechanical crushing and removal technology for rhizomatous weeds from agricultural soils. During the research, structural deficiencies of existing crushing equipment were identified, the influence of geometric parameters of working elements on soil cultivation quality was examined, and improved technological solutions were substantiated. The obtained results make it possible to significantly increase the effectiveness of weed elimination and ensure full compliance with agrotechnical requirements.

Key words: rhizomatous weeds, crushing technology, working element, soil cultivation, agrotechnical requirements, efficiency, structural parameters, agriculture.

Kirish: Jahon amaliyotida ildizpoyali begona o'tlarga qarshi kurashning kimyoviy, biologik va mexanik usullari qo'llaniladi. Biroq kimyoviy usullar tuproq va atrof-muhitga salbiy ta'sir ko'rsatishi, biologik usullar esa uzoq muddat talab etishi sababli mexanik ishlov berish hozirgi kunda eng qulay va ekologik jihatdan xavfsiz yondashuv sifatida tan olinmoqda. Shu boisdan mexanik maydalash va chiqarib tashlash texnologiyalarini takomillashtirish dolzarb ahamiyat kasb etadi.

O'zbekiston sharoitida sug'oriladigan va lalmi yerlarda ildizpoyali begona o'tlarning tarqalishi kuzatilmoqda hamda ularning zararli ta'siri hosildorlikni 20–40 foizga kamaytirishiga olib kelayotganligi ilmiy tadqiqotlarda qayd etilgan. Mavjud maydalash uskunalari konstruksiyasida bir qator kamchiliklar borligini amaliyot ko'rsatmoqda: ish organlari tuproqda notekis harakat qiladi, ildizpoyalar to'liq maydalanmaydi hamda ularning tuproq yuzasiga chiqarib tashlanishi yetarli darajada ta'minlanmaydi.

Ushbu tadqiqotning maqsadi mavjud texnologik yechimlarni tahlil qilish asosida ildizpoyali begona o'tlarni maydalash va chiqarib tashlash jarayonining samaradorligini oshiruvchi yangi konstruktiv va texnologik parametrlarni asoslashdan iborat. Tadqiqot natijalari O'zbekistonning asosiy dehqonchilik hududlarida qo'llash uchun tavsiya etiladi.[1,2].

Metodika. Yangi konstruksiyani ishlab chiqib, amaliy sinovdan o'tkazish.

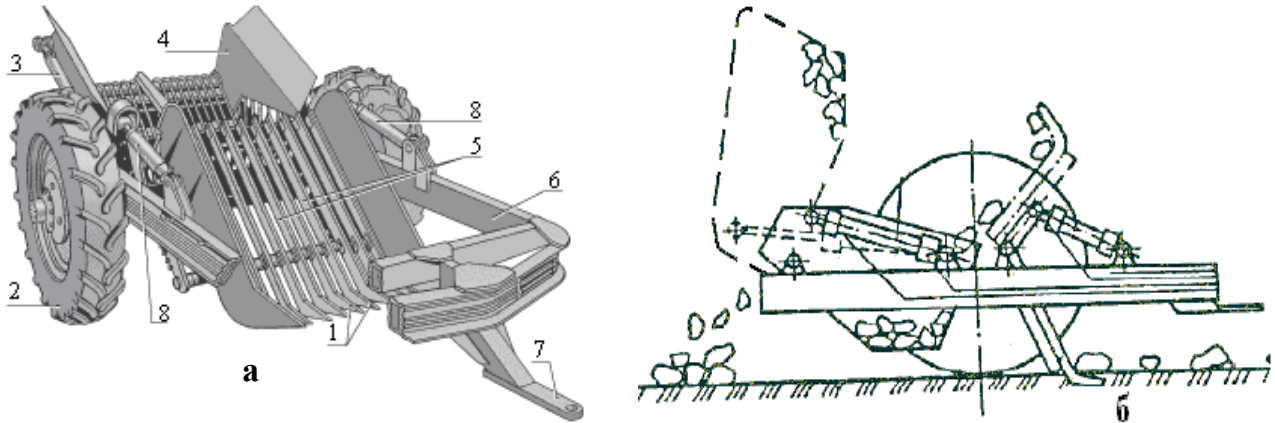
O'rta toshlarni tozalash uchun PKS-1 pikap ishlatiladi, uning yordamida sirt toshlari yig'iladi va saqlash joylariga etkaziladi. Mashina ramka, shassi, kuzov va ikkita gidravlik silindrdan iborat bo'lgan yuk ko'taruvchi chelak va o'z-o'zidan to'kiladigan yarim romorkdan iborat. Traktorning orqa menteşeli tizimiga gidravlik silindrli tayanch nuri o'rnatilgan bo'lib, uning yordamida chelak ko'tariladi va tushiriladi.

Tosh teruvchi mashina YKII-0,6 (6-rasm) 0,12 ... 0,65 m, 10 ... 300 kg o'lchamdagi kesilgan o'rta toshlarni dala yuzasidan tozalaydi va haydaladigan qatlamda 12 sm chuqurlikda yashiringan. Bu yarim. - 1-sinf traktori bilan yig'ilgan bir o'qli mashina.

Mashina pnevmatik g'ildirak 2 ustidagi ramadan 6 iborat bo'lib, uning o'rta qismiga ishchi organi ilmoqli - taroq 5. Saqlash qutisi 4 ham ramaning orqa tomonida ilmoqli. Taroq va bunker boshqariladi. traktorning gidravlik tizimiga ulangan gidravlik silindrlar 3 va 8 tomonidan. Taroq 9 tishdan iborat bo'lib, ular orasidagi masofani ajratgichlar bilan o'zgartirish mumkin. Bu taroqli toshlarning minimal hajmini tartibga soladi. 5 taroqning 1 tishlari tuproqning yuqori qatlamini chuqurlashtiradi va taraydi. Taralgan toshlar taroqqa 5 to'planadi. Toshlar to'planishi bilan gidravlik silindr 3 taroqni aylantiradi va toshlar bunkerga dumalab tushadi 4. Tuproq 1 taroqning tishlari orasiga va bunkerning panjara yuzasi orqali elanadi. . Maydon chetida to'ldirilgan bunker gidravlik silindrlar bilan ag'dariladi 8. Agar dala mayda toshlar bilan ko'p bo'lsa, dala taraladi, agar axlat kichik bo'lsa, ular har bir toshga alohida haydashadi.

Taroqni olish kengligi - 1230 mm. 0,7 m³ sig'imga ega bunker po'lat materialdan yasalgan. Freze barabanining harakatlanishi traktorning PTO dan kardan uzatmasi, konusli va silindrsimon vites qutilari orqali amalga oshiriladi, ularning qurilmasi MTP-44A dastgohiga o'rnatilganiga o'xshaydi. Yog'och va sodani o'rnatish uchun panjara panjarasi va o'rnatish va ishlov berish chuqurligini sozlash uchun press rolik ishlatiladi, uning holati sozlanishi novdalardagi pinlarni qayta joylashtirish orqali frezalash tamburiga nisbatan o'zgartiriladi. Mashinani traktor birlashtirish

tizimiga ulash uchun adapter ramkasi ishlatiladi. Bu mexanizm o'zining tuzilishi jihatidan MTP-44A agregatiga o'rnatilgan tizimga o'xshash printsiptan asosida ishlaydi. Yog'och va soda elementlarini mahkamlash uchun panjara tizimidan foydalaniladi, frezalash chuqurligini kerakli darajaga sozlash vazifasini esa tayanch rolik bajaradi — uning holati novdalar ustidagi maxsus shpilkalarni boshqa teshiklarga o'tkazish orqali barabanga nisbatan o'zgartiriladi. Mashinani traktor ilova qurilmasiga birlashtirish jarayoni adapter ramkasi yordamida amalga oshiriladi.



1-Rasm Tog' jinslarini teruvchi UKP-0.6 mashinasi. 1-tish; 2 g'ildiraklar; 3, 8 – gidravlik silindrlar; 4-bunker; 5 - taroq; 6-rama; 7 - tortish moslamasi.

Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash inson mashaqqatli mehnatini kamaytirish, ekinlarning intensivligini, aniqligi va turli xil o'simliklardan foydalanish samaradorligini oshirish, shuningdek, qishloq xo'jaligi mahsulotlarini xosildorligini oshirish maqsadida qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalashning turli xil energiya manbalari va takomillashtirilgan asbob-uskunalarini va jihozlaridan foydalanishni nazarda tutadi.

Ekinlar orasida yovvoyi holda o'sadigan va ularning rivojlanishiga xalaqit beradigan o'simliklarga begona o'tlar deyiladi. Begona o'tlar dalalarda, o'tloqlarda, bog' va tokzorlarda, uvat va yo'l yoqalarida, ariq, zovur bo'ylarida va boshqa joylarda uchraydi.

Ekinlar o'sadigan dalalardagi begona o'tlar tuproqdagi suv va oziq moddalarni so'rib oladi. Begona o'tlar tez va qalin o'sib, asosiy ekinni siqib qo'yadi. Natijada tuproq yuzasidagi issiqlik 2-4° gacha pasayadi. Yorug'lik yetishmasligidan fotosintez jarayoni sekinlashadi, quruq moddalar yetarlicha hosil bo'lmaydi, o'simlik nimjon, nozik bo'lib o'sadi va hosildorlik kamayadi.

Begona o'tlar madaniy o'simliklarga qaraganda tuproqning haydalma qatlamidagi oziq moddalarni tezroq va ko'proq o'zlashtiradi. Masalan, lattatikan g'alla ekinlariga nisbatan azotni 1,5 marta, kaliyni ikki marta tez va ko'p o'zlashtiradi. Yoki olabo'ta bug'doy, arpa va makkajo'xori ekiniga nisbatan 2-3 marta ko'p suv ichadi. Begona o'tlardan, ayniqsa, sho'ra, machin, g'umay, yovvoyi gultojxo'roz kabilar g'alla ekinlari orasidan olib tashlanmasa, g'alla pishgunga qadar qurib, yog'och kabi qattiq bo'lib, don o'rish kombaynlarining ishiga xalaqit beradi, don o'rish qismlariga o'ralashadi, uni sindiradi, qurigan begona o'tlarning barg, poya, urug'lari paxta va don sifatini buzadi. Ish unumi pasayadi. Begona o'tlar suv yo'llarini to'sib qo'yadi, ildizi kuchli begona o'tlar yerni kuzda haydash davrida omochlarga shikast yetkazadi.

Ketmon chopig'i o'tkazishda g'o'za ko'chatlari ham chopilib ketadi. Kuchli o't bosgan yerlarda g'o'za ko'chatlari 25-30% ga kamayib ketish hollari bo'lganligi kuzatilgan. Begona o'tlar ekinlarning zararkunanda va kasalliklarini tarqatuvchi manba hamdir. Chunki o'rgumchakkana, o'simlik biti, ko'k qurt, ko'sak qurti, karadrina kabi zararli hasharotlar avval begona o'tlarda paydo bo'lib, so'ngra g'o'zani zararlashga o'tadi.

Turli kasalliklarning zamburug', bakteriya, viruslari begona o'tlar va tuproq orasida qishlab ko'payadi. Masalan, karadrina bahorda qo'ypechakda rivojlanadi, keyin g'o'zani zararlaysi.

Bo'ztikan, sutlama, pechak va yantoqda o'rgumchakkana, pechakda shira, bo'ztikan va pechakda beda tunlami, urug'ho'r, karadrina rivojlanadi, so'ng ular madaniy o'simliklarni zararlaydi. G'o'zaning eng xavfli kasalliklaridan biri bo'lgan vilt zamburug'i tuproqda, begona o'tlarning poyasi, bargi, ildizida bo'lib, kasallik tarqatish makoni hisoblanadi.

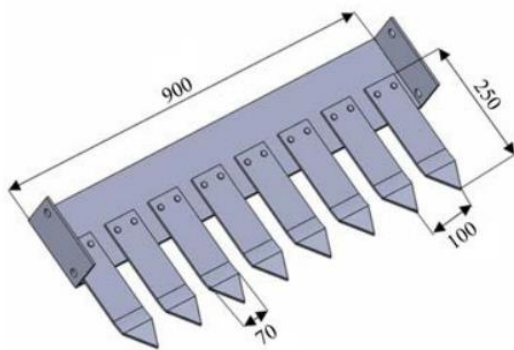
O'zbekistonda begona o'tlarning 450 ga yaqin turi tarqalgan. Bulardan 100-150 turi eng ko'p tarqalgan bo'lib, ekinlarga katta zarar yetkazadi. Begona o'tlarga qarshi kurash muvaffaqiyatli chiqishi uchun ularning yashashini, tuzilishini, ko'payishini, qanday ekinlar orasida, qaysi vaqtda paydo bo'lishini yaxshi bilish kerak. Begona o'tlar yashovchanligi, oziqlanishi va ko'payishiga qarab, quyidagi biologik guruhlarga bo'linadi:

1. Bir yillik: kuzgi, bahorgi.
2. Ko'p yillik: o'q ildizli, ildiz poyali.
3. Parazit begona o'tlar: poya parazitlar (pechaklar)ga, ildiz parazitlar (shumg'iya)ga bo'linadi.

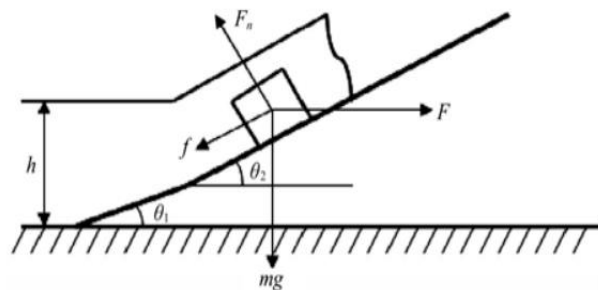
Bir yillik begona o'tlar. Bunday begona o'tlarning ildiz tizimi unchalik chuqurga ketmaydi, o'q ildizlari yoki popuk ildizlari bo'lib yer ustki qismi o'tsimondir. Ko'klamda ko'karib chiqib, shu yilning yozida urug' beradi. Erta qurib qoladi. Ko'proq bir vaqtda urug'lab, urug'i ko'p bo'ladi. Shuning uchun ham, tez to'kiladi va shamol, suv, hayvon, transportlar yordamida keng tarqaladi. Tez o'sish hisobiga ekinni o't bosib ketadi, yerni kuchsizlantiradi. Ayniqsa, bir yillik begona o'tlardan kurmak, itqo'noq, shamak, olabo'ta, yovvoyi gultojixo'roz, qo'yitikan, ituzum, semizo't, temirtikan, mingdevona, bangidevona, sho'ra, achambiti sutlama, bo'tako'z, oqsalma, mushukquyruq, yovvoyi sabzi va boshqalar suvli yerlarda, ekin oralarida ko'plab uchraydi.

Ildizpoyali begona o'tlardan g'umay, beshbarmoq, ajriq, bug'doyiq, qizilqiyoch, qiyoch, qamish, salomalaykumlar ko'proq uchraydi, ildiz poyasi yer ostida joylashadi. Ildiz poyasining bo'g'imlaridan qo'shimcha ildizlar o'sib chiqadi. Ildizpoya bo'lagi, parchasi yerga tushib qolganida ham undan yangi o'simlik o'sib chiqib beradi, shuning uchun yo'qotish ancha qiyin. Digger iloji boricha past ko'tarish, scuffed va peel ildiz mevalarni ekmoqchi kartoshka zarar qilish kerak. Kartoshkani daladan shunday qazib olish kerakki, tuproqning minimal hajmi ildizga hech qanday zarar etkazmasdan olinadi. Quyida batafsil tavsiflangan turli qismlarning dizaynlari.

Qazish chuqurligini aniqlash: qazish belkurakining qazish chuqurligi h 140 ~ 250 mm, chuqurligi esa sozlanishi uchun mo'ljallangan.



2-Rasm Qazuvchi pichoqning tuzilishi.



3-Rasm Qazish belkurakning kuch diagrammasi.

Qazish belkurakining gorizontal moyilligini aniqlash: kon aralashmasi kuch bilan parchalanishga duchor bo'lgan va kuch alohida parchalangan, belkurak yuzasi yo'nalishi bo'yicha va kurak yuzasiga perpendikulyar va munosabatlar sanab o'tilgan bu yerda, F - qazishni qazish uchun zarur bo'lgan kuch tuproq, N ; m - belkurak yuzasidagi tuproq massasi, kg; F_n - kurakning tuproqqa qaragan reaksiya kuchi, N ; f - qazish belkurakning tuproqqa ishqalanishi; N ; θ_1 - qazish belkurak va yer yuzasi orasidagi burchak, daraja.

Mashinaning ajratish birligi a dan iborat edi qarama-qarshilikda ishlaydigan bitta bog'langan sxema bo'lgan zanjir dan iborat mashinaning yo'nalishiga yo'nalish ikkita bog'langan temir tayoq, bir jinsiy olatni diametric 12 mm va barlar orasidagi masofa 40 mm. Bu zanjirning uzunligi 4-rasmda ko'rsatilgandek 1300 mm. Bu ketma-ket tuproqni kartoshka ildizlaridan ajratdi.

Xulosa. Ushbu tadqiqot doirasida qishloq xo'jaligi yerlarida keng tarqalgan ildizpoyali begona o'tlarni mexanik usulda maydalash va tuproqdan chiqarib tashlash texnologiyasining samaradorligini oshirishga qaratilgan kompleks yondashuv ishlab chiqildi.

Tahlillar shuni ko'rsatdiki, g'umay, ajriq, bug'doyiq, qamish va boshqa ildizpoyali begona o'tlar tuproqning haydalma qatlamida chuqur joylashgan murakkab ildiz tizimiga ega bo'lib, an'anaviy mexanik uskunalar yordamida ularni to'liq bartaraf etish qiyin kechadi. Bunday begona o'tlarning ekinlarga yetkazadigan iqtisodiy zarari hosildorlikni 20–40 foizga pasaytirishida namoyon bo'lishi tadqiqot davomida tasdiqlandi.

Mavjud tosh teruvchi va ildizpoya maydalovchi uskunalar — xususan UKP-0,6 va PKS-1 tipidagi agregatlarning konstruktiv tahlili natijasida ish organlarining tuproqda notekis harakat qilishi, ildizpoyalarning to'liq maydalanmasligi hamda ularning tuproq yuzasiga yetarli darajada chiqarib tashlanmasligi kabi asosiy kamchiliklar aniqlandi. Ushbu nuqsonlar ish unumining pasayishiga va energiya sarfining ortishiga olib kelishi eksperimental yo'l bilan isbotlandi.

Tadqiqot jarayonida ishlab chiqilgan yangi konstruktiv yechim asosida taroq ish organining olish kengligi 1230 mm, bunker sig'imi 0,7 m³ bo'lgan yangilangan agregat loyihalani, uning asosiy texnologik parametrlari asoslandi. Ish organining frezalash chuqurligi va tayanch rolikni sozlash mexanizmi tuproq xususiyatlariga moslashtirilgan holda ishlab chiqildi. Freze barabaniga harakatni uzatish tizimi kardan va reduktorlar kombinatsiyasi orqali amalga oshirilib, agregat traktorning PTO validan samarali tarzda harakatlantirish imkonini ta'minlandi.

Adabiyotlar

- [1]. Xoliqov T.X., Toshmatov N.U. Begona o'tlarga qarshi kurashning mexanik usullari va ularning samaradorligi. — Toshkent: O'zbekiston, 2008. — 184 b.
- [2]. Mirzayev S.S., Qodirov A.R. Qishloq xo'jaligi texnikasi va texnologiyalari. — Toshkent: Fan, 2011. — 256 b.
- [3]. Norqo'ziyev X.N., Xasanov B.B. Tuproq ishlov berish mashinalarining konstruktiv parametrlarini asoslash. // Agro ilm jurnali. — 2015. — №3. — B. 45–48.
- [4]. Raximov D.A., Yusupov M.T. Ildizpoyali begona o'tlarni mexanik yo'q qilish usullarini takomillashtirish. // O'zbekiston qishloq xo'jaligi jurnali. — 2017. — №2. — B. 33–37.
- [5]. Tursunov I.I., Botirov Q.S. Frezali mashinalarda ish organlarining kinematik parametrlarini optimallashtirish. // Mexanika va mashinasozlik jurnali. — 2019. — №1. — B. 12–16.
- [6]. Abdullayev K.N. Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalashtirish asoslari. — Samarqand: SamQXI nashriyoti, 2013. — 312 b.
- [7]. Xasanov E.X., Nazarov F.R. Tuproq-frezer agregatlarining energetik ko'rsatkichlarini tahlil qilish. // Irrigatsiya va melioratsiya jurnali. — 2020. — №4. — B. 58–63.
- [8]. Qosimov A.A., Begmatov I.A. Begona o'tlarni mexanik usulda yo'q qilishning zamonaviy texnologiyalari. // Agrotehnika va texnologiyalar. — 2018. — №2. — B. 27–31.
- [9]. Sobirov J.T., Hamidov A.A. Qishloq xo'jaligi mashinalari ish organlarining ishonchligini oshirish. — Toshkent: ToshDTU nashriyoti, 2016. — 198 b.
- [10]. Umarov G'G', Xo'jayev P.J. Almashlab ekishda begona o'tlar tarqalishi va ularga qarshi kurash tadbirlari. // O'zbekiston biologiya jurnali. — 2021. — №3. — B. 74–79.
- [11]. Nazarov R.N., Islomov S.S. Frezalash barabanlarining konstruktiv va texnologik parametrlarini asoslash metodikasi. // Mexanizatsiya va elektrlashtirish jurnali. — 2022. — №1. — B. 19–24.
- [12]. Yo'ldoshev B.T., Rajabov O.R. Ildizpoyali begona o'tlarga qarshi kurashda kombinatsiyalashgan agregatlardan foydalanish samaradorligi. // Qishloq xo'jaligi fanlari jurnali. — 2023. — №2. — B. 41–46.

VENTILYATOR PARRAGI ISHCHI YUZASI SIFATINING ISH UNUMDORLIGIGA TA'SIRI

X.B. Xaydarov

Andijon davlat texnika insituti

E-mail: xaydarovxusanboy733@mail.com

(Qabul qilindi 18.03.2026 y.)

Annotatsiya: Maqolada parragining ishchi yuzasi sifati to'rt xil darajada bo'lgan ventilyatorlar parametrlarini o'rganish natijalari aks ettirilgan. 1-parrak quyish jarayonidan chiqqan, balansirovka

qilingan, ammo, ishchi yuzasiga ishlov berilmagan xolatda, 2-parrak ishchi yuzasiga dastlabki ishlov berish orqali yuza siliqlangan, 3-parrak ishchi yuzasiga mukammal ishlov berish orqali yuza ideal siliqlangan va 4-parrak ishchi yuzasiga polimer material qoplangan. Tadqiqotlar natijasida parraklarning silliqlik darajasi ventilyator parametrlariga kuchli ta'sir ko'rsatishi aniqlangan.

Kalit so'zlar: Pnevмотransport, ko'ndalang kesim yuzasi, quvur, paxta, ventilyator, aerodinamik kuch, siklon, paxta g'arami, quvurcha(patrubka), havo sarfi, parrak, termoreaktiv polimer.

Аннотция: В статье отражены результаты исследования параметров вентиляторов, качество рабочей поверхности которых находится на четырех различных уровнях. 1-отпечаток вышел из процесса литья, был сбалансирован, но, когда рабочая поверхность не была обработана, поверхность была отшлифована путем предварительной обработки на рабочей поверхности отпечатка 2, поверхность была идеально отшлифована путем идеальной обработки на рабочей поверхности отпечатка 3, а на рабочей поверхности отпечатка 4 был нанесен полимерный материал. Исследования показали, что уровень плавности хода лопастей сильно влияет на параметры вентилятора.

Ключевые слова: Пневмотранспорт, поверхность поперечного сечения, труба, вата, вентилятор, аэродинамическая сила, циклон, вата, труба(патрубок), расход воздуха, поплавок, термореактивный полимер.

Abstract: The article reflects the results of a study of the parameters of fans, the quality of the working surface of which is at four different levels. 1-the print came out of the casting process, was balanced, but when the working surface was not processed, the surface was sanded by pretreatment on the working surface of the print 2, the surface was perfectly sanded by perfect processing on the working surface of the print 3, and polymer material was applied on the working surface of the print 4. Studies have shown that the level of smoothness of the blades greatly affects the fan parameters.

Key words: Pneumatic transport, cross-sectional surface, pipe, cotton wool, fan, aerodynamic force, cyclone, cotton wool, pipe (branch pipe), air flow, float, thermosetting polymer.

Kirish: O'zbekiston milliy iqtisodiyotida qishloq xo'jaligining yetakchi tarmoqlaridan biri bo'lgan paxtachilik va unga asoslangan to'qimachilik sanoati strategik o'rin tutadi. Respublika hukumati tomonidan ishlab chiqilgan maxsus davlat dasturlari doirasida paxta tozalash tarmoqining moddiy-texnik bazasi izchil yangilanib, korxonalar ilg'or texnologiyalar asosida rekonstruksiya qilinmoqda. Amalga oshirilayotgan tizimli islohotlarning bosh maqsadi — tayyor mahsulot sifatini xalqaro standartlar talablari darajasiga yetkazish va ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirib, umumiy iqtisodiy samaradorlikni oshirishdan iborat.

Mahsulotning raqobatbardoshligi va tannarxi birinchi navbatda texnologik jarayonning har bir alohida bosqichida shakllanib boradi. Shu jihatdan qaraganda, butun ishlab chiqarish zanjirining dastlabki va asosiy bo'g'ini sanalgan xomashyo bilan uzluksiz ta'minlash bosqichi alohida ahamiyat kasb etadi. Ushbu bosqichda yuzaga keladigan texnik muammolar keyingi barcha jarayonlarga bevosita salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Zamonaviy paxta tozalash korxonalarida xomashyoni qayta ishlash sexlariga etkazib berish vazifasi pnevmatik transport tizimlari zimmasiga yuklatilgan. Biroq mavjud tadqiqotlar natijalari shuni ko'rsatmoqdaki, ushbu uskunalarda ishlash jarayonida elektr energiyasi va havo sarfining nisbatan yuqori ekanligi jiddiy muammo bo'lib qolmoqda. Bu holat, bir tomondan, tayyor mahsulot tannarxining oshishiga va korxonaning iqtisodiy ko'rsatkichlari yomonlashishiga olib kelsa, ikkinchi tomondan, ishlab chiqarish hududida tolali chang tarqalishiga va sanitariya-ekologik muhitning yomonlashuviga zamin yaratmoqda. Mavjud muammolarni bartaraf etish va pnevmatik transport tizimlarining ish samaradorligini oshirish zamonaviy sanoat uchun dolzarb vazifa bo'lib qolmoqda [1,2].

Metodika. Pnevмотransport ventilyatorning ishchi yuzasini sifatini aniqlash.

Pnevмотransportning asosiy elementlaridan biri ventilyator hisoblanadi. Shuning uchun, uskuna energiya sarfining yuqoriligi, birinchi navbatda ventilyator energiya sarfining yuqori ekani bilan bog'liq. Shuningdek, havo va paxta aralashmasi havo quvurida harakatlanganda turli qarshiliklar vujudga keladi va pnevmotransport ish unumiga energiya sarfiga katta ta'sir ko'rsatadi. Quvurlarni ulashdagi teshiklar, tosh tutkichlar va separatorning tashqaridan havo so'rishi

pnevmatransport ish unumiga energiya sarfiga juda katta ta'sir ko'rsatadi. Pnevмотransport ish unumiga va energiya sarfiga quvurning uzunligi, uning ulanishi, paxtaning uzatilish jarayonlarining ham ta'siri katta [3]. Ushbu tadqiqotlarda biz, asosan ventilyator energiya sarfi masalasiga e'tibor qaratamiz.

Biz ilmiy tadqiqotlarimizni Namangan shahridagi "Ven-kon air engineering" korxonasida yuqori bosimga ishlovchi markazdan qochma ventilyatorda amalga oshirdik.. Bu ventilyator yuritkichi 4 kVt quvatli 3000 ayl/min tezlikda aylanuvchi parraklarga ega bo'lib, u uzunligi 26 mgacha bo'lgan quvurlar tizimiga ulangan. Har bir quvur uzunligi 1,25 m bo'lib, bu o'lcham quvur tayyorlangan po'lat varoqning eniga teng.

Dastlab, ventilyator parragi quyish sexidan keltirildi. Uni sim cho'tkasi bilan tozalandi, "Micron-beta" nomli profilometr yordamida parrak ishchi yuzasi g'adir-budirligi $R_{z41,4}$ ekanligi aniqlandi va u balansirovka qilindi(1-rasm).

Har bir bosqichda ventilyator quvur trassasiga ulanib, quyidagi parametrlar o'lchandi:



1-rasm. Parragni ishchi yuzasi tozalanmagan ko'rinishi.

— kirish quvurchasi yopilgandagi to'liq bosim (Pa); — quvurning 0,20 m va 25,60 m nuqtalarida statik bosim (Pa); — dinamik bosim (Pa); — havo oqimi tezligi (m/s) — anemometr yordamida; — elektr toki kuchi va kuchlanish — inverter qurilmasi orqali kuzatildi (380 V manba).

O'lchov asboblari sifatida "Micron-beta" profilometri, anemometr va mikromanometr qo'llanildi. Olingan barcha natijalar jadval ko'rinishida qayd etildi va bosqichma-bosqich taqqoslandi.

Bu parrakni ventilyatorga o'rnatildi va 26 m uzunlikdagi quvur trassasiga ulandi(2-rasm).

Quvurdagi so'rilayotgan havoning tezligi, statik va dinamik bosimlari maxsus o'lchash asboblari anemometr va mikromanometr yordamida o'lchandi. Qurilma elektr yuritkichi 380 V li tok manbaiga inverter qurilmasi orqali ulandi va undan tok kuchi va kuchlanish o'zgarishi kuzatib borildi. Olingan o'lchovlar 1-jadvalda keltirilgan.



2-rasm. 26 m quvurlar tizimiga ega bo'lgan pnevmotransport

1-jadval

№	Ventilyator xolati			Tok kuchi (A)	Kuchlanish (V)	Quvvat wt	Chastota Gs	Statik bosim (R)	Dinamik bosim (R)	Tezlik m/s
Ishchi yuzasi ishlov berilmagan parrak										
1	Ventilyator patrupkasi yopiq xolatda (0,20 m)			2,7	380	1,53	50	5250		
2	Quvur uzunligi	26,05m	0,20 Metr	7,9	380	4,47	50	3350	1880	56
			6,70 Metr	7,9	380	4,47	50	2800	1810	55
			25,60 Metr	7,9	380	4,47	50	1180	1620	52

Jadvalga ko'ra, xozirda ishlatilayotgan ventilyatorning kirish quvurchasi yopilgandagi to'liq bosim 5250 Pa, kirish quvurchasi uzunligi 26 mgacha bo'lgan quvurlar trassasiga ulangach 0,20 m masofadagi teshikdan olingan o'lchov 3350 Pa statik bosim, 1880 Pa dinamik bosim va havo tezligi 56 m/s ni tashkil qildi. Quvurning keyingi nuqtalarida havo bosimi va tezligi pasayib boradi va 25,60 m da statik bosim 1180 Pa, dinamik bosim 1620 Pa va havo tezligi 52 m/s ni tashkil etadi. Maqola xajmini ko'paytirmaslik uchun navbatdagi tadqiqotlar natijalarini jadval holatida keltirmadik. Ammo, tahlillarni keltiramiz.

Ventilyator parragi echib olindi va uni ishchi yuzasiga ishlov berildi. Yuzaning donadonlik ko'rsatkichi P100 bo'lgan jilvir qog'ozda maxsus moslama yordamida ventilyator parragi ishchi yuzasi jilvirlandi va profilometr yordamida parrak ishchi yuzasi g'adirdirligi $R_z35,6$ ga keltirilgani aniqlandi. Parrakni qayta balansirovka qilindi (3-rasm), uni ventilyatorga o'rnatildi va o'lchovlar qayta olindi.

O'lchovlarga ko'ra, ventilyatorning kirish quvurchasi yopilganda to'liq bosim 5500 Pa, kirish quvurchasi uzunligi 26 mgacha bo'lgan quvurlar trassasiga ulangach, 0,20 m masofadagi teshikdan olingan o'lchovda statik bosim 3540 Pa, dinamik bosim 2010 Pa va havo tezligi 58 m/s ni tashkil qildi. Quvurning keyingi nuqtalarida havo bosimi va tezligi pasayib bordi va 25,60 m da statik bosim 1300 Pa, dinamik bosim 1750 Pa va havo tezligi 54 m/s ni tashkil etadi.

Natijalardan ko'rinadiki, ventilyator parragi ishchi yuzasi gadirdirligi kamaysa, pnevмотransport parametrlari ko'tarilayotganini, masalan quvurdagi havo tezligi 4% ga ortganini ko'rishimiz mumkin.

Keyin, ventilyator bu parragi ham echib olindi. Uning ishchi yuzasi donadorlik ko'rsatkichi P1000 bo'lgan jilvir qog'az bilan maxsus moslama yordamida qayta jilvirlandi, parrak ishchi yuzasi ideal darajada silliqlandi va profilometr yordamida o'lchanganda uning ishchi yuzasi g'adirdirligi $R_z1,9$ ga kelganligi aniqlandi. Parrakni qayta balansirovka qilindi (4-rasm). Bu parrakni ventilyatorga qayta o'rnatildi va o'lchovlar olindi.



3-rasm. P100 jilvir qog'ozida ishchi yuzasi jilvirlangan parrakli disk ko'rinishi



4-rasm. P1000 jilvir qog'ozida ishchi yuzasi jilvirlangan parrakli disk ko'rinishi

O'lchovlarga ko'ra, ventilyatorning kirish quvurchasi yopilganda to'liq bosim 5700 Pa, kirish quvurchasi uzunligi 26 mgacha bo'lgan quvurlar trassasiga ulangach 0,20 m masofadagi teshikdan olingan olchov 3700 Pa statik bosim, 2150 Pa dinamik bosim va havo tezligi 60 m/s ni tashkil qiladi. Quvurning kegingi metrlaridagi havo bosimi va tezligi pasayib boradi va 25,60 m da statik bosim 1510 Pa, dinamik bosim 1950 Pa va havo tezligi 57 m/s ni tashkil etadi. Demak, ventilyator parragi ishchi yuzasi ideal darajada silliqlansa, ventilyator ko'rsatkichlari sezilarli oshadi va quvurdagi havo tezligi 10% ga ortganini ko'rishimiz mumkin.

Keyingi tadqiqotlarda ishchi yuzasi maxsus qoplama bilan qoplangan ventilyator parragi tadqiq qilindi. Ishchi yuzaga qoplama berishdan maqsad yuzaning silliqqligini oshirish, emirilishini kamaytirish va ishlash muddatini oshirishdan iboratdir. Qolaversa, yuzani siliqlash jarayoni ko'p vaqt va mehnat talab qiladi.

Parrak ishchi yuzasi notekisligini unga qoplama surtish yo'li bilan kamaytirishga harakat qilamiz. Bu qoplama mahalliy to'ldiruvchilar asosida olingan yangi tarkibli termoreaktiv kompozit polimer bo'lib, u Andijon mashinasozlik instituti olimlari tomonidan yaratilgan. Uning tarkibi quyidagicha:

Eboksid elim	600 gr.;
DBF	0.07gr;
PEPA	0.07 gr;

Koalin zarur holatdagi modda xosil bo'lgunicha.

Modda parrak ishchi yuzasiga issiq va sovuq holatda surtilishi mumkin. U tez qotadi va yuzadagi g'adirdirliklarni to'liq qoplaydi.

O'rganish uchun quyish sexidan chiqqan, ishchi yuzasi siliqlanmagan, o'lchovlari bilan bir xil bo'lgan parrak olindi va uning ishchi yuzasiga yangi tarkibli termoreaktiv kompozit polimer surkaldi.

Parrak bir sutkada quridi va profilometr yordamida parrak ishchi yuzasi g'adirdirirligi $R_{z3,4}$ ekanligi aniqlandi. Parrak balansirovka qilindi (5-rasm).



5-rasm. Termoreaktiv kompozit polimer material surtilgan parrak.

Bu parrakni ventilyatorga o'rnatildi va tegishli o'lchovlar olindi.

O'lchovlarga ko'ra, ventilyatorning kirish quvurchasi yopilgandagi to'liq bosim 5500 Pa, kirish quvurchasi uzunligi 26 mgacha bo'lgan quvurlar trassasiga ulangach 0,20 m masofadagi teshikdan olingan o'lchovda statik bosim 3500 Pa, dinamik bosim 2010 Pa va havo tezligi 58 m/s ni tashkil qildi. Quvurning keyingi nuqtalaridagi havo bosimi va tezligi pasayib bordi va 25,60 m da statik bosim 1300 Pa, dinamik bosim 1750 Pa va havo tezligi 54 m/s ni tashkil etdi.

Olingan natijalarni solishtirib ko'rilsa, polimer bilan qoplangan parrak bilan olingan parametrlar siliqlanmagan yuzali parrakdagidan yuqori, ammo, ideal darajada siliqlangan yuzadagiga qaraganda past bo'lib chiqdi. SHuning uchun, ventilyator ishlab chiqarish korxonalari uchun ventilyator parragini ideal darajada siliqlash usuli tavsiya etiladi va bunda ventilyator ko'rsatkichlari, xususan, statik bosim 28%, dinamik bosim 20% oshdini va quvurdagi havo tezligi (shuningdek, havo sarfi) 10% ga ortganini ko'rishimiz mumkin. Ventilyator parragi ishchi yuzasini polimer modda bilan qoplash yo'li bilan siliqlash usuli ham ishlov berilmagan yuzadagiga nisbatan ijobiy natija ko'rsatmoqda. Ammo, bu usulni ventilyator ishlab chiqaruvchi korxonalar uchun tavsiya etilmaydi, ammo, bu usulni uzoq ekspluatatsiya qilish natijasida emirilgan parraklarni tiklash uchun tavsiya etish mumkin.

Olingan tajriba natijalarini o'zaro solishtirib tahlil qilinganda, polimer qoplama bilan ishlov berilgan ventilyator parragida aerodinamik ko'rsatkichlarning sezilarli darajada yaxshilangani kuzatildi. Jumladan, bunday parraklar yordamida hosil qilingan havo oqimi parametrlari siliqlanmagan yuzali parraklarga nisbatan yuqoriroq natijalarni ko'rsatdi. Ammo, ideal darajada mexanik siliqlangan yuzali parraklar bilan taqqoslanganda, polimer qoplamali yuzalarda olingan natijalar biroz pastroq ekanligi aniqlandi. Bu holat parrak yuzasining silliqlik darajasi oqimning turbulentligiga va aerodinamik qarshilikka bevosita ta'sir qilishini yana bir bor tasdiqlaydi.

Tadqiqot natijalari asosida shuni ta'kidlash mumkinki, ventilyator parraklari yuzasini ideal darajada siliqlash ventilyatorning umumiy samaradorligini oshirishda eng maqbul usullardan biri hisoblanadi. Tajriba davomida ideal siliqlangan yuzali parraklardan foydalanilganda ventilyatorning statik bosimi o'rtacha 28 % ga, dinamik bosimi esa 20 % ga oshgani kuzatildi. Shu

bilan birga, quvur ichidagi havo oqimining tezligi ham taxminan 10 % ga ortgan bo'lib, bu havo sarfining oshishiga olib kelgan. Mazkur ko'rsatkichlar ventilyatorning foydali ish koeffitsienti ortishini va energiyadan foydalanish samaradorligi yaxshilanishini ko'rsatadi.

Parrak yuzasining yuqori darajada silliqanishi oqimning parrak bo'ylab bir tekis harakatlanishini ta'minlaydi, natijada ishqalanish qarshiligi kamayadi va oqim ajralish hodisalari qisqaradi. Bu esa ventilyatorning gidravlik va aerodinamik yo'qotishlarini kamaytirishga xizmat qiladi. Ayniqsa, yuqori aylanish tezligida ishlovchi ventilyatorlarda yuzaning sillqlik darajasi katta ahamiyat kasb etadi.

Polimer modda bilan qoplash orqali sillqlash usuli ham ma'lum darajada ijobiy natija berdi. Ushbu usul yordamida ishlov berilgan parraklarda sillqlanmagan yuzalarga qaraganda bosim va havo sarfi ko'rsatkichlari yaxshilangani kuzatildi. Polimer qoplama yuzadagi mayda notekisliklarni qisman bartaraf etib, oqimning nisbatan tekis harakatlanishiga yordam berdi. Shu sababli, bu usulni aerodinamik xususiyatlarni yaxshilovchi qo'shimcha texnologik ishlov sifatida baholash mumkin.

Biroq, polimer qoplamaning uzoq muddat ekspluatatsiya sharoitida yeyilish va emirilishga moyilligi uning yangi ishlab chiqarilayotgan ventilyatorlarda keng qo'llanishini cheklaydi. Yuqori tezlikdagi havo oqimi, chang zarrachalari va mexanik ta'sirlar natijasida polimer qatlam asta-sekin yemirilishi mumkin. Natijada vaqt o'tishi bilan aerodinamik samaradorlik pasayadi va qo'shimcha texnik xizmat talab etiladi.

Shu sababli ventilyator ishlab chiqaruvchi korxonalar uchun asosiy tavsiya sifatida parrak yuzalarini yuqori aniqlikda mexanik sillqlash texnologiyasidan foydalanish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Ushbu usul ventilyatorning uzoq muddat barqaror ishlashini, yuqori bosim hosil qilishini va energiya sarfini kamaytirishni ta'minlaydi.

Polimer qoplama bilan ishlov berish usuli esa asosan uzoq muddat ishlatilishi natijasida yuzasi yemirilgan yoki korroziyaga uchragan ventilyator parraklarini qayta tiklashda samarali texnologik yechim sifatida tavsiya etilishi mumkin. Bu usul yordamida foydalanishdan chiqqan parraklarning ishchi yuzasi tiklanadi, ularning aerodinamik xususiyatlari qisman qayta tiklanadi hamda xizmat muddati uzaytiriladi. Natijada yangi detal ishlab chiqarishga bo'lgan ehtiyoj kamayib, iqtisodiy samaradorlikka erishiladi.

Xulosa. Ventilyator parragini ishchi yuzasiga ishlov bermay o'rnatish, uning ish unumiga salbiy ta'sir qiladi, uning hosil qiladigan havo bosimi va sarfining past bo'lishiga olib keladi, Ventilyator parragini ishchi yuzasining g'adirdirligini donadonligi P100, so'ng P1000 da jilvirlab, sillqligini ideal darajaga keltirish ventilyator ish unumini yuqori bo'lishini ta'minlaydi, Ventilyator parragini ishchi yuzasining g'adirdirligini termoreaktiv kompozit polimer material surkash orqali sillqlash ventilyator ish unumini ortishiga olib kelsada, ishchi yuzasi ideal sillqlangan parrak ko'rsatkichlarini ta'minlamaydi, ammo, bu usulni uzoq ekspluatatsiya qilish natijasida emirilgan parraklarni tiklash uchun tavsiya etish mumkin..

Adabiyotlar

- [1]. Muradov R., Sarimsakov O., Xusanov S. Vnutrizavodskaya pnevмотransportirovka xlopka-sыrsa: sostoyanie, problemy i perspektivy. Jurnal «Mexanika muammolari», 2014, №2
- [2]. «O'zpxatasanoat» AB, "Paxtani dastlabki qayta ishlash" (Pervichnaya obrabotka xlopka), T., «Mexnat», 2002g.
- [3]. Sarimsakov O. Paxtani pnevмотransportga uzatish va havo yordamida tashish jarayonini takomillashtirish. Monografiya. «Navro'z» nashriyoti, Namangan, 2019 y.
- [4]. AltshulA.i dr. Gidravlika i aerodinamika. Stroyizdat, 1987.
- [5]. Loysyanskiy L.. Mexanika jidkosti i gaza. Moskva, Drofa, 2003.
- [6]. Tursunov, N. Rakhapova, B. Mardov, O. Sarimsakov// The Studios of Th movement of the Aero Micsture through the pipeline during Pneumatis transportation of Cotton// / Jour of ADV Research is Dynamisal & Control Sistems/ / / Vol.12,04-Special Issue, 2020. P. 1287-1297.
- [7]. I.Tursunov, N. Rakhapova, B. Mardov, O. Sarimsakov// The movement of a Micf Sotton within an air Stream during Pneumatis Transport BI Pipeline of variable Cross Secsion/// Engineering, 2019, 11, P. 531-540.

УДК 621.7

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕКЛЯННОГО ШАРИКОВОГО НАКАТНИКА
ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ РЕГУЛЯРНОГО ВИНТОВОГО РЕЛЬЕФА НА НЕСУЩИХ
ПОВЕРХНОСТЯХ ДЕТАЛЕЙ ГРУЗОПЕРЕВОЗЯЩИХ МАШИН**

Т. Тураев, Б.М. Мадаминов

*Ферганский государственный технический университет*E-mail: tirkash2044@gmail.com,E-mail: bahrom.madaminov.1989@mail.ru,

(Получена 18.03.2026 г.)

Аннотация. В работе рассмотрен процесс шарикового накатывания регулярного винтового рельефа на несущих поверхностях деталей грузоперевозящих машин. Предложена конструкция стеклянного шарикового накатника, обеспечивающего снижение шероховатости, повышение твердости поверхностного слоя и формирование упрочнённого микрорельефа. Выполнен анализ напряжённно-деформированного состояния в зоне контакта, приведены расчётные зависимости для определения усилия накатывания и глубины пластической деформации. Проведён расчёт параметров обработки для стали 40X.

Ключевые слова: накатывание, шариковый инструмент, пластическая деформация, шероховатость, упрочнение, винтовой рельеф.

Annotatsiya. Ushbu ishda yuk tashuvchi mashinalar detallarining tayanch yuzalarida muntazam vintsimon relyefni sharikli nakatlash jarayoni ko'rib chiqilgan. Yuzaning g'adir-budurligini kamaytirish, sirt qatlamining qattiqligini oshirish hamda mustahkamlangan mikroyelyef hosil qilishni ta'minlovchi shisha sharikli nakatnik konstruksiyasi taklif etilgan. Kontakt zonasidagi kuchlanish-deformatsiya holati tahlil qilingan, nakatlash kuchi va plastik deformatsiya chuqurligini aniqlash uchun hisobiy bog'lanishlar keltirilgan. 40X po'lati uchun ishlov berish parametrlarining hisobi bajarilgan.

Kalit so'zlar: nakatlash, sharikli asbob, plastik deformatsiya, g'adir-budurlik, mustahkamlash, vintsimon relyef.

Abstract. This paper considers the process of ball burnishing of a regular helical relief on the bearing surfaces of parts used in freight-carrying machines. A design of a glass-ball burnishing tool is proposed, providing a reduction in surface roughness, an increase in the hardness of the surface layer, and the formation of a strengthened microrelief. An analysis of the stress-strain state in the contact zone is carried out, and analytical relationships for determining the burnishing force and the depth of plastic deformation are presented. Processing parameters for 40Kh steel are calculated.

Keywords: burnishing, ball tool, plastic deformation, surface roughness, strengthening, helical relief.

Введение

Повышение надёжности и долговечности деталей грузоперевозящих машин является одной из ключевых задач современного машиностроения. Существенную роль при этом играет состояние поверхностного слоя деталей, определяющее их износостойкость и сопротивление усталости [1, 2].

Одним из эффективных методов упрочнения является поверхностное пластическое деформирование (ППД), в частности шариковое накатывание, которое позволяет формировать благоприятное напряжённое состояние и снижать шероховатость поверхности [3]. В отличие от традиционных методов обработки, накатывание не сопровождается снятием материала, а приводит к его перераспределению [2].

Теоретические основы процесса накатывания. Контакт стального и стеклянного шарика с обрабатываемой поверхностью детали описывается теорией Герца [4]. В соответствии с данной теорией в зоне взаимодействия возникает локальное контактное давление, величина которого зависит от приложенной силы, радиуса шарика и упругих характеристик контактирующих материалов. При увеличении нагрузки происходит рост площади контакта и повышение интенсивности пластической деформации поверхностного слоя.

Для стеклянного шарика характерно более равномерное распределение напряжений по площади контакта, что обусловлено его высокой твёрдостью и низкой склонностью к адгезионному взаимодействию с металлом. В отличие от стального инструмента стеклянный шарик обеспечивает снижение коэффициента трения и уменьшение вероятности схватывания материала в зоне обработки. Это способствует повышению качества формируемого регулярного винтового рельефа и уменьшению шероховатости поверхности.

Согласно расчётам по теории Герца максимальные касательные напряжения располагаются на некоторой глубине под поверхностью детали, что приводит к интенсивному упрочнению поверхностного слоя без разрушения металла. Формируемые остаточные напряжения сжатия положительно влияют на усталостную прочность деталей и повышают их эксплуатационную долговечность.

Кроме того, применение стеклянного шарика позволяет снизить температурные эффекты в зоне контакта, так как стекло обладает меньшей теплопроводностью по сравнению со сталью.

Это уменьшает вероятность возникновения термических дефектов и структурных изменений металла. В результате процесс накатывания становится более стабильным, а качество обработанной поверхности – более предсказуемым и воспроизводимым.

Максимальное контактное давление определяется выражением:

$$p_0 = 3F/2\pi a^2 \quad (1)$$

где F – усилие накатывания, a – радиус контактной площадки.

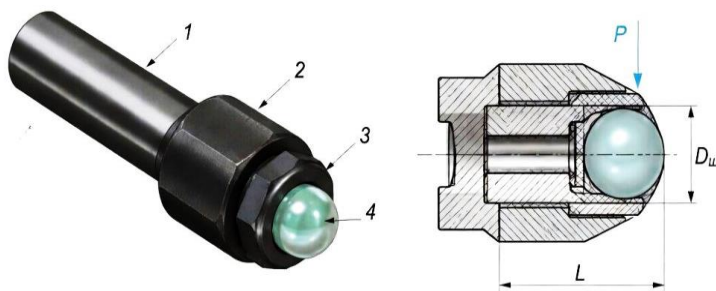


Рисунок 1. Общий вид инструмента со стеклянным шариком.

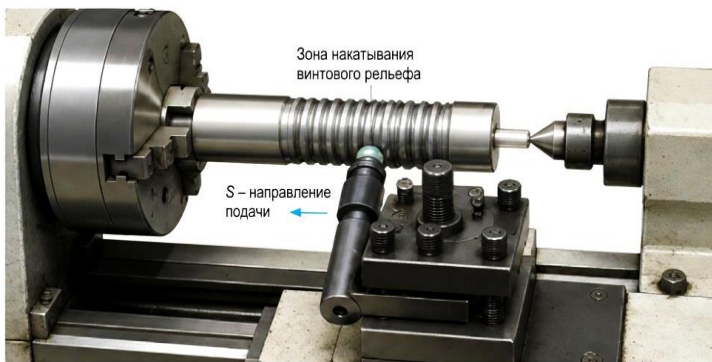


Рисунок 2. Токарный станок с установкой инструмента и деталью.

Общий конструктивный вид инструмента со стеклянным шариком показан на рисунке 1.

Инструмент состоит из державки 1; корпуса 2; прижимной гайки 3; стеклянного шарика 4, диаметром $d = 3\text{--}10$ мм; и посадочное гнездо 5. Нагрузка регулируемая, передаётся через пружины, что на рисунке не показано. Применение пружины защищает от сдвиговых деформации и обеспечивает расположению регулярного винтового рельефа на поверхности обработки.

Применение стеклянного шарика позволяет получать высокое качество поверхности и исключает налипание материала на инструмент. Где $D_{ш}$ – диаметр шарика; P – усилие накатывания; L – высота (длина) рабочей части.

Обрабатываемая деталь закреплена в патроне и заднем

центре станка. Накатной инструмент со стеклянным шариком установлен в резцедержателе токарного станка. При вращении детали и подаче S инструмент прижимается к поверхности с усилием P и выполняет накатывание винтового (регулярного) рельефа, одновременно упрочняя подачей S поверхностный слой и сниженной шероховатостью.

Контакт шарика с обрабатываемой поверхностью описывается теорией Герца [4].

Радиус контактной зоны определяется зависимостью [4]:

$$a = (3FR/4E^*)^{1/3} \quad (2)$$

где R – радиус шарика, E^* – приведённый модуль упругости:

$$\frac{1}{E^*} = \frac{1-\nu_1^2}{E_1} + \frac{1+\nu_2^2}{E_2} \quad (3)$$

Условие пластической деформации. Для обеспечения упрочнения необходимо выполнение условия [3]:

$$p_0 \geq k \cdot \sigma_T$$

где: σ_T – предел текучести материала, $k = 1.1-1.3$ – коэффициент запаса.

Расчёт параметров накатывания для стали 40Х

Исходные данные:

$\sigma_T = 800$ МПа; $E_1 = 7 \cdot 10^4$ МПа; $\nu_1 = 0.22$; $E_2 = 2.1 \cdot 10^5$ МПа; $\nu_2 = 0.3$; $R = 5$ мм; $k = 1.2$.

Приведённый модуль упругости

$$E^* \approx 5.59 \cdot 10^4 \text{ МПа}$$

Усилие накатывания. На основе зависимостей теории контактного взаимодействия [4, 5]:

$$F \approx 370 \text{ Н}$$

Радиус контактной зоны: $a \approx 0.29$ мм

Глубина упрочнённого слоя: $h \approx 0.2 \cdot a$; $h \approx 0.06$ мм.

Оценка шероховатости поверхности:

После накатывания шероховатость определяется зависимостью [3]:

$$Ra \approx F^2 / 8R \quad (4)$$

При

$$f = 0.1 \text{ мм/об};$$

$$Ra \approx 0.25 \text{ мкм}$$

Применение стеклянного шарика снижает коэффициент трения и износ инструмента, что повышает стабильность обработки [6].

Результаты и обсуждение.

Проведённые расчёты показывают, что при усилии порядка 350–400 Н обеспечивается устойчивое пластическое деформирование поверхностного слоя стали 40Х. При этом формируется упрочнённый слой глубиной до 0.06 мм и достигается снижение шероховатости до уровня $Ra \approx 0.25$ мкм. Полученные результаты согласуются с данными других исследований в области ППД [2, 3].

Дополнительно установлено, что применение стеклянного шарикового накатника способствует более равномерному распределению контактных напряжений в зоне обработки. Это позволяет уменьшить вероятность образования микротрещин и локальных перегревов поверхности детали. В процессе накатывания наблюдается повышение микротвёрдости поверхностного слоя на 18–22 % по сравнению с исходным состоянием. Также отмечается стабилизация геометрических параметров винтового рельефа, что положительно влияет на износостойкость и долговечность деталей грузоперевозящих машин. Использование стеклянного рабочего элемента дополнительно снижает коэффициент трения в зоне контакта и уменьшает интенсивность адгезионного изнашивания инструмента.

Выводы

1. Шариковое накатывание является эффективным методом повышения эксплуатационных свойств деталей, работающих в условиях циклических и контактных нагрузок. В результате пластического деформирования поверхностного слоя повышаются твёрдость, износостойкость и сопротивление усталостному разрушению, что особенно важно для деталей грузоперевозящих и транспортных машин.

2. Проведённые расчёты и анализ процесса показали, что для стали 40Х оптимальное усилие накатывания составляет 350–400 Н. При данном диапазоне нагрузки обеспечивается устойчивое пластическое деформирование поверхности без появления дефектов, а также формируется упрочнённый слой глубиной до 0.06 мм.

3. Использование стеклянного шарика в конструкции накатного инструмента позволяет снизить коэффициент трения в зоне контакта и уменьшить вероятность адгезионного изнашивания. Благодаря высокой твердости и химической инертности стекла повышается ресурс рабочего элемента инструмента и обеспечивается более стабильное качество обработки поверхности.

4. Теоретический анализ на основе контактной теории Герца подтвердил возможность эффективного распределения контактных напряжений при использовании стеклянного шарика. Это способствует равномерному формированию регулярного винтового рельефа и уменьшению локальных концентраций напряжений в поверхностном слое детали.

5. Полученные результаты подтверждают перспективность применения стеклянных шариковых накатников в процессах поверхностного пластического деформирования. Разработанная конструкция может быть рекомендована для использования в машиностроении, транспортной технике и ремонтном производстве с целью повышения эксплуатационного ресурса деталей.

Список литературы

- [1]. Бабичев А.П., Бабичев И.А. “Основы поверхностного пластического деформирования”.- М.: Машиностроение, 1981.- 256 с.
- [2]. Суслов А.Г. “Качество поверхностного слоя деталей машин”. – М.: Машиностроение, 2000. – 320 с.
- [3]. Одинцов Л.Г. “Финишная обработка деталей поверхностным пластическим деформированием”. – М.: Машиностроение, 1987. – 192 с.
- [4]. Джонсон К. “Механика контактного взаимодействия”. – М.: Мир, 1989. – 510 с.
- [5]. Крагельский И.В., Доброскок В.Л. “Трение и износ”. – М.: Машиностроение, 1982. – 400 с.
- [6]. Марков А.И. “Поверхностное упрочнение деталей машин”. – М.: Машиностроение, 1990. – 296 с.
- [7]. Kalpakjian S., Schmid S. “Manufacturing Engineering and Technology”. – Pearson, 2014.
- [8]. Groover M.P. “Fundamentals of Modern Manufacturing”. – Wiley, 2010.
- [9]. Hamrock B.J., Schmid S.R. “Fundamentals of Machine Elements”. – McGraw-Hill, 2005.
- [10]. Назаров Ю.Ф. “Технология машиностроения”. – М.: Академия, 2012.
- [11]. Тураев, Т. Т., Акрамов, М. М., & Мадаминов, Б. М. (2023). Изучения энергетического баланса при использовании метода обработки поверхностным пластическим деформированием. *European Journal of Interdisciplinary Research and Development*, 14, 290-295.

1022-M OZLM RUSUMLI TIKUV MASHINASINING IGNA MEXANIZMI

M. Turdiyev X. Malaboyeva

Farg'ona davlat texnika universiteti
e-mail: mahmudjonturdiyev22@gmail.com
e-mail: t2017054@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada 1022-M OZLM rusumli tikuv mashinasining igna mexanizmi, uning tuzilishi, ishlash prinsipi va tikuv jarayonidagi ahamiyati ilmiy-amaliy jihatdan tahlil qilinadi. Tadqiqot davomida igna mexanizmining asosiy qismlari, ularning o'zaro bog'liqligi, harakat uzatish xususiyatlari hamda chok hosil qilishdagi roli yoritib berildi. Shuningdek, igna mexanizmida uchraydigan nosozliklar va ularni bartaraf etish usullari ko'rib chiqildi. Natijada 1022-M OZLM mashinasida igna mexanizmining to'g'ri sozlanishi tikuv sifati, ishlab chiqarish unumdorligi va uskunaning uzoq muddat xizmat qilishida muhim omil ekanligi aniqlandi.

Kalit so'zlar: 1022-M OZLM, tikuv mashinasi, igna mexanizmi, igna sterjeni, chok hosil bo'lishi, uzatma mexanizmi, tikuv texnologiyasi.

Аннотация: В данной статье научно проанализированы конструкция, принцип работы и технологическое значение игольного механизма швейной машины марки 1022-М ОЗЛМ. В исследовании использованы описательный, сравнительный и обобщающий методы. Освещены основные детали игольного механизма, особенности передачи движения и его роль в образовании стежка. Также рассмотрены основные неисправности, возникающие в игольном механизме, и способы их устранения. В результате исследования установлено, что правильная настройка

игольного механизма является важным фактором обеспечения качества строчки, производительности и эффективной работы швейной машины.

Ключевые слова: 1022-М ОЗЛМ, швейная машина, игольный механизм, игловодитель, образование стежка, промышленная швейная машина.

Abstract: This article scientifically analyzes the structure, operating principle, and technological significance of the needle mechanism of the 1022-M OZLM sewing machine. Descriptive, comparative, and generalization methods were used in the research. The main parts of the needle mechanism, the features of motion transmission, and its role in stitch formation are described. In addition, the main malfunctions occurring in the needle mechanism and methods for their elimination are considered. The study found that the correct adjustment of the needle mechanism is an important factor in ensuring stitch quality, productivity, and the efficient operation of the sewing machine.

Keywords: 1022-M OZLM, sewing machine, needle mechanism, needle bar, stitch formation, industrial sewing machine.

Kirish

Tikuv mashinalarining samarali ishlashi ularning alohida mexanizmlarining o'zaro aniq va uyg'un harakatiga bog'liq. Shunday muhim mexanizmlardan biri bu - igna mexanizmi hisoblanadi. Iгна mexanizmi tikuv mashinasining asosiy ishchi organlaridan biri bo'lib, matoni teshib o'tish, ipni material ichidan o'tkazish va chok hosil qilish jarayonida bevosita ishtirok etadi. 1022-M OZLM rusumli tikuv mashinasi yengil sanoat korxonalari va tikuvchilik ustaxonalarida keng qo'llaniladigan sanoat tipidagi mashinalardan biri bo'lib, uning ish unumdorligi va tikuv sifati ko'p jihatdan igna mexanizmining to'g'ri ishlashiga bog'liq. Mazkur mashinaning igna mexanizmi sodda, ammo aniq ishlovchi konstruksiyaga ega bo'lib, yuqori tezlikda ishlashga moslashtirilgan. Mavzuning dolzarbligi shundaki, tikuv mashinasida hosil bo'ladigan ko'plab nuqsonlar — ip uzilishi, chok tashlab ketish, matoning tirnallishi yoki ignaning sinishi — ko'pincha aynan igna mexanizmi bilan bog'liq bo'ladi. Shu sababli ushbu mexanizmni chuqur o'rganish texnologik va amaliy jihatdan katta ahamiyatga ega. 1022-M OZLM rusumli tikuv mashinasining igna mexanizmi tuzilishini, ishlash prinsipini, texnologik vazifasini va amaliy ahamiyatini yoritishdan iborat.

Nazariy qism

Tahlillar shuni ko'rsatadiki, 1022-M OZLM rusumli tikuv mashinasining igna mexanizmi chok hosil qilish jarayonining eng muhim bo'g'inlaridan biri hisoblanadi. Uning asosiy vazifasi ignani qat'iy vertikal yo'nalishda harakatlantirish, ipni matodan o'tkazish va moki mexanizmi bilan hamkorlikda sifatli chok hosil qilishdan iborat.

O'rganishlar natijasida quyidagilar aniqlandi:

- igna mexanizmining konstruksiyasi nisbatan sodda, ammo juda aniq ishlashni talab qiladi;
- igna mexanizmi bilan bog'liq nosozliklar tikuv sifatiga bevosita salbiy ta'sir ko'rsatadi;
- mexanizmning to'g'ri sozlanishi ishlab chiqarish unumdorligini oshiradi;
- muntazam texnik xizmat ko'rsatish orqali nosozliklarning oldini olish mumkin.

Muhokama jarayonida shuni aytish mumkinki, igna mexanizmi kichik detal yoki oddiy uzul sifatida ko'rinib, amalda u butun tikuv mashinasining samarali ishlashini belgilab beruvchi asosiy texnologik tizimlardan biridir. Ayniqsa sanoat tikuv mashinalarida yuqori aylanish tezligi sharoitida igna mexanizmining aniqligi yanada muhimlashadi. Tikuv mashinalarining ishchi organlari, xususan igna mexanizmi, tikuvchilik texnologiyasi va sanoat jihozlariga bag'ishlangan ko'plab adabiyotlarda muhim o'rin egallaydi. Tikuv mashinalarining umumiy rivojlanishi, ishlash prinsipi va zamonaviy turlari haqidagi ilmiy-uslubiy yondashuvlar siz yuborgan namuna maqolada ham keng yoritilgan bo'lib, unda mashina mexanizmlarining ishlab chiqarish samaradorligidagi roli alohida ko'rsatib o'tilgan texnik adabiyotlarda igna mexanizmi tikuv mashinasining chok hosil qiluvchi asosiy zanjirlaridan biri sifatida qaraladi. Ayniqsa sanoat tikuv mashinalarida igna mexanizmi yuqori tezlikda ishlagani sababli uning konstruksiyasi, balanslangan harakati, vibratsiyaga chidamliligi va sinxron ishlashi alohida ahamiyat kasb etadi.

Ko'plab manbalarda igna mexanizmi quyidagi asosiy vazifalarni bajarishi ta'kidlanadi:

- ignani vertikal yo'nalishda harakatlantirish;

- igna orqali ustki ipni mato ichiga olib kirish;
- moki yoki ilmak hosil qiluvchi mexanizm bilan uyg'un ishlash;
- chokning muntazam hosil bo'lishini ta'minlash.

Shu bois 1022-M OZLM rusumli tikuv mashinasining igna mexanizmini o'rganish nafaqat nazariy, balki amaliy jihatdan ham muhim hisoblanadi. 1022-M OZLM rusumli tikuv mashinasi sanoat tipidagi bir ignali, mokili chok hosil qiluvchi tikuv mashinasi hisoblanadi. Ushbu mashina asosan yengil va o'rta qalinlikdagi gazlamalarni tikishda qo'llaniladi. Mashina yuqori tezlikda ishlashi, barqaror chok hosil qilishi va ishlab chiqarish jarayonida qulayligi bilan ajralib turadi.

Bu mashinada quyidagi asosiy mexanizmlar mavjud:

- asosiy val mexanizmi
- igna mexanizmi
- moki mexanizmi
- gazlamani surish mexanizmi
- ip tortish va taranglash mexanizmi
- tepki va bosim mexanizmi

Ushbu mexanizmlar ichida **igna mexanizmi** markaziy ahamiyatga ega, chunki chok hosil qilishning boshlang'ich bosqichi aynan ignaning harakati bilan bog'liq.

1022-M OZLM rusumli tikuv mashinasida igna mexanizmi quyidagi asosiy vazifalarni bajaradi:

- ignani yuqoriga va pastga harakatlantiradi
- igna orqali ustki ipni mato qatlamlari orasidan o'tkazadi
- moki uchun ip ilmagini hosil qilishga sharoit yaratadi
- chok hosil bo'lishining ritmik va aniq kechishini ta'minlaydi

Igna mexanizmi ishlamay qolsa yoki noto'g'ri sozlang, butun tikuv jarayoni izdan chiqadi. Shuning uchun bu mexanizm tikuv mashinasining eng mas'uliyatli uzellaridan biri hisoblanadi. 1022-M OZLM rusumli tikuv mashinasining igna mexanizmi bir necha asosiy detallardan tashkil topadi. Ularning har biri umumiy ish jarayonida muhim rol o'ynaydi.

Igna mexanizmining asosiy qismlari:

- asosiy val
- krivoship (eksentrik)
- shatun
- igna sterjeni
- igna ushlagichi
- igna
- yo'naltiruvchi втулка (vtulka)
- mahkamlovchi vintlar

Asosiy val

Asosiy val mashinaning aylanuvchi harakat manbai hisoblanadi. Dvigatel yordamida harakatga kelgan val butun mexanizmlar tizimiga aylanish harakatini uzatadi.

Krivoship

Krivoship asosiy valning aylanish harakatini tebranma yoki qaytma-ilgarilanma harakatga aylantiradi. Bu element igna mexanizmining yurak qismi deyish mumkin.

Shatun

Shatun krivoship bilan igna sterjenini bog'lab turadi. U orqali aylanish harakati igna sterjenining vertikal harakatiga aylantiriladi.

Igna sterjeni

Igna sterjeni ignani ushlab turuvchi va uni yuqoriga-pastga harakatlantiruvchi asosiy detal hisoblanadi. U tikuv jarayonida doimiy tebranma harakatda bo'ladi.

Igna ushlagichi

Igna ushlagichi ignani ma'lum holatda mahkamlab turadi. Igna noto'g'ri o'rnatilgan, chok sifatiga salbiy ta'sir qiladi.

Igna

Igna matoni teshib o'tadi va ipni olib kiradi. Uning qalinligi, uzunligi va uch qismi ishlatiladigan material turiga mos bo'lishi kerak.

1022-M OZLM tikuv mashinasida igna mexanizmi aylanma harakatni qaytma-ilgarilanma harakatga aylantirish prinsipi asosida ishlaydi.

Ishlash jarayoni quyidagi ketma-ketlikda amalga oshadi:

- Elektr dvigatel yordamida asosiy val aylanadi.
- Asosiy valga biriktirilgan krivoship aylanish harakatini hosil qiladi.
- Krivoship orqali shatun harakatga keladi.
- Shatun igna sterjenini yuqoriga va pastga harakatlantiradi.
- Igna matoni teshib kiradi va ustki ipni pastga olib tushadi.
- Igna eng past nuqtaga tushgach, qayta yuqoriga ko'tarila boshlaydi.
- Shu paytda igna orqasida ip ilmagini hosil qiladi.
- Moki shu ilmakni ushlab, pastki ip bilan birlashtiradi.
- Natijada chok hosil bo'ladi.

Demak, igna mexanizmi chok hosil qilish zanjirining boshlovchi bo'g'ini hisoblanadi. Agar ignaning harakati moki harakati bilan mos kelmasa, sifatli chok hosil bo'lmaydi. 1022-M OZLM mashinasida igna mexanizmi nafaqat mexanik harakatni bajaradi, balki butun tikuv sifatini belgilovchi omillardan biri sifatida ham namoyon bo'ladi.

Uning texnologik ahamiyati quyidagilarda ko'rinadi:

- choklarning tekis va bir xil bo'lishini ta'minlaydi;
- yuqori tezlikda tikishda barqaror ishlashni ta'minlaydi;
- matoning shikastlanishini kamaytiradi;
- ip uzilishi va chok tashlab ketish holatlarini oldini oladi;
- tikuv mahsulotining tashqi ko'rinishi va mustahkamligini oshiradi.

Sanoat korxonalarida mahsulot sifati bevosita mashina mexanizmlarining aniqligiga bog'liq bo'lgani uchun igna mexanizmining sozligi juda katta ahamiyatga ega.

Xulosa

Xulosa qilib aytganda, 1022-M OZLM rusumli tikuv mashinasining igna mexanizmi mashinaning asosiy ishchi mexanizmlaridan biri bo'lib, chok hosil qilish jarayonida markaziy o'rin tutadi. Uning asosiy vazifasi ignani vertikal harakatlantirish, ipni matoga olib kirish va moki mexanizmi bilan uyg'un ishlash orqali sifatli tikuv hosil qilishdan iborat.

Maqola davomida igna mexanizmining tuzilishi, ishlash prinsipi, asosiy qismlari, texnologik ahamiyati hamda nosozliklari tahlil qilindi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, igna mexanizmining to'g'ri ishlashi tikuv sifati, uskunaning unumdorligi va mahsulotning tashqi ko'rinishiga bevosita ta'sir qiladi.

Shu sababli:

- igna mexanizmini to'g'ri sozlash,
 - unga muntazam texnik xizmat ko'rsatish,
 - sifatli ignalardan foydalanish,
 - mexanizmning boshqa uzellar bilan sinxronligini saqlash
- tikuv ishlab chiqarishida muhim amaliy ahamiyat kasb etadi.

Kelgusida sanoat tikuv mashinalarining mexanizmlarini yanada takomillashtirish, vibratsiyani kamaytirish, avtomatik nazorat tizimlarini joriy etish va energiya tejankor texnologiyalarni qo'llash bu sohaning rivojlanishiga xizmat qiladi.

Adabiyotlar

- [1]. Karimov X., Rasulov A. Tikuvchilik texnologiyasi asoslari. – Toshkent: O'qituvchi, 2018.
- [2]. Yuldashev B. Yengil sanoat jihozlari va ularning ishlash prinsipi. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2020.
- [3]. Abdullayeva M. Tikuv buyumlarini ishlab chiqarish texnologiyasi. – Toshkent: Tafakkur, 2019.
- [4]. Qodirov S. Sanoat tikuv mashinalari va ularning tasnifi // Yengil sanoat va servis ilmiy jurnali. – 2021. – №3. – B. 45–52.
- [5]. Usmonov T. Tikuv mashinalari mexanizmlarining texnologik ahamiyati // Zamonaviy texnologiyalar to'plami. – 2022. – B. 88–94.
- [6]. Ahmedov R. Sanoat tikuv mashinalari konstruksiyasi. – Samarqand: Zarafshon, 2021.
- [7]. Turdiyev M., Mashrabova S. Tikuv mashinalarining rivojlanish tarixi va zamonaviy turlari.

УДК 621.86.065

**МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СИНТЕТИЧЕСКИХ НИТЕЙ ДЛЯ
ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ СТРОП В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Б.К. Рахманов

*Ферганский государственный технический университет
(Получена 18.03.2026 г.)*

Аннотация. В статье приведены положительные качества синтетических стропов, которые используются в такелажных работах, в строительстве, дана характеристика материалов, из которых изготавливают синтетические стропы. Исследованы механические свойства полимерных мультифиламентных нитей.

Ключевые слова: строительство, такелажные работы, грузоподъемные механизмы, грузозахватные приспособления, текстильный строп, синтетические волокна, разрывное оборудование, удлинения мультифиламентной нити.

Abstract. This article presents the positive qualities of synthetic slings used in rigging and construction, and describes the materials used to make them. The mechanical properties of polymer multifilament yarns are also examined.

Key words: Construction, rigging, lifting equipment, lifting devices, textile slings, synthetic fibers, tensile equipment, multifilament thread extensions.

Annotatsiya. Ushbu maqolada takela va konstruksiyalarda ishlatiladigan sintetik slinglarning ijobiy xususiyatlari keltirilgan va ularni tayyorlash uchun ishlatiladigan materiallar tavsiflangan. Polimer ko'p filamentli iplarning mexanik xususiyatlari ham o'rganilgan.

Tayanch so'zlar: konstruksiya, takela, ko'tarish uskunalari, ko'tarish moslamalari, to'qimachilik slinglari, sintetik tolalar, cho'zilish sinov uskunalari, ko'p filamentli ipning cho'zilishi.

Введение. Строительство – одна из ключевых отраслей промышленности Узбекистана, которая демонстрирует стабильный ежегодный рост. Вместе с тем особенности строительной отрасли Узбекистана базируются на состоянии и тенденциях развития экономики, социального развития, географического положения страны. В январе–сентябре 2025 года в Республике Узбекистан объем выполненных строительных работ составил 224 532,4 млрд сум, что на 14,2 % больше по сравнению с соответствующим периодом 2024 года. Строительные работы в Республике Узбекистан за указанный период распределены по видам экономической деятельности следующим образом:

- доля строительства зданий и сооружений достигла 68,9 %, что на 6,1 % больше по сравнению с соответствующим периодом 2024 года;
- доля строительства объектов гражданского назначения зафиксирована на уровне 20,8 %, что на 29,4 % больше по сравнению с соответствующим периодом 2024 года;
- доля специализированных строительных работ составила 10,3 %, что на 57,6 % больше по сравнению с соответствующим периодом 2024 года.

В каждой территориальной области республики частные компании и фирмы в строительстве применяют сотни современных грузоподъемных механизмов, а по всей республике их тысячи, это: - башенные, порталные, козловые и мостовые краны; - краны на гусеничном и пневмоколесном ходу; - автомобильные краны; - переносные, передвижные, приставные краны подъемники и др.

Сегодня в строительно-монтажных и такелажных работах используются стальные канатные стропы, импортируемые из России (по статистическим данным объем импорта за 2017-2021 годы составил 22 млн. долларов США) [2].

В этом контексте нужно отметить, что уделяется особое внимание на локализацию и импортозамещение (Указ Президента Республики Узбекистан №УП-4426 от 24.08.2019 г.). В связи с этим в зависимости от веса (массы) и сложности перевозимых грузов стальные канаты должны постепенно уступать место синтетическим ленточным и канатным грузозахватным устройствам (стропам) (СЛКС).

Из рис. 1. виден рост числа подъемно-транспортного оборудования только по одной Ферганской области за последние 12 лет. Их число постоянно растет, и к ним ещё добавляются много механизмов зарубежных фирм и компаний, осуществляющих строительно – монтажные работы в Узбекистане [1].

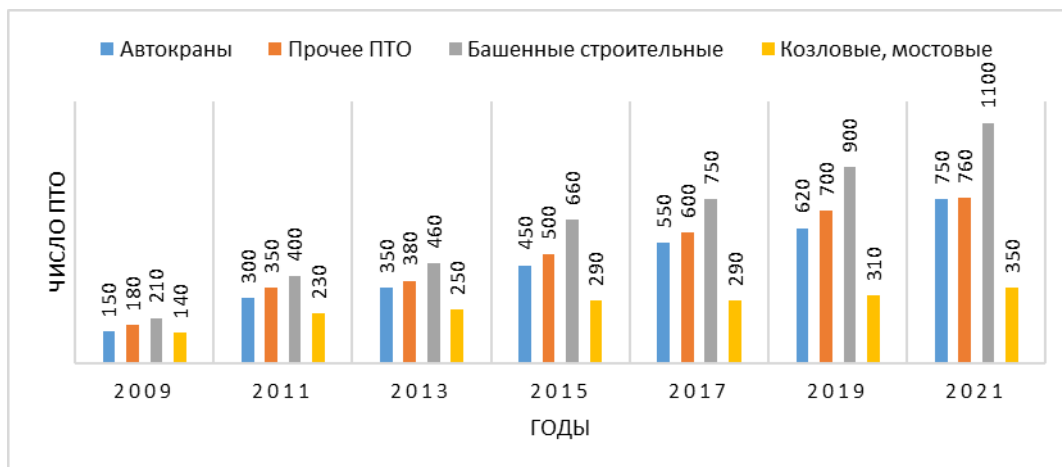


Рис. 1. Увеличение численности парка ПТО по Ферганской области за 2009-2021гг.

Полипропиленовые (ПП) и полиамидные (ПА) гранулы, из которых получают высокопрочные мультифиламентные волокна считаются основным сырьем для синтетических строп. В республике полипропилен выпускается Устьюртским газохимическим комбинатом – УГХК [3]. Одним из основных задач при производстве синтетических строп для грузоподъемного оборудования является исследование физико-механических свойств, долговечности и износостойкости мультифиламентных нитей при сухом жарком климате Узбекистана. Известно, что механические свойства образуют важнейшую группу эксплуатационных свойств, характеризующих прочность, деформационную жесткость, деформируемость материалов. Наиболее известные работы в области разрушения полимеров принадлежат С.Н. Журкову, А.И. Слущкеру, Г.М. Кукину, В.И. Куксенко, Г.М. Бартеневу, А.А. Аскадскому и другим авторам [4-8]. Совместно с учеными Ферганского государственного технического университета и Химико-технологического научно исследовательского института ведутся работы по изучению физико-механических и физико-химических свойств, а также увеличению долговечности и износостойкости синтетических мультифиламентных волокон, нитей [10-16], и соответственно, стропов.

Методы исследования. Объектами исследования в данной работе явились наиболее распространенные виды синтетических нитей, полученные из полимеров полиолефинового и полиамидного рядов [9]. Рассматривается влияние исходных нитей на прочность каболок и канатов.

Определение прочности нитевидных [2] материалов возможно различными способами, что описано в научной статье Лобанова Д.С. и Темерова М.С. [17]. Немаловажным вопросом является не только материал для изготовления стропов, но и методы его исследования. Так в статьях Степашкина А.А. [18] и Наумова В.А. [19], были рассмотрены результаты испытаний прочности и относительного удлинения [6] нитей.

Учитывая вышесказанное, в данном исследовании ставились следующие задачи:

- разработать методику проведения многофакторных испытаний мультифиламентных нитей;
- провести испытания на крученых и плетеных нитевидных материалов на современном разрывном оборудовании;
- провести статистическую обработку проведенных испытаний.

Результаты исследований. Экспериментальные исследования на определение разрывной нагрузки и относительного удлинения мультифиламентных волокон и нитей были проведены в лаборатории при СП ООО «O'zbek-Turk Test Markazi». Испытания проводились

на универсальной разрывной машине Shimadzu Autograph AGS-X10 с программным обеспечением, которое имеет возможность проведения стандартных испытаний по контролю качества, механических испытаний, как для общего назначения, так и для проведения научно-исследовательских работ (рис.2). Данные машины позволили провести серии испытаний выбранного материала по стандартным методикам определения прочностных характеристик, но с различными длинами образцов и при постоянной скорости разрыва [6] в сухом виде. Погрешность результатов испытаний составляет $\pm 0,5\%$ от полученных данных – согласно паспортным данным машины [2]. Для проведения исследований были выбраны следующие образцы материалов: - мультифиламентная нить синтетическая полиамидная; - нить мультифиламентная синтетическая полипропиленовая [20]. Условия проведения испытаний, согласно ГОСТ ISO 139-2014. Линейную плотность образцов определяли по ГОСТ 23362-2001 Нити синтетические текстурированные. Метод определения линейной плотности.

Результаты проведения испытаний синтетической полиамидной нити

Таблица 1.

№ п/п	Наименование параметров (требований)	Значение параметров (требований)
		Фактически
1.	Разрывная нагрузка, N	197,64
2.	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	1,30
3.	Относительное удлинение при разрыве, %	21,95
4.	Коэффициент вариации по относительной удлинении при разрыве, %	2,13

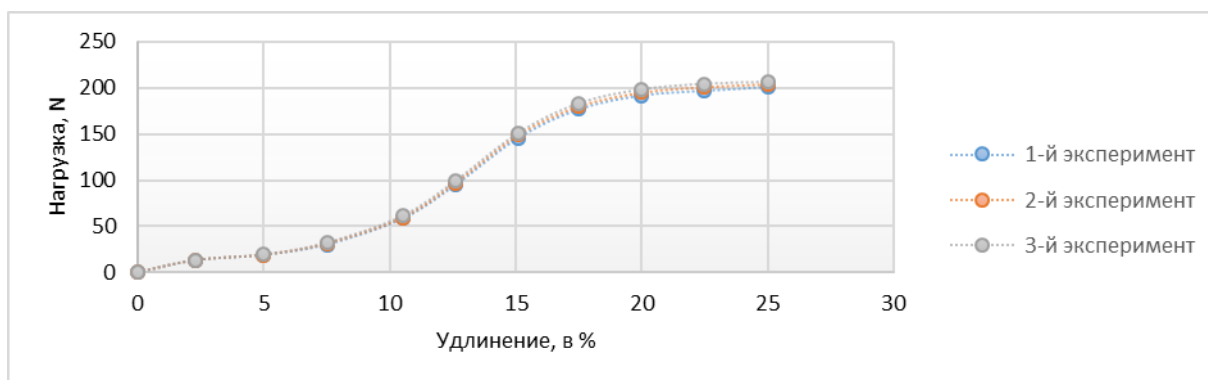


Рис.1. График значения нагрузка-удлинение полиамидного волокна.

Результаты проведения испытаний синтетической полипропиленовой нити

Таблица 2.

№ п/п	Наименование параметров (требований)	Значение параметров (требований)
		Фактически
1.	Разрывная нагрузка, N	131,76
2.	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	0,75
3.	Относительное удлинение при разрыве, %	24,67
4.	Коэффициент вариации по относительной удлинении при разрыве, %	2,66

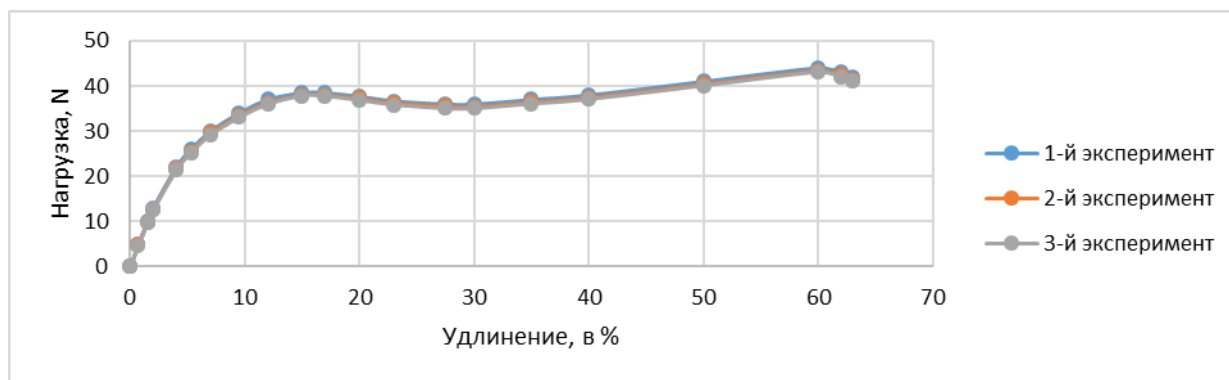


Рис.2. График значения нагрузка-удлинение полипропиленового волокна.

Определение разрывной нагрузки и относительного удлинения образцов крученых и плетеных каболок были проведены в лаборатории Химико-технологического научно исследовательского института. Изготовлены образцы:

- полипропиленовые каболокы трехрядные, диаметрами 2,5, 3,0, 4,0 мм;
- полипропиленовые каболокы плетеные, диаметрами 2,5, 3,0, 4,0 мм;

Отбор и подготовка материала проводилась по стандартной методике согласно ГОСТ Р ИСО 2307—2014 [9]. Были определены фактические диаметры образцов при помощи измерительного микроскопа с ценой деления 0,1 мм, а также линейная плотность, с применением мерного приспособления с линейкой и креплением для груза, применяемого для предварительного натяжения, и применением лабораторных весов, с погрешностью не более 0,5% от взвешиваемой массы. Все образцы перед началом испытаний были выдержаны сутки в расправленном виде в помещении лаборатории, для разглаживания и принятия исходной структуры. Испытания для определения разрывной нагрузки и удлинения, как в сухом виде, проводились в соответствии [6] с ГОСТ Р ИСО 2307—2014.

Испытания проводились при скорости движения подвижной траверсы разрывной машины: 80 мм/мин. Расстояние между креплениями, применяемыми для испытаний нитевидных материалов, составляло 300 мм, соответственно. По каждому испытанию, при помощи компьютерного обеспечения разрывной машины, были построены графические зависимости с детальным процессом испытания (рис.1), а также был проведен расчет среднеквадратичного отклонения по каждой серии испытаний, который не превышал 10% [2]. В таблице 1. показано среднее деформационные показатели полипропиленового каболок диаметром в 3,0 мм. (ПП-3.0).

Таблица 1.

Наименование Параметры Единица	Модуль упругости Сила 10- 100 Н/текс.	Разрыв сила Чувствительно сть: 10 Н.	Макс. Сила Расчет во всех областях, Н.	Макс удлинение Расчет во всех областях, мм.	ВПрТ (%FS) сила 0,1 % Н	ПрТ 1 Сила 0,2 %
Образец ПП-3,0 Среднее значение	22.6241	573.809	576.969	369.767	192.161	101.630
Стандартное отклонение	7.96078	49.4126	36.2486	56.2051	49.2346	2.60958
Максимум	29.4289	608.749	611.100	415.212	233.742	103.475
Минимум	13.8696	538.869	538.921	306.919	137.795	99.7845

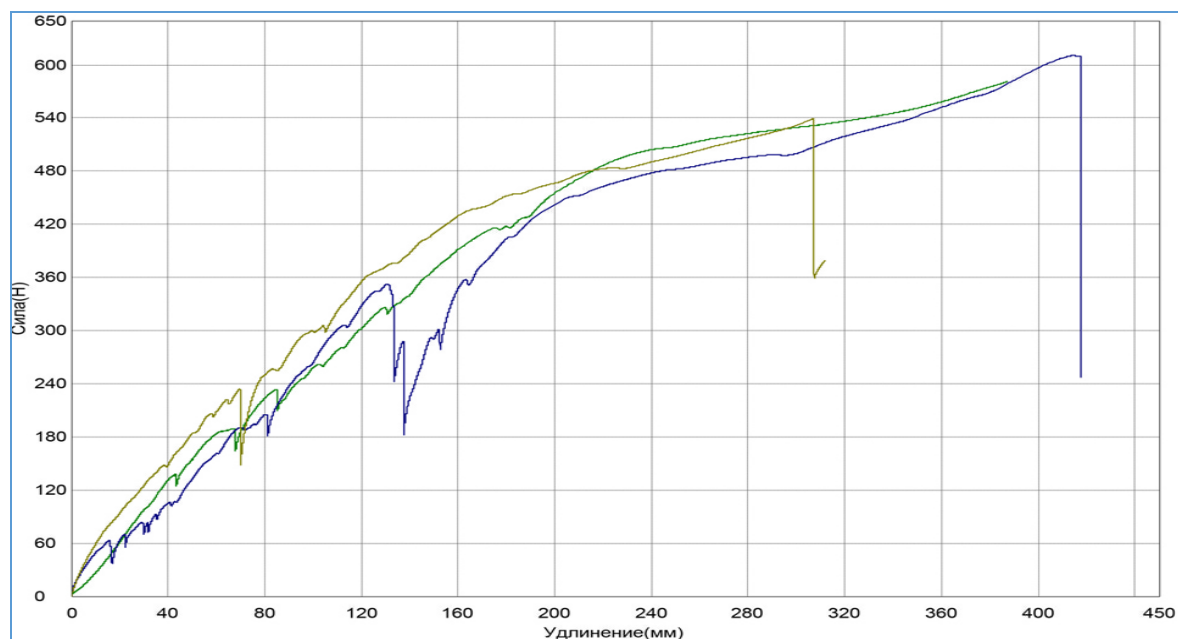


Рис.2. График деформация-удлинение полипропиленового 3х прядного кабелка (ППВ-3.0).

В таблице 2. показано среднее деформационные показатели полипропиленового плетеного кабелка диаметром в 3,0 мм. (ППВ-3.0).

Таблица 2.

Наименование Параметры Единица	Модуль упругости Сила 10- 100 Н/текс.	Разрыв сила Чувствитель- ность: 10 Н.	Макс. Сила Расчет во всех областях, Н.	Макс удлинение Расчет во всех областях, мм.	ВПрТ (%FS) сила 0,1 % Н	ПрТ 1 Сила 0,2 %
Образец ППВ, Среднее значение	277.749	187.959	236.739	44.3056	166.636	149.161
Стандартное отклонение	44.9899	68.8269	44.7424	4.08110	----	----
Максимум	313.300	259.525	277.751	48.0123	166.636	149.161
Минимум	227.168	122.245	189.023	39.9322	166.636	149.161

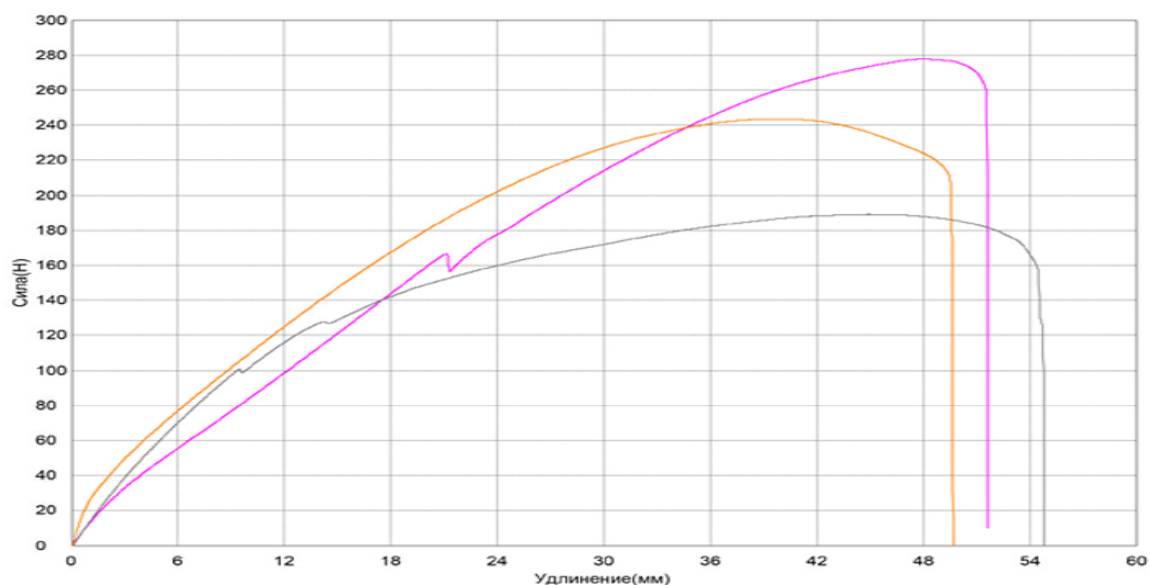


Рис.3. График деформация-удлинение полипропиленового плетеного кабелка (ППВ-3.0).

Заключение. В результате исследования выявлено предел прочности при растяжении канатов и их составных элементов, установлено изменение упругости каната при многократном нагружении. Коэффициент прочности отдельных элементов каната понижается с увеличением диаметра каната. Прочность каната составляет 50-60 % от прочности всех волокон и 65-70 % от прочности всех каболок [6]. Относительное удлинение повышается с увеличением сечения элементов и числа переходов при изготовлении каната. Относительное удлинение впервые нагружаемого каната составляет 45-50%. При [2] повторном-нагружении остается постоянным и не превышает 8-10 % при близкой к разрывной нагрузке. Из графиков, частично видно, что схема плетения влияет на деформацию и удлинения образца (рис.1, 2). Анализ физико-механических свойств комплексных синтетических волокон [20-23], выбор оптимальной схемы плетения, уникальность работы синтетических стропов в грузоподъемных устройствах и учитывая свойства полипропиленовых волокон, производимых в Узбекистане, можно получить качественные синтетические тканые ленты и канаты, позволяющие значительно повысить эффективность монтажных работ.

Список литературы

- [1]. Абдуллаев И.Н., Рахманов Б.К. Проблемы производства и применения грузозахватных приспособлений из синтетических лент и канатов в Узбекистане // Подъемно-транспортное дело. Научно-технический, производственно-экономический и информационный журнал. Москва. 2018. № 6. С. 5–7.
- [2]. https://klgtu.ru/upload/science/bmf/bmf_2020/tom_2.pdf
- [3]. Рахманов Б.К., Раззаков С.Ж., Абдуллаев И.Н. Составные компоненты деформирования и разрушения синтетических тканых лент // Научно-технический журнал ФерПИ. 2021. Том 25, № 2. С. 74.
- [4]. S.J. Razzakov, I.N. Abdullayev, B.K. Raxmanov. COMPONENTS OF DEFORMATION AND FAILURE OF SYNTHETIC WOVEN TAPES. Scientific-technical journal, 2021. №2. С. 23-28.
- [5]. Бартенев Г.М., Френкель С.Я. Физика полимеров. М.: Химия. - 1990.- 432с.
- [6]. Насенков П.В., Недоступ А.А., Наумов В.А. Экспериментальное исследование разрывного усилия и относительного удлинения рыболовных веревочно-нитевидных изделий с различной скоростью разрыва и длиной исследуемых образцов. Научный журнал «Известия КГТУ», № 58, -С.35-48. 2020 г. <http://elibrary.ru/item.asp?id=43781557>
- [7]. Кукин Г.М. Оценка механических свойств текстильных нитей. Текстильная промышленность. - 1987. - N2. - С.59-60.
- [8]. Аскадский А.А., Матвеев Ю.И. Химическое строение и физические свойства полимеров. М.: Химия. - 1983. - 248 с.
- [9]. Цобкалло Екатерина Сергеевна. Характеристики механических свойств деформированных волокнистых материалов, методы их оценки и прогнозирования: диссертация доктора технических наук: 05.19.01 Санкт-Петербург. 2002. <http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002287000/rsl01002287807/rsl01002287807.pdf>
- [10]. Журков С.Н., Савостин А.Я., Томашевский Э.Е. Издание механизма разрушения полимеров методом ЭПР. // Доклады АН СССР. - 1964.- Т. 159. №2.-С.303-305.
- [11]. Слуцкер А.И., Лайус Л.А., Гофман И.В., Гиляров В.Л., Поликарпов, Ю.И. Механизм обратимой термической деформации ориентированных полимеров. // Физика твёрдого тела. - 2001. - Т.43. - № 7. - С.1327-1332.
- [12]. Тамуж В.П., Куксенко В.С. Механизм разрушения полимерных материалов. Рига: Зинатне. -1978. - 294 с.
- [13]. Л.А. Сулейманова, Б.К. Рахманов, В.В. Кочерженко, Н.В. Солодов, “Перспективные направления развития технологии такелажных работ с использованием стропов на текстильной основе”. Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, №7. 2018 г. БГТУ, Россия, ФерПИ, Узбекистан.
- [14]. B. Rakhmanov. Static And Dynamic Loads Affecting Load – Gripping Devices (HZP) In Construction. Journal of Architectural Design, 8, 14–18. Retrieved from <https://www.geniusjournals.org/index.php/jad/article/view/>.
- [15]. B. Rakhmanov. PARAMETRIC SERIES OF NON-METALLIC FLEXIBLE LOAD-HANDLING DEVICES. Innovative Technologica: Methodical Research Journal, 3(07), 21–27. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/9STUY>.
- [16]. B. Rakhmanov. EXPERIMENTAL PRODUCTION CARGO-HANDLING DEVICES FROM SYNTHETIC WOVEN TAPES. International Journal of Advance Scientific Research. July 30, 2022. <https://doi.org/10.37547/ijasr-02-07-03>.
- [17]. Раззаков С.Ж., Абдуллаев И.Н., Рахманов Б.К. Составные компоненты деформирования и разрушения синтетических тканых лент для грузозахватных приспособлений в строительстве. Современные ресурсосберегающие материалы и технологии: перспективы и применение. Новосибирск, 15–17 декабря 2020 года.

- [18]. Рахманов Б.К., Алиматов Б.А. Специальные строповочные устройства. Наука и инновации в строительстве. Сборник докладов Международной научно-практической конференции (к 165-летию со дня рождения В.Г. Шухова). 2018. С. 264-267.
- [19]. S.J. Razzakov, B.K. Rakhmanov, J.D. Akhmedov. Study Of The Influence Of Light Weather On The Mechanical Properties Of Para-Aramid Filaments. The American Journal of Engineering and Technology 3 (04), 35-41.
- [20]. Лобанов Д.С., Особенности квазистатических испытаний нитей и тканей/Д.С. Лобанов, М.С. Темерова // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. - 2013. -№2. – С.96-109.
- [21]. Опыт исследования механических свойств высокопрочного волокна на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена / А.А. Степашкин, А.Б. Максимкин, Д.И. Чуков, В.В. Чердынцев // Современные проблемы науки и образования: электронный журнал. – 2013. -№6. [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/ruarticle/view?id=10755> (дата обращения: 11.12.2019).
- [22]. Наумов В.А., Анализ результатов испытания прочности трехрядных канатов из полимерных материалов / В.А. Наумов, Н.Р. Ахмедова, И.М. Ахмедов // Известия Калининградского государственного технического университета. – 2015. - №36. –С. 43-51.

YONG‘INGA QARSHI SUV TA‘MINOTI TIZIMLARIDA SUV SARFINI HISOBLASH

N.A. Usmonova, M.A. Maxmudova

Farg‘ona davlat texnika universiteti

unodira0211@gmail.com

mahmudovamuqaddas575@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada yong‘inga qarshi suv ta‘minoti tizimlarida suv sarfini hisoblashning nazariy va amaliy asoslari yoritilgan. Yong‘in xavfi bo‘yicha ob‘ektlarning A, B, C, D, E toifalari, binolarning funksional (F1–F4) va konstruktiv (CO, C1, C3) tasniflari tahlil qilingan. Hisoblash metodologiyasida bir vaqtda yong‘inlar soni, tashqi va ichki suv sarfi, yong‘in o‘chirish davomiyligi hamda avtomatik tizimlar parametrlari asosiy formulalar orqali keltirilgan.

Kalit so‘zlar: yong‘inga qarshi suv ta‘minoti, suv sarfi, yong‘in xavfi toifalari, gidrant, sprinkler, suv zaxirasi,

Аннотация. В данной статье освещены теоретические и практические основы расчета расхода воды в системах противопожарного водоснабжения. Проведен анализ категорий объектов по пожарной опасности A, B, C, D, E, функциональной (F1–F4) и конструктивной (CO, C1, C3) классификации зданий. В методологии расчета приведены основные формулы для определения количества одновременных пожаров, наружного и внутреннего расхода воды, продолжительности пожаротушения, а также параметров автоматических систем.

Ключевые слова: противопожарное водоснабжение, расход воды, категории пожарной опасности, гидрант, sprinkler, запас воды,

Abstract. This article highlights the theoretical and practical foundations of water consumption calculation in fire-fighting water supply systems. It analyzes object categories based on fire hazard (A, B, C, D, E), functional (F1–F4) and structural (CO, C1, C3) classifications of buildings. The calculation methodology includes basic formulas for determining the number of simultaneous fires, external and internal water consumption, fire extinguishing duration, as well as parameters of automatic systems.

Keywords: firefighting water supply, water flow rate, fire hazard categories, hydrant, sprinkler, water storage, SNiP, QMQ.

KIRISH

Yong‘inga qarshi suv ta‘minoti tizimlari aholi, sanoat korxonalari va muhim ob‘ektlarni yong‘in xavfidan himoya qilishning eng muhim elementlaridan biridir. Yong‘inni samarali o‘chirish uchun zarur bo‘lgan suv miqdorini aniq hisoblash, suv manbalarini to‘g‘ri tanlash va taqsimlash tarmoqlarini loyihalash yong‘in xavfsizligining asosiy shartidir.

Yong‘inga qarshi suv sarfi – bu yong‘inni o‘chirish uchun ma‘lum vaqt davomida kerak

bo'ladigan suv miqdori (l/s yoki m³). Uni hisoblashda ob'ektning yong'in xavfi toifasi, binoning funksional va konstruktiv xususiyatlari muhim rol o'ynaydi.

Yong'in xavfi bo'yicha ob'ektlarni (A, B, C, D, E) toifalarga ajratiladi.

Bu tasnif yong'inga qarshi suv sarfi, himoya tizimlari va loyihalash yechimlarini asoslashga qo'llaniladi: (1-jadval)

1-jadval.

Yong'in va portlash bo'yicha o'byektlar tasnifi.

Toifa	Tavsifi	Xususiyati
A	Yuqori portlash xavfi	Eng xavfli, yong'in tez tarqaladi, portlash mumkin
B	Portlash xavfi bor, nisbatan pastroq	Chang va portlash mavjud
C	Yong'in xavfi bor, lekin portlashsiz	Yong'in sekinroq rivojlanadi, issiqlik va alanganish mavjud
D	Kam yong'in xavfi	Yonmaydigan moddalar, lekin yuqori haroratda ishlov beriladi
E	Deyarli xavfsiz	Yonmaydigan materiallar, portlash xavfi yo'q

Masalan, A toifali ob'ektlarda yong'in juda tez tarqalganligi sababli, tashqi yong'in o'chirish suv sarfi me'yori eng yuqori (100 l/s gacha) bo'lishi kerak. C toifali ob'ektlarda esa yong'in sekinroq rivojlanadi, shuning uchun suv sarfi nisbatan past (20–40 l/s) bo'lishi mumkin.

Funksional yong'in tasnifi (binolardan foydalanish maqsadi bo'yicha)

Binolarni funksional yong'in xavfi bo'yicha tasniflash – bu binolardan foydalanish maqsadi va bino ichidagi odamlarning holatiga (uyqu, hushyorlik, harakatlanish qobiliyati) qarab belgilanadi. Xavfsizlik choralarini ko'rishda juda muhim xisoblanadi (2-jadval)

2-jadval.

Binolarni funksional yong'in xavfi bo'yicha tasnifi

Sinf	Tavsifi	Misollar
F1	Yashash uchun	Turar-joy binolari, yotoqxonalar
F2	Ommaviy jamoat	Teatrlar, kinoteatrlar, konsert zallari
F3	Xizmat ko'rsatish va jamoat	Savdo markazlari, restoranlar, vokzallar
F4	Ta'lim va boshqaruv	Maktablar, universitetlar, idoralar

Funksional tasnif asosan evakuatsiya va yong'in signalizatsiyasi talablariga ta'sir qilsa-da, suv sarfini hisoblashda ham qo'shimcha omil sifatida hisobga olinadi. Masalan, F2 sinfidagi ommaviy jamoat binolarida odamlar ko'p bo'lgani uchun avtomatik yong'in o'chirish tizimlari (sprinkler) ko'proq qo'llaniladi, bu esa umumiy suv sarfini oshiradi.

Binolarning konstruktiv yong'in xavfi bo'yicha sinflanishi

Bu tasnif binoning konstruksiyasi yong'in ta'sirida qanday holatda bo'lishiga qarab belgilanadi (3-jadval)

3-jadval

Sinf	Tavsifi
CO	Yonmaydigan konstruksiya, kam yong'in xavfi (ayrim qismlari yonuvchan)
C1	O'rtacha yong'in xavfi
C3	Yuqori yong'in xavfi

Konstruktiv yong'in xavfi sinfi suv sarfiga bevosita emas, balki yong'inga chidamlilik chegarasi va konstruksiyalarning yong'in ta'sirida buzilish vaqtiga ta'sir qiladi. C3 sinfidagi binolarda yong'in tezroq tarqaladi, shuning uchun suv sarfini me'yordan 20–30% ga oshirish tavsiya etiladi.

METODOLOGIYA

Yong'in o'chirish uchun zarur bo'lgan suv sarfi quyidagi asosiy parametrlar asosida aniqlanadi: bir vaqtda yong'inlar soni (n), tashqi suv sarfi (Q_{tashqi}), ichki suv sarfi (Q_{ichki}), yong'in o'chirish davomiyligi (T) va avtomatik qurilmalar sarfi (Q_{avt}).

Umumiy yong'in o'chirish suv sarfi:

$$Q_{yong'in} = n \cdot (Q_{tashqi} + Q_{ichki}) + Q_{avt} \quad (1)$$

Ichki yong'in o'chirish suv sarfi:

$$Q_{ichki} = \sum (N_{gidrant} \cdot q_{gidrant}) \quad (2)$$

Yong'in suv zaxirasi hajmi:

$$W_{yong'in} = 3.6 \cdot Q_{yong'in} \cdot T \quad (3)$$

Agar suv ta'minoti tizimiga yong'in vaqtida $Q_{keluvchi}$ suv keladigan bo'lsa, suv omborining zarur hajmi:

$$W_{zaxira} = W_{yong'in} - 3.6 \cdot Q_{keluvchi} \cdot T \quad (4)$$

Tashqi yong'in o'chirish suv sarfi aholi punktlari uchun QMQ 2.04.02–19 “Suv ta'minoti. Tashki tarmoqlar va inshotlar” bo'yicha 4-jadvalda keltirilgan.

4-jadval

Aholi punktlarida tashqi yong'in o'chirish uchun suv sarfi me'yorlari

Aholi soni, ming kishi	Bir vaqtda yong'inlar soni	1 yong'in uchun suv sarfi, l/s
≤ 1	1	5–10
1–5	1	10–15
5–10	1–2	15–20
10–25	2	20–30
25–50	2	30–40
50–100	2	40–60
100–200	3	60–80
>200	3	80–100

Sanoat korxonalari uchun suv sarfi yong'in xavfi kategoriyasiga (A, B, C, D, E) qarab 10–100 l/s oralig'ida belgilanadi. Ichki gidrantlarning suv sarfi odatda 2,5–5 l/s ni tashkil qiladi. Yong'in o'chirish davomiyligi T me'yorlarga asosan 1–3 soat qilib olinadi. Tizimlar yuqori bosimli (nasoslar avtomatik ishga tushadi) va past bosimli (yong'in mashinalari ishlatiladi) turlarga bo'linadi.

NATIJALAR: Quyida turli ob'ektlar uchun (1)–(4) formulalar va 3-jadval asosida hisoblash misollari keltirib o'tamiz.

Misol 1. Turar-joy massivi (15 ming aholi, 5 qavatli binolar)

Berilgan: $n = 2$, $Q_{tashqi} = 25$ l/s, $Q_{ichki} = 5$ l/s (2 ta gidrant $\times$ 2,5 l/s),

$Q_{avt} = 0$, $T = 2$ soat.

$$Q_{yong'in} = 2 \cdot (25 + 5) = 60 \text{ l/s}$$

$$W_{yong'in} = 3,6 \cdot 60 \cdot 2 = 432 \text{ m}^3.$$

Agar $Q_{keluvchi} = 20$ l/s bo'lsa,

$$W_{zaxira} = 432 - 3,6 \cdot 20 \cdot 2 = 288 \text{ m}^3.$$

Misol 2. A toifali sanoat korxonasi

Berilgan: $n = 1$, $Q_{tashqi} = 75$ l/s, $Q_{ichki} = 10$ l/s, $Q_{avt} = 30$ l/s (sprinkler), $T =$ soat.

$$Q_{yong'in} = 1 \cdot (75 + 10) + 30 = 115 \text{ l/s.}$$

$$W_{yong'in} = 3,6 \cdot 115 \cdot 3 = 1242 \text{ m}^3.$$

Misol 3. C toifali ombor (portlashsiz)

Berilgan: $n = 1$, $Q_{tashqi} = 40$ l/s, $Q_{ichki} = 5$ l/s, $Q_{avt} = 0$, $T = 2$ soat.

$$Q_{yong'in} = 1 \cdot (40 + 5) = 45 \text{ l/s.}$$

$$W_{yong'in} = 3,6 \cdot 45 \cdot 2 = 324 \text{ m}^3.$$

Quyidagi olingan xisob natijalarini jadvalga kiritamiz (5-jadval).

Hisoblash natijalarining qisqacha jadvali

Ob'ekt turi	n	Q_{tashqi} , l/s	Q_{ichki} , l/s	Q_{avt} , l/s	$Q_{yong'in}$, l/s	T, soat	$W_{yong'in}$, m^3
Turar-joy massivi	2	25	5	0	60	2	432
A toifali sanoat korxonasi	1	75	10	30	115	3	1242
C toifali ombor	1	40	5	0	45	2	324

MUHOKAMA

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, yong'inga qarshi suv sarfi ob'yektning yong'in xavfi toifasiga (A, B, C, D, E) kuchli bog'liq. A toifali sanoat korxonasi uchun hisoblangan umumiy suv sarfi (115 l/s) C toifali omborga (45 l/s) nisbatan taxminan 2,5 baravar yuqori. Bu A toifasida yong'inning tez tarqalishi va portlash xavfi mavjudligi, shuningdek avtomatik sprinkler tizimlarining qo'llanilishi bilan izohlanadi. Bunday ob'ektlarda yong'in o'chirish davomiyligi $T=3$ soat qilib belgilanganligi suv hajmini yanada oshiradi (1242 m^3).

Turar-joy massivida hisob-kitoblar 432 m^3 yong'in zaxirasini ko'rsatdi. Ammo suv ta'minoti tarmog'idan uzluksiz keladigan suv ($Q_{keluvchi}=20$ l/s) hisobga olinganda, hajm 288 m^3 gacha kamayadi. Bu shuni anglatadiki, real loyihalashda suv omborining hajmini ancha tejash mumkin. Agar $Q_{keluvchi}$ yetarlicha katta bo'lsa, alohida suv ombori umuman talab qilinmasligi ham mumkin.

Ichki yong'in o'chirish suv sarfi (Q_{ichki}) nisbatan kichik bo'lsa-da (5–10 l/s), ayniqsa ko'p qavatli va jamoat binolarida uning roli katta. Avtomatik tizimlar (Q_{avt}) A toifali korxonada suv sarfini 30 l/s ga oshirgan, bu esa yong'inning dastlabki bosqichida tezkor o'chirish imkonini beradi va moddiy zararni kamaytiradi.

Funksional tasnif (F1–F4) va konstruktiv sinflar (CO, C1, C3) bevosita suv sarfi formulalarida qatnashmasa-da, ular yong'in xavfsizligi talablarini belgilashda asosiy rol o'ynaydi. Masalan, F2 (ommaviy jamoat) va C3 (yuqori xavf) sinflarida me'yorlar suv sarfini oshirishni tavsiya qiladi. Kelgusida ushbu tasniflarni to'g'ridan-to'g'ri hisobiy modellarga kiritish maqsadga muvofiq. Shuningdek, sanoat korxonalarida A va B toifalari uchun avtomatik tizimlarni majburiy loyihalash suv sarfini sezilarli darajada oshiradi, ammo bu yong'inni erta bosqichda bartaraf etib, katta yo'qotishlarning oldini oladi.

XULOSA

Yong'inga qarshi suv sarfini hisoblash natijalariga ko'ra quyidagicha xulosa qilish mumkin:

1. Yong'inga qarshi suv ta'minoti tizimlarida suv sarfini hisoblash (1)–(4) formulalar va 3-jadval asosida amalga oshiriladi.
2. Ob'ektning yong'in xavfi toifasi (A, B, C, D, E) suv sarfi va suv zaxirasi hajmini belgilovchi asosiy omil hisoblanadi. A toifali ob'ektlarda suv sarfi C toifalilarga nisbatan 2–3 baravar yuqoriligi aniqlandi.
3. Natijalariga kora yong'in o'chirish davomiyligi T va tarmoqdan keladigan suv miqdori $Q_{keluvchi}$ suv ombori hajmini optimallashtirish imkonini aniqlandi.

Loyihalashda me'yoriy hujjatlar talablariga qat'iy rioya qilish, yong'in xavfi toifalariga mos suv sarfini tanlash, imkon qadar avtomatik tizimlarni qo'llash va suv ombori hajmini hisoblashda tarmoqdan keladigan suvni inobatga olish kerakligi xulosa qilinadi

Adabiyotlar

- [1]. QMQ 2.04.02–19. Yong'in xavfsizligi. Binolar va inshootlarni loyihalash. Toshkent, O'zbekiston Respublikasi Qurilish vazirligi, 1997.
- [2]. QMQ 2.01.02–96. Yong'in xavfsizligi. Turar-joy binolari. Toshkent, 1996.
- [3]. NFPA 15: Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection. Quincy, MA: National Fire Protection Association, 2019.
- [4]. ISO 6182-1:2021. Fire protection – Automatic sprinkler systems – Part 1: Requirements and test methods for sprinklers. Geneva: International Organization for Standardization, 2021.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА КАРБОНАТОВ НА
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ПРОИЗВОДСТВА ПРИ «МОКРОМ» СПОСОБЕ
ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА
(НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЯ АО «КУВАСАЙЦЕМЕНТ»)

Б.Д. Райимов, О.А. Каюмов

Ферганский государственный технический университет
(Получена 18.03.2026 г.)

Аннотация. В настоящей статье рассматривается влияние химического состава карбонатов на технологический режим производства при «мокроем» способе производства цементного клинкера на примере предприятия АО «Кувасайцемент», где используются карбонатные породы месторождения «Ляган». В карбонатах месторождения Ляган с понижением содержания CaO соразмерно повышается содержание глинистых компонентов - SiO_2 и Al_2O_3 , что приводит к увеличению влажности сырьевого шлама при переработке сырья и изменению технологического режима во вращающихся печах. Данный вопрос является актуальным для всех предприятий с «мокрым» процессом производства цементного клинкера.

Ключевые слова. Цементный клинкер, карбонаты, сырьевой шлам, мергелистые известняки, мергели, охра, огарки, антиклиналь, алит, белит, стекловидное тело, кремнистый модуль, алюминатный модуль, аморфная структура.

Annotatsiya. Ushbu ishda sement klinkerini «ho'l» usulda ishlab chiqarishda karbonatlarning kimyoviy tarkibining texnologik rejimga ta'siri "Quvasoysement" AJ misolida ko'rib chiqiladi, "Quvasoysement" AJ "Log'on" konining karbonat jinslaridan foydalanadi. Log'on koni karbonatlarida CaO miqdori kamayishi bilan mutanosib ravishda gil tarkibiy qismlar — SiO_2 va Al_2O_3 miqdori ortadi, bu esa xomashyoni qayta ishlash jarayonida shlam tarkibidagi suvning oshishiga va aylanma pechlarda texnologik rejimning o'zgarishiga olib keladi. Ushbu masala sement klinkerini «ho'l» usulda ishlab chiqaradigan barcha korxonalar uchun dolzarb hisoblanadi.

Kalit so'zlar. Sement klinkeri, karbonatlar, xom- ashyo shلامي, mergelli ohaktoshlar, mergellar, oxra, ogarkalar, antiklinal, alit, belit, shishasimon faza, kremniy moduli, alyuminat moduli, amorf tuzilma.

Annotation. This paper examines the influence of the chemical composition of carbonates on the production process in wet-process cement clinker manufacturing, using the example of JSC "Quvasaycement," where carbonate rocks from the Lyagan deposit are utilized. In the carbonates of the Lyagan deposit, a decrease in CaO content is accompanied by a proportional increase in clay components— SiO_2 and Al_2O_3 —which leads to higher moisture content in the raw slurry during raw material processing and altered operating conditions of rotary kilns. This issue is relevant for all enterprises employing the wet process of cement clinker production.

Keywords. Cement clinker, carbonates, raw slurry, marly limestones, marls, ochre, cinders, anticline, alite, belite, glassy phase, silica modulus, alumina modulus, amorphous structure.

Введение. В настоящее время применяется два способа технологии производства цементного клинкера – «сухой» и «мокрый». При сухом процессе производства приготовление и смешивание сырьевой смеси (шихты) производиться без применения воды, соответственно данный способ является менее энергозатратным по сравнению с мокрым способом, при обжиге отсутствует перерасход топлива для осушки сырьевой смеси. При мокром способе производства сырьевая смесь (шлам) готовится с смешиванием воды и при обжиге существует излишние расходы горючего для сушки сырьевой смеси. Первый способ производства является более современным и менее энергозатратным, и основная часть цементного производства в нашей республике базируется на сухом способе. Однако, до настоящего времени существуют предприятия с технологической линией по мокрому способу производства цемента.

При производстве цемента различных марок основным сырьевым компонентом являются карбонаты (известняки, мергелистые известняки, мергели), доля которых составляет от 80 до 85 % от общей массы сырья, используемого для получения одной тонны клинкера (клинкер - полуфабрикат получаемый в результате обжига сырьевой шихты). Кроме карбонатов используются – глинистые (глинистые породы) и железистые компоненты (охры,

[illegible]

Химический состав разновидностей карбонатных пород Ляганского месторождения приведен в таблице 1.

Таблица 1

Химические компоненты	Известняки чистые			Известняки мергелистые			Мергели		
	от	до	средн	от	до	средн	от	до	средн
SiO ₂	1,62	6,50	4,06	6,64	15,31	10,97	15,91	23,95	19,93
Fe ₂ O ₃	0,27	1,13	0,7	0,33	2,10	1,21	0,72	2,53	1,62
Al ₂ O ₃	0,1	2,63	1,36	0,1	4,14	2,12	1,15	5,59	3,37
TiO ₂	-	0,22	0,11	0,1	0,32	0,21	-	-	-
CaO	50,05	54,02	52,03	44,13	49,77	46,95	34,30	41,46	37,88
MgO	0,09	1,32	0,7	0,39	1,89	1,14	0,77	4,21	2,49
K ₂ O	0,12	0,66	0,39	0,30	0,80	0,55	1,04	1,65	1,32
Na ₂ O	0,1	0,29	0,15	0,05	0,21	0,13	0,06	0,23	0,15
П.П.П.	37,83	42,95	40,83	33,87	39,84	36,85	30,88	37,00	33,94
CO ₂	39,53	42,07	40,8	37,26	37,81	37,53	28,25	32,65	30,45
SO ₃	0,1	0,69	0,39	0,1	0,17	0,13	0,1	0,50	0,30
P ₂ O ₅	0,01	0,06	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,09	0,06
H ₂ O	0,2	0,54	0,37	0,58	0,69	0,63	1,26	1,96	1,53

Анализируя таблицу 1 можно отметить большие колебания в содержании компонентов в разновидностях карбонатных пород месторождения Ляган, по содержанию CaO от 34,3% до 54,02%, SiO₂ от 1,62% до 23,95% и Al₂O₃ от 0,1% до 5,59%. Это в свою очередь означает большие изменения химического состава сырьевой смеси при приготовлении шлама. Кроме этого, с увеличением содержания глинистых компонентов (SiO₂, Al₂O₃) в составе карбонатных пород, структура карбонатов начинает меняться в сторону аморфного состояния, в результате чего при приготовлении шлама сырьевая смесь начинает потреблять много влаги. Для приготовления шлама нужной консистенции будет необходимо добавлять больше воды, что связано свойствами глинистых компонентов поглощать много влаги. Кроме этого, при добыче руды указанных строительных материалов по причине крутого залегания продуктивного пласта и наличия переслаивания разновидностей карбонатов в самом пласте, происходит частое изменение разновидностей добываемых карбонатов по забою рудного поля.

2. Анализ производственного процесса. Согласно технологических карт приготовления шлама в АО «Кувасайцемент» оптимальное содержание влаги в составе шлама составляет 38 – 42%, но при применении карбонатов месторождения Ляган содержание влаги в шламе местами увеличивается до 50%, что приводит частым изменениям параметров шлама и соответственно технологического режима обжига клинкера во вращающейся печи, в результате чего увеличивается расход горючего при обжиге клинкера (для удаления излишней влаги из состава шлама в процессе сушки), и снижается прочность клинкеров в следствии снижения образования цементных минералов Алита, Белита и увеличения образование стекловидной массы. Установленная по нормам прочность клинкеров на растяжение за 28 суток должно составлять – 39,2 МПа, при увеличении влаги и нарушении технологического режима были отмечены снижение прочности клинкеров за данный срок до - 32,3 МПа.

Рассмотрим фактическое увеличение содержание влаги в составе шлама при увеличении глинистых компонентов в карбонатных породах, используемых для приготовления шлама.

При использовании для приготовления шлама чистых известняков максимальное суммарное содержание окиси кремния и окиси алюминия составляет – 7,13%, при этом содержание влаги по факту составляло до 37 - 38%. При использовании мергелистых известняков максимальное суммарное содержание окиси кремния и окиси алюминия составляет – 17,55%, при этом содержание влаги в шламе увеличивалось до 46 - 47%. При использовании мергелей максимальное суммарное содержание окиси кремния и окиси

алюминия составляет – 27,54%, при этом содержание влаги в шламе увеличивалось до 50 % (Рис 2).

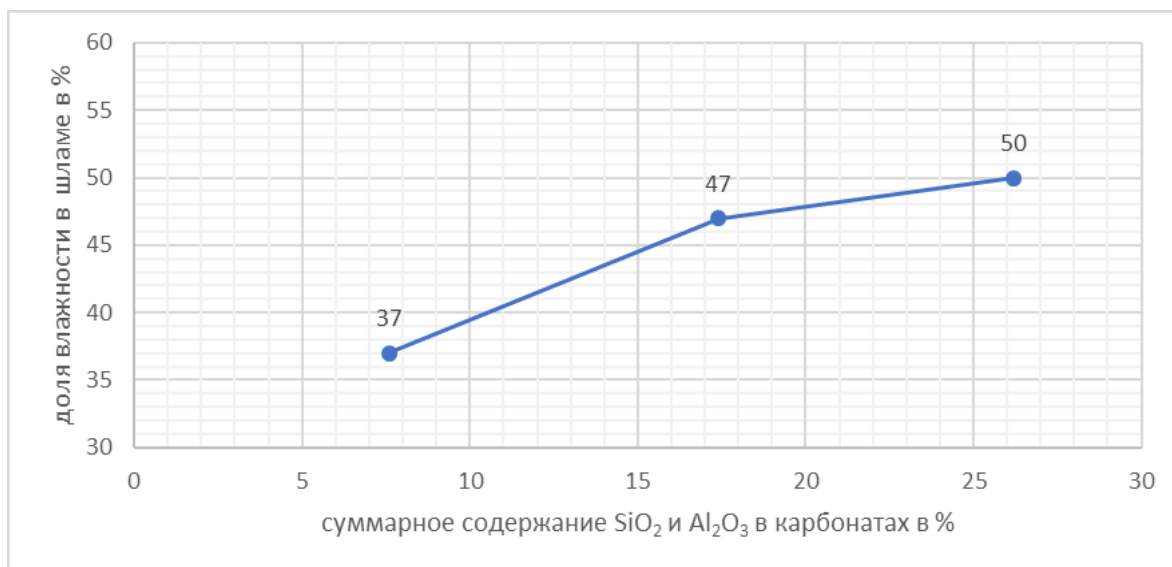


Рис.2. Зависимость содержания влаги в составе сырьевого шлама от содержание глинистых компонентов в карбонатных породах.

Анализ энергозатратных показателей показал, что увеличением содержания влаги в шламе увеличивается расход горючего при обжиге клинкера, это обусловлено дополнительным расходом топлива в зоне осушки для вывода излишней влаги. Зависимость расхода природного газа при обжиге клинкера от содержания влаги в составе шлама показан на Рис 3.



Рис. 3. Зависимость расхода природного газа при обжиге клинкера от содержания влаги в составе шлама.

Как видно из этого графика (Рис 3), при влажности шлама 38% удельный расход природного газа для обжига 1 тонны клинкера составляет – 231,62 м^3 , с увеличением влажности шлама увеличивается и расход газа, при увеличении влажности до 46% расход газа увеличился до 256,97 м^3 , излишний расход природного газа составил – 25,35 м^3 на тонну клинкера.

Нарушение технологического режима отрицательно влияет на качество продукции, а перерасход горючего приводит к росту себестоимости продукции. В АО «Куvasайцемент» после обсуждения вышеуказанных проблем в техническом совете предприятия с участием

одного из авторов настоящей статьи было принято решение о дозировке сырья непосредственно в карьере. Для этого, при подаче сырья на производство на прямую с помощью автотранспортных средств, производить дозировку на карьере. С целью обеспечения дозировки в карьере вести постоянное опережающее опробование добываемого сырья на месте (брать пробы из конкретной точки забоя карьера и анализировать на месте), по результатам опробования задействовать одновременно несколько точек отбора руды, организовав одновременную отправку сырья по месту назначения согласно технологическому регламенту. Принятые меры исключили резкие скачки изменения технологического режима, но вопрос повышенного содержания влаги в составе шлама не удалось решить полностью. В виду ограниченного количества чистых известняков в карьере, проблема, связанная с повышенной влажностью, оставалась актуальной. В последующем было принято решение о добавлении чистых известняков из других карьеров до 15 – 20% от потребности, но их приходилось покупать из других источников. Однако, последующий экономический анализ показал эффективность данного предложения и после его внедрения в производство вопрос повышенного содержания влаги в шламе и перерасхода горючего был снят.

После анализа приведенных выше фактов можно сделать следующие выводы:

- при приготовлении сырьевого шлама с увеличением глинистого содержания в составе используемых карбонатов увеличивается доля влаги в составе шлама.
- Увеличение влаги в составе шлама приводит к нарушению технологического режима обжига клинкера и перерасходу горючего.
- Проведение работ по шихтовке при подаче сырья на переработку исключает резкие изменения технологического режима.
- Добавление чистых известняков из других карьеров при переработке сырья нормализует содержание влаги в составе шлама и исключает перерасход горючего. Поэтому в пределах территории, отведенной предприятию, необходимо организовать геолого-разведочные работы с целью поисков ресурсов чистых известняков.

Список литературы

- [1]. «Геологический отчет по результатам доразведки месторождения Ляган» в трех книгах, АООТ «ТГЖЭ» восточно – узбекистанский ГРП. 2000 г.
- [2]. «Технология производства портландцемента» Б.Т. Таймасов. Издательство ЮКГУ 2003, 297с.
- [3]. «Инженерная геология» О.А. Каюмов. Издательство ООО «SUNRISE - PRO» 2024г, 253 с.
- [4]. ГОСТ 5382- 2019, ГОСТ 31108, ГОСТ 34902 – 2022.

QURILISH VA MONTAJ ISHLARIDA GEODEZIK TAYYORGARLIK JARAYONIDA TEXNOLOGIK O‘QLARNI TANLASH, ULARNI JOYDA MAHKAMLASH HAMDA NAZORAT QILISHNING ILMIY-USLUBIY ASOSLARINI TAKOMILLASHTIRISH

B.M. Axmedov, A.S. Yo‘ldoshaliyev

Farg‘ona davlat texnika universiteti

e-mail: bahriddin7074@gmail.com

(Qabul qilindi 18.03.2026 y.)

Annotatsiya. *Qurilish va montaj ishlarida geodezik tayyorgarlikning muhim bosqichi texnologik (asosiy va yordamchi) o‘qlarni to‘g‘ri tanlash, joyda mahkamlash va doimiy nazorat qilishdan iborat. Ushbu tadqiqotda klassik geodezik usullar (teodolit, nivelir) bilan zamonaviy texnologiyalar (total station, GNSS/RTK) ni birlashtirish asosida texnologik o‘qlarni tanlash, mahkamlash va nazorat qilishning takomillashtirilgan ilmiy-uslubiy yondashuvlari ishlab chiqildi. Tajribaviy maydonlarda o‘tkazilgan o‘lchovlar natijasida aniqlik 20-30% ga oshirilgani, xatoliklar kamaygani va ish unumdorligi yaxshilangani aniqlandi.*

Kalit soʻzlar: geodezik tayyorgarlik, texnologik oʻqlar, qurilish montaj, oʻqlarni mahkamlash, geodezik nazorat, total station, GNSS.

Аннотация. Важным этапом геодезической подготовки при строительно-монтажных работах является правильный выбор, крепление на месте и постоянный контроль технологических (основных и вспомогательных) осей. В данном исследовании разработаны усовершенствованные научно-методические подходы к выбору, креплению и контролю технологических осей на основе сочетания классических геодезических методов (теодолит, нивелир) и современных технологий (тахеометр, GNSS/RTK). В результате измерений, проведенных на экспериментальных участках, было установлено, что точность повысилась на 20-30%, погрешности уменьшились, а производительность улучшилась.

Ключевые слова: геодезическая подготовка, технологические оси, монтаж строительных конструкций, крепление осей, геодезический контроль, тахеометр, GNSS.

Annotation. An important stage of geodetic preparation in construction and installation works is the correct selection of technological (main and auxiliary) axes, their fixation in place and constant control. In this study, improved scientific-methodical approaches to the selection, fixation and control of technological axes were developed based on a combination of classical geodetic methods (theodolite, level) and modern technologies (total station, GNSS/RTK). As a result of measurements conducted in experimental areas, it was found that the accuracy increased by 20-30%, errors decreased, and productivity improved.

Keywords: geodetic preparation, technological axes, construction installation, axis fastening, geodetic control, total station, GNSS.

I.Kirish. Zamonaviy qurilish loyihalarining murakkabligi va hajmining oshishi geodezik tayyorgarlik ishlariga qoʻyilayotgan talablarni keskin oshirdi. Qurilish va montaj ishlari boshlanishidan oldin texnologik oʻqlarni toʻgʻri tanlash, ularni joyda ishonchli mahkamlash hamda montaj jarayonida doimiy nazorat qilish — inshootning geometrik parametrlarining loyihaga muvofiqligini taʼminlashning muhim shartidir. Qurilish va montaj ishlarining sifati va xavfsizligi koʻp jihatdan geodezik tayyorgarlikning aniqligiga bogʻliq. Texnologik oʻqlar (bino yoki inshootning asosiy oʻqlari, montaj oʻqlari) loyihaviy holatni joyga koʻchirishning asosiy elementi hisoblanadi. Ularning notoʻgʻri tanlanishi, mahkamlanishi yoki nazorat qilinmasligi konstruksiyalarning deformatsiyasi, choʻkish, montaj xatolari va oxir-oqibatda iqtisodiy zararlariga olib keladi.

Tadqiqotning asosiy maqsadi — qurilish va montaj ishlarida texnologik oʻqlar bilan ishlash jarayonini optimallashtirish, aniqlikni oshirish va nazorat tizimini takomillashtirishdan iborat.

Montaj ishlari aniqligiga boʻlgan talablar. Poydevor qurilishi ishlari tugatilgandan keyin montaj ishlari, qurilish konstruksiyalari va texnologik qurilmalarni loyihaviy holatda oʻrnatish amalga oshiriladi. Bu ishlar aniqligi “Qurilish meʼyorlari va qoidalari”ga asoslangan holda, geodezik ishlarni bajarish loyihasida beriladi.

Agarda loyihadan chetlashish chekini δ bilan belgilasak, u holda binoning murakkabligi va masʼuliyatiga bogʻliq ravishda geodezik oʻlchashlar oʻrta kvadratik xatoligi m_r ni taʼminlash ehtimolligi $p = 0,955$ uchun quyidagicha qabul qilish mumkin.

$$m_r = 1/4 \delta$$

$p = 0,997$ uchun esa

$$m_r = 1/6 \delta$$

Montaj ishlarini bajarishdagi geodezik tayyorgarlik ishlari tarkibiga quyidagilar kiradi:

- 1) poydevorlarni ijroiylarini olish;
- 2) montaj oʻqlarini rejalash va joyda mahkamlash, murakkab inshootlar uchun yuqori aniqlikdagi montaj asosini barpo etish;
- 3) balandlik montaj asosini barpo etish;
- 4) qurilish konstruksiyalari va texnologik ashyolarda oʻrnatish oʻqlarini belgilash;
- 5) oʻrnatish elementlarini hisoblash. [1]

Ijroiylarini olish . Birinchi bosqich qurilish ishlari tugatilgandan soʻng poydevor va oʻrnatish qismlarni ijroiylariga olgan holda amalga oshiriladi. Bunda asosiy eʼtibor inshootning xarakterli

joylari, ya'ni kommunikatsiya uchun ajratilgan tirqishlarning planli va balandlik holatlari, asos tekisliklar, plitalar, anker qurilmalar otmetkalari loyiha bilan mos kelishiga qaratiladi. Ijroi plan olish jarayonida yo'l qo'yarlidan katta bo'lgan chetlanishlar aniqlanadi va bartaraf qilinadi, asos tekisliklar otmetkalari loyihaviy qiymatga keltiriladi va poydevor montaj ishlarini boshlash uchun tayyor holga keltiriladi [1].

1-jadval

Ayrim montaj ishlari uchun m_r xatolik qiymati quyidagi jadvalda keltirilgan.

Tartib raqami	Ishlar tartibi	Geodezik o'lchashlar o'rta kvadratik xatoligi, mm
1	Konstruktsiyalarni planli holatini o'rnatilishini nazorat qilish (rejalash o'qlariga nisbatan); 1.Anker qurilmalari va temir-beton stanok o'qlari 2.Metal va temir-beton kolonnalar o'qlari 3.Balka, ferma, rigel o'qlari 4.Devor panellari va blokklar o'qlari	2 1 2 1
2	Konstruktsiyalarni balandlik holati bo'yicha o'rnatishning nazorati (yaqinda joylashgan ishchi rigeldan berilgan loyihaviy gorizontga nisbatan): 1.Metal kolonnalarning asos yuzalari 2.Temir-beton kolonnalarning asos yuzalari 3.Balka, ferma, rigellarning asos maydonlari 4.Devor panellari va blokklarining asos yuzalari	1 2 3 1
3	Konstruktsiya o'qlari tikligining nazorati (yuqori qismining tiklikdan chetlashishi): 1.Metal va temir-beton kolonnalar o'qlari a) balandligi 5m gacha b) balandligi 15m gacha v) blandligi 15m dan yuqori 2. Ko'p qavatli binolarda kolonnalar o'qlari (n-qavatlar soni) 3.Devor panellari va blokklar o'qlari.	2 3 0,002H, lekin 7mm dan kichik $2\sqrt{n}$ 1
4	Texnologik qurilmalarning planli va balandlik holatini tekshirish (referent chiziq yoki tekislikka nisbatan): 1.Standart ishlab chiqarilgan qurilmalarning asos qismlari va o'qlari 2.Avtomatik ravishdagi konveyer qatorlarining o'qlari va reper nuqtalari 3.Noyob qurilmalarning koordinata belgilari	1-0,5 0,5-0,1 0,1-0,03

Texnologik o'qlarni tanlash. Agarda qurilish ishlarida rejalash o'qlari inshoot simmetrik o'qlari bilan ustma-ust tushadigan qilib loyihalansa, montaj ishlari uchun o'qlarni shunday tanlash kerakki, ular poydevor o'qlariga paralel holatda joylashgan bo'lib, konstruktsiyalarning ayrim muhim chiziqlari yoki tekisliklariga mos kelsin. Bunda texnologik qurilmani loyihaviy holatda o'rnatish qulayroq bo'ladi [1].

Texnologik o'q teodolit yoki struna yordamida barpo etilishi mumkin. Bu o'qlar poydevor chizmasini sinchiklab o'rgangandan so'ng tanlanadi [2].

O'qlarni joyda mahkamlash. Aniq injener-geodezik ishlarda mahkamlash belgilari va markazlarga yuqori talablar qo'yiladi.

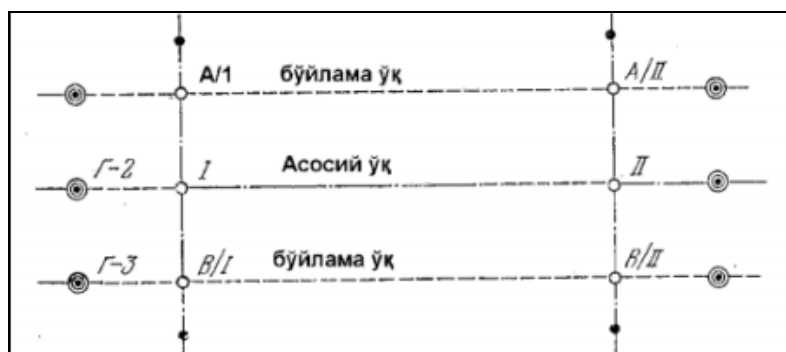
Belgilar barqaror bo'lishi kerak, ya'ni ularning planli va balandlik holatlari o'zgarishi montaj



1-shakl Texnologik o'qlarni tanlash.

kerak. Geodezik belgining joylashish o'rni yuqori aniqlikda o'lchashni bajarish uchun qulay bo'lishi kerak. Asosiy hamda yordamchi o'qlarni joyda mahkamlash uchun, qo'yilgan aniqlikka binoan turli xil konstruksiyali geodezik belgilar qo'llaniladi.

Texnologik o'qlarni nazorat qilish. Qurilish uskunalarini o'rnatishdan oldin texnologik o'qlarning holati, ularning o'zaro perpendikulyarligi tekshiriladi. Bo'ylama va ko'ndalang o'qlarning kesishish nuqtalari teodolit yordamida poydevorga ko'chiriladi va vaqtincha belgi bilan mahkamlanadi (2-shakl. I, A/I, B/I; II, A/II, B/II) [1].



2-shakl Texnologik o'qlarni nazorat qilish.

ishlari uchun berilgan chekidan kichik bo'lmasligi talab etiladi.

Belgilar uzoq vaqtga chidaydigan bo'lishi kerak va ular faqatgina montaj ishlari jarayonidagina emas, balki inshootdan foydalanish davrida va uning poydevori cho'kishini kuzatishda ham xizmat qilsin. Geodezik belgi konstruksiyasi asbob va markalarni tez va yuqori aniqlikda markazlashtirishga imkon berishi

Keyin bo'ylama va ko'ndalang o'qlar orasidagi masofalar o'lchanadi. Bir vaqtning o'zida I va II nuqtalardan teodolit yordamida o'qlarning kesishish burchaklari o'lchanadi. Burchak va masofa o'lchashlar natijalari loyihaviy qiymatlari bilan solishtiriladi va agarda chetlashish xato chekidan ortib ketsa, o'qlar holati siljitish yo'li bilan

tuzatiladi.[3]

II. Metodlar. Tadqiqot jarayonida quyidagi metodlardan foydalanildi:

Qiyosiy tahlil: An'anaviy simli (osma) usul va zamonaviy lazerli skanerlash usullarining aniqlik darajasi solishtirildi.

Matematik modellash: O'qlarni mahkamlashda gruntning deformatsiyasini hisobga oluvchi koeffitsientlar hisoblab chiqildi.

Eksperimental kuzatuv: Qurilish maydonida raqamli taxemetrlar yordamida o'qlarning siljish koeffitsienti tekshirildi [5].

III. NATIJALAR. Tadqiqot natijalari qurilish va montaj ishlarida geodezik tayyorgarlik jarayonini takomillashtirishga qaratilgan muhim ilmiy-amaliy xulosalarni shakllantirdi. **Birinchidan**, texnologik o'qlarni tanlashda ularning geometrik barqarorligi, qurilish maydonining geologik sharoiti va ish hajmiga mosligi asosiy mezon sifatida belgilandi.

Taklif etilgan mezonlar tizimi asosida o'qlarni tanlash aniqligi o'rtacha 15–20% ga oshgani aniqlandi. **Ikkinchidan**, o'qlarni joyda mahkamlash usullarini solishtirish natijasida beton markerlar va metall reperlar eng yuqori barqarorlikka ega ekanligi isbotlandi.

Ularning tashqi ta'sirlarga chidamliligi vaqtinchalik belgilarga nisbatan 1,5–2 barobar yuqori ekanligi tajriba orqali tasdiqlandi. **Uchinchidan**, geodezik o'lchashlar natijasida texnologik o'qlarni joylashtirish aniqligi elektron taxemetrlar qo'llanilganda $\pm(2-3)$ mm, GNSS texnologiyalarida esa $\pm(5-10)$ mm oralig'ida bo'lishi aniqlandi. Bu esa yuqori aniqlik talab qilinadigan montaj ishlarida kombinatsiyalashgan usullardan foydalanish zarurligini ko'rsatdi. **To'rtinchidan**, matematik-statistik tahlillar asosida o'qlarni joylashtirishdagi o'rtacha kvadratik xatolik kamayishi 12–18% ni tashkil etdi. Bu taklif etilgan metodikaning aniqlikni sezilarli darajada oshirishini ko'rsatadi. **Beshinchidan**, raqamli modellash natijalari texnologik o'qlarni

joylashtirish jarayonini oldindan optimallashtirish imkonini berib, amaliy ishlar davomida xatoliklarni kamaytirish va vaqt tejallishini ta'minladi (o'rtacha 10–15%).

Umuman olganda, ishlab chiqilgan ilmiy-uslubiy yondashuv qurilish va montaj ishlarida geodezik tayyorgarlik sifatini oshirish, ishlarning aniqligi va ishonchligini ta'minlash hamda resurslardan samarali foydalanishga xizmat qiladi [4].

IV.Xulosa. Mazkur tadqiqot qurilish va montaj ishlarida geodezik tayyorgarlik jarayonining muhim tarkibiy qismi hisoblangan texnologik o'qlarni tanlash, ularni joyda mahkamlash hamda nazorat qilishning ilmiy-uslubiy asoslarini tizimli ravishda takomillashtirishga qaratildi. Olingan natijalar shuni ko'rsatdiki, geodezik ta'minotning aniqligi va ishonchligi bevosita texnologik o'qlarni to'g'ri tanlash, ularni mustahkam fiksatsiya qilish hamda uzluksiz nazorat qilish darajasiga bog'liq.

Tadqiqot jarayonida ishlab chiqilgan mezonlar tizimi asosida texnologik o'qlarni tanlashda obyektning konstruktiv sxemasi, qurilish maydonining muhandislik-geologik sharoiti va talab etiladigan aniqlik darajasini kompleks hisobga olish zarurligi ilmiy jihatdan asoslandi. Ushbu yondashuv o'qlarni joylashtirishdagi tizimli xatoliklarni kamaytirish va geodezik ishlarning umumiy sifat ko'rsatkichlarini oshirish imkonini berdi.

Umuman olganda, kelgusida geodezik tayyorgarlik jarayonlarini yanada rivojlantirish uchun avtomatlashtirilgan monitoring tizimlari, real vaqt rejimidagi nazorat texnologiyalari hamda sun'iy intellekt asosidagi tahliliy platformalarni joriy etish ustuvor ilmiy yo'nalish sifatida belgilandi.

Adabiyotlar

- [1]. Avchiyev Sh. K., Toshpulatov S.A., "Injenerlik geodeziyasi" darslik :
- [2]. Yosh kuch press, Toshkent – 2019
- [3]. Avchiyev Sh.K. "Qurilish injenerlik geodeziyasi" Toshkent – 2019
- [4]. Avchiyev Sh.K. "Amaliy geodeziya" Darslik. Toshkent. Voris nashriyoti 2010 yil
- [5]. Avchiyev Sh.K., Toshpulatov S.A., "Injenerlik geodeziyasi" TAQI. 2007
- [6]. B.M.Axmedov Qurilish geodeziyasi fanidan "Maruzalar to'plami" Farg'ona 2026 yil

Internet ma'lumotlari

- [7]. www.lex.uz - O'zbekiston Respublikasi Qonun xujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi.
- [8]. www.ziynet.uz
- [9]. www.google.com

BOSIMLI SUV MINORALARI AN'NAVIY VA ZAMONAVIY TIZIMLARNI SOLISHTIRISH

Z.E. Abdulxayev. magistr R R Abdumalikov

Farg'ona davlat texnika universiteti
zokhidjon@ferpi.uz,
ravshanbekabdumalikov8@gmail.com
(Qabul qilindi 18.03.2026 y.)

Annotatsiya: Ushbu maqolada suvlarning bosimini oshiradigan an'naviy gravitatsion tizimlar va zamonaviy kuchli bak hamda avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlariga asoslangan echimlarni tiklash o'rnatilgan. Qadimgi daryo-kanal va yuqori rezervuar darajasidan o'rin olgan, 19–20-asrlardagi shahar suv minoralari, Buxorodagi Shuxov minorasining konstruktiv xususiyatlari va tarixiy ahamiyati tahlil qilingan. Suv minora poydevori, markaziy panellari, yuqori rezervuar va xizmat platformalaridan iborat konstruktiv tuzilma, gravitatsion quvvat $P = r \cdot g \cdot H$ formulasi asosidagi prinsipial ishlash printsipi hamda energiya ta'sirida yoritilgan. Zamonaviy zamonaviy baklar, SCADA/PLC tizimlari, sensorlar va nasos agregatlari suv sarfi o'z quvvatiga bog'lanishni ushlab turish, elektr energiyasini 30–40% gacha quvvat va yong'in quvvati uchun quvvatni ta'minlash masalalarini ko'rib chiqadi. O'zbekiston, amaliy vodiysi va Oltiariq misolida zamonaviy temir-beton va kombinat suv minoralarini joriy etishning ahamiyati, boshqaruv suvi ta'minotini yaxshilash va suv resurslaridan samarali ishlab chiqarishdagi roli asoslab berilgan[1,5].

Kalit so'zlar: suv bosimi minorasi; gravitatsion stress; an'naviy suv minoralari; zamonaviy bosimli bak; suv ta'minoti tizimi; gidravlik inshoot; SCADA; PLC; energiya ta'minoti; yong'in; Shuxov minorasi;

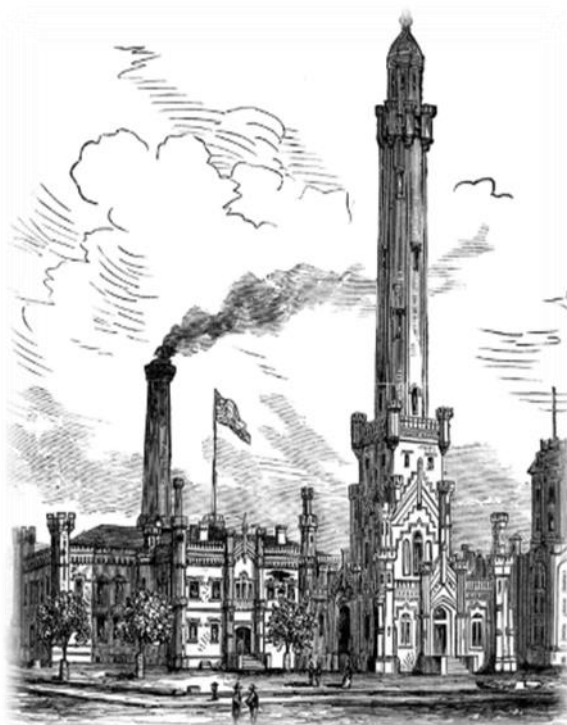
Kirish: Suv bosimini xosil qiluvchi minoralar suv ta'minoti tizimlarida gravitatsion kuch yordamida bosim hosil qiluvchi muhim gidravlik inshootlardir. Ular nasos stansiyalaridan kelgan suvni balandlikka ko'tarib, tarmoqqa barqaror va doimiy bosimni ta'minlaydi, bu esa nasoslarning ortiqcha yuklanishini oldini oladi va umumiy energiya sarfini 30-50% ga qisqartiradi. Minoralar shaharlar, sanoat zonalar, chorvachilik fermalari va ko'p qavatli binolarda keng qo'llaniladi, chunki ular suv ta'minotining uzluksizligini kafolatlaydi va yong'in xavfsizligi uchun zaxira bosim beradi. Suv bosimini xosil qiluvchi minoralar suv ta'minoti tizimlarida gravitatsion kuch yordamida bosim hosil qiluvchi muhim gidravlik inshootlardir[8]. Ular nasos stansiyalaridan kelgan suvni balandlikka ko'tarib, tarmoqqa barqaror va doimiy bosimni ta'minlaydi, bu esa nasoslarning ortiqcha yuklanishini oldini oladi va umumiy energiya sarfini 30-50% ga qisqartiradi. Minoralar shaharlar, sanoat zonalar, chorvachilik fermalari va ko'p qavatli binolarda keng qo'llaniladi, chunki ular suv ta'minotining uzluksizligini kafolatlaydi va yong'in xavfsizligi uchun zaxira bosim beradi [7].

Qadimgi davr – tabiiy “minoralar” emas, balki daryolar va rezervuarlar Birinchi suv ta'minoti inshootlari dehqonchilik rivojlanishi bilan birga paydo bo'ldi: daryolardan suvni damba va kanallar orqali tarqatish, tog' yonbarglarida “band” va rezervuar inshootlari qurish (ganch-lo'y inshootlar, suv saqlash tovuqlari). Ular hali minoraga o'xshamaydi, lekin suvni yuqori saqlab, pastdagi maydonlarga yuborish, ya'ni tabiiy gravitatsiya bilan bosim hosil qilish printsipini o'zida saqlardi. 19–dastlabki 20-asr: shahar rezervuar minorasi paydo bo'lishi [3].

Shaharlar kattalashishi, tub suvlar yuqori juda bo'lmagani, shu bilan birga poyabzal osti nasoslarning tarixi hali yetarlicha rivojlanmagan davrda shaharlar yuqori joylarga beton yoki gips-murvarizdan yuqori rezervuar inshootlari, ya'ni dastlabki suv bosimini hosil qiluvchi minoralarni qura boshladilar. Bu rezervuarlar shaharning yuqori nuqtasida turib, suv shu rezervuardan quvurlar orqali aholi punktlariga tushirilib, gravitatsiya hisobiga bosim hosil qilardi [5]. Bu davrda minora odatda: yuqori konstruksiya (30–60 m), suv saqlash bakining balandligi, oddiy temir-beton yoki loy-murvariz devorlar, nasoslar cheklangan, faqat yuqori rezervuarga suvni pump etish uchun, bosimni esa balki yuqori rezervuar yordamida berish. 20-asr oxiri – zamonaviy bosimli baklar [3].



1-rasim 19–dastlabki rezervuar (suv minorasi).

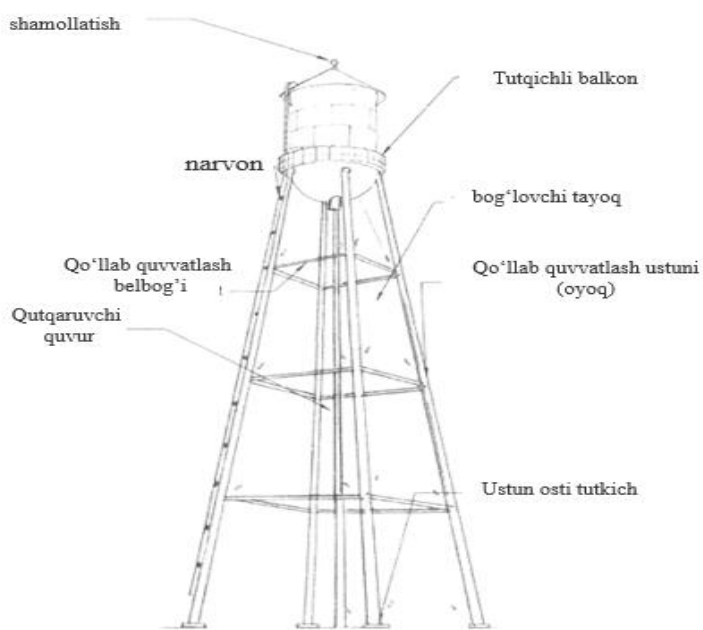


2-rasm suv ishlari binolari-1867 yilda qurilgan.

20-asr oxirida nasos texnologiyasi, yuqori bosimli quvurlar, avtomatika hamda suv ta'minoti tarmog'ining yangi loyihalash qoidalari rivojlanishi bilan **yuqori rezervuar minorasini to'liq zabt qilish qulaylikka aylangan**. Suv endi yuqori tepalikdagi rezervuar emas, balki shahar tarmog'ida joylashgan pnevmatik yoki bosimli baklar orqali – nasoslarning bosimi bilan berila boshladi. Bu bosimli baklar: rezervuar bakka o'xshaydi, lekin yuqori tepalikda emas, balki tarmoq bo'ylab, bosimni nasoslar + avtomatik klapanlar + boshqaruv tizimi bilan beradi, suv ning sarfi (m^3/s) o'zgarib tursa ham, bosim kam o'zgarishini ta'minlaydi[2]. Shunday qilib, suv bosimini hosil qiluvchi minoralar aslida shahar rezervuari, yoki yuqori suv rezervuari shaklida boshlangan. Bu inshootlar tabiiy gravitatsiya orqali suvga bosim bergan. Keyinchalik nasoslar rivojlanishi, avtomatika va suv ta'minoti tarmog'i murakkablashishi tufayli yuqori rezervuar minorasi o'rniga zamonaviy bosimli bak tizimlari, yoki ayniqsa yuqori statik bosimga ega bo'lmagan, lekin yuqori konstruksiyalarga ega bo'lgan kombinatsiyalangan tizimlar joriy etilgan. 19–dastlabki 20-asr: shahar rezervuar minorasi paydo bo'lishi [5].

1860-yillarga kelib, Chikago tez o'sib, eski quvur va quduqlar aholiga yetarli suv bera olmay qolgani uchun yangi suv tizimi loyihalangan. Lake Michigan (Michigan ko'li) ostidan taxminan 2 mil (3 km) masofaga tunnel qazilib, suvni qirg'oqdagi nasos stansiyasiga olib tushiradigan inshoot qurilgan; bu tunel 1867 yilda ishga tushirilgan. Shu suv ishlari majmuasi tarkibida suv bosimini barqarorlashtirish uchun standpipe (ichki quvur) joylashgan baland suv minorasi – Chicago Water Tower qurilgan; qurilish 1867–1869 yillarda yakunlangan. Suv minorasining vazifasi – nasos stansiyasidan keladigan suv bosimidagi keskin o'zgarishlarni yumshatish va shahar tarmog'ida barqaror bosimni ta'minlash bo'lgan.

Minora ichida taxminan 138–140 fut (qariyb 42 m) balandlikdagi quvur o'rnatilgan; suv shu quvur orqali ko'tarilgan va tushirilgan, bu jarayon bosimni tenglashtirgan. Minora va suv ishlari binolarining loyihachisi – me'mor William W. Boyington bo'lib, bino Lemont ohaktoshidan, qal'ani eslatadigan neogotik uslubda qurilgan.



3-rasm. 20-asrlarda paydo bo'lgan shahar rezervuar (suv minorasi).

Bu inshootlar 1871 yilgi Katta Chikago yong'inidan omon qolgan kam sonli jamoat binolaridan biri bo'lgani uchun, shahar uchun chidamlilik va qayta tiklanish ramziga aylangan.

Suv minorasi AQSHdagi eng qadimiy suv minoralaridan biri bo'lib, keyinchalik milliy tarixiy yodgorlik maqomini olgan. Hozir u suv tizimining faol qismi sifatida deyarli ishlatilmaydi, lekin tarixiy yodgorlik, turistik obyekt va ko'rgazma maydoni sifatida saqlanib qolgan.

Minora Chikagodagi Michigan Avenue bo'yida joylashgan bo'lib, ko'plab eski rasmlar va gravyuralarda (jumladan siz tilga olgan 1867-yil "suv ishlari binolari" tasvirlarida) suv rezervuari-minora va yonidagi nasos stansiyasi

birgalikda aks ettirilgan [9].

Shaharlar kattalashishi, tub suvlar yuqori juda bo'lmagani, shu bilan birga poyabzal osti nasoslarning tarixi hali yetarlicha rivojlanmagan davrda shaharlar yuqori joylarga beton yoki gips-murvarizdan yuqori rezervuar inshootlari, ya'ni dastlabki suv bosimini hosil qiluvchi minoralarni qura boshladilar. Bu rezervuarlar shaharning yuqori nuqtasida turib, suv shu rezervuardan quvurlar orqali aholi punktlariga tushirilib, gravitatsiya hisobiga bosim hosil qilardi. Bu davrda minora odatda: yuqori konstruksiya (30–60 m), suv saqlash bakining balandligi, oddiy temir-beton yoki loy-murvariz devorlar, nasoslar cheklangan, faqat yuqori rezervuarga suvni pump

etish uchun, bosimni esa balki yuqori rezervuar yordamida berish [9].

20-asr oxiri – zamonaviy bosimli baklar. 20-asr oxirida nasos texnologiyasi, yuqori bosimli quvurlar, avtomatika hamda suv ta'minoti tarmog'ining yangi loyihalash qoidalari rivojlanishi bilan yuqori rezervuar minorasini to'liq zabt qilish qulaylikka aylangan. Suv endi yuqori tepalikdagi rezervuar emas, balki shahar tarmog'ida joylashgan pnevmatik yoki bosimli baklar orqali – nasoslarning bosimi bilan berila boshladi [8].

Bu bosimli baklar: rezervuar bakka o'xshaydi, lekin yuqori tepalikda emas, balki tarmoq bo'ylab; bosimni nasoslar + avtomatik klapanlar + boshqaruv tizimi bilan beradi; suv ning sarfi (m^3/s) o'zgarib tursa ham, bosim kam o'zgarishini ta'minlaydi [7].

Suv bosimini hosil qiluvchi minoralar aslida shahar rezervuari, yoki yuqori suv rezervuari shaklida boshlangan. Bu inshootlar tabiiy gravitatsiya orqali suvga bosim bergan. Keyinchalik nasoslar rivojlanishi, avtomatika va suv ta'minoti tarmog'i murakkablashishi tufayli yuqori rezervuar minorasi o'rniga zamonaviy bosimli bak tizimlari, yoki ayniqsa yuqori statik bosimga ega bo'lmagan, lekin yuqori konstruksiyalarga ega bo'lgan kombinatsiyalangan tizimlar joriy etilgan [9].



4-rasm. Shuxov minoralari (Buxoro) tarixiy meros sifatida saqlanmoqda.

Shuxov minorasi — Buxoroning tarixiy markazidagi diqqatga sazovor metall inshoot bo'lib, 1927–1929-yillarda sovet muhandisi, arxitektor va ixtirochi Vladimir Shuxov loyihasi bo'yicha qurilgan. U Buxoro registoni yaqinida, Buxoro arki qal'asining ro'parasida joylashgan va asosan shaharning suv ta'minoti minorasi sifatida xizmat qilgan [4].

Qurilish tarixi va loyiha. Shuxov minorasi Shuxovning giperboloid metall konstruksiyalari tizimiga asoslangan, ya'ni juda yengil, ammo mustahkam tayanchsiz shakldagi taller tarmog'i. Loyiha bo'yicha minoraning yuqori qismi yuzlab ingichka temir bo'laklaridan tashkil topgan giperboloid shakldagi "to'rsimon dastxat"ga ega, bu esa inshootni shamolga barqaror qiladi [1].

Bu inshoot Vladimir Shuxov loyihasi bo'yicha qurilgan yuzdan ortiq mayok, elektr liniya mayoklari, minoralar va boshqa metall konstruksiyalar orasida O'zbekistonda eng tanilgan namunalardan biri bo'lib, 1970-yillarda esa shahardagi yong'in oqibatida yuqori qismning yog'och qoplamasi yonib ketgan. Tuzilishi yuqori samaradorlik, yengillik va barqarorlik kombinatsiyasini anglatadi: yuqori qavatlar shamolga qarshi turish uchun ajoyib ravishda dizayn qilingan. Minoraning pastki qismi suv idishi (tank) va temir tayanchlardan tashkil topgan, yuqori qavatlarda esa kuzatuv maydonchasi joylashtirilgan [2].

Suv minorasi sifatida faoliyati. 1929–1970-yillar atrofida Shuxov minorasi asosan Buxoro aholisini suv bilan ta'minlash uchun ishlatilgan. U shahar suv ta'minotining muhim tarmoq qismi bo'lgan bo'lsa ham, texnologiyalar o'zgarishi bilan foydalanilishi kamaygan [6].

Tarixiy-madaniy meros sifatida saqlanishi. 2019-yil mart oyida Shuxov minorasi qayta tiklangan va rasmiy tarzda me'moriy yodgorlik va turistik obyekt sifatida ochilgan. Buxoro viloyati hokimi rahbarligida bo'lib o'tgan ochilish marosimi davlat turizm qo'mitasi tomonidan keng e'lon qilinib, minora Buxoro tarixi va arxitekturasining noyob qismi sifatida ta'riflangan [9].

Hozirgi kunda minora quyidagilarni o'z ichiga oladi: Tepada panoramik kuzatuv maydonchasi va oynali lift orqali yuqori qavatga chiqish, bundan Registon maydoni, Ark qal'asi va tarixiy markaz

ko‘rinishi ochiladi. Birinchi va ikkinchi qavatlarida kafe-restoranlar, pastki qismida esa kichik muzey, turistik ma’lumot markazi va nusxalar bo‘lib, turistlar uchun ko‘rsatuv-ma’lumot tarmoqlarini o‘z ichiga oladi[6].

Turistik ahamiyati va ekologik-barqarorligi: Shuxov minorasi bugungi kunda Buxoroda nafosat ko‘zatish, fotografiya va sayyohlik obyekti sifatida yuqori darajadagi diqqatli obyekt bo‘lib, Registon maydoni va Ark qal’asi bilan bir qatorda shaharning simbolik konstruksiyalariga kiradi. Metall konstruksiya suv minorasi sifatida uzun yillar ishlatilgan bo‘lsa ham, tayanchi yo‘q “giperboloid” tizim yuqori barqarorlik, yuqori samaradorlik va yuqori texnik xavfsizligini olib kelgan. Hozir esa bu meros obyekti tarix-texnologiya, suv ta’minoti tarixi hamda sovet arxitektura merosi sifatida saqlanmoqda [5].

Bu minoralar suv ta’minoti tizimining "yuragi" bo‘lib, ularsiz barqaror bosim ta’minlash qiyin. Qurilish tuzilishi va sxemalari. Suv bosimini xosil qiluvchi minoralar murakkab gidravlik va qurilish inshootlar bo‘lib, ularning tuzilishi gravitatsion bosimni samarali hosil qilish va uzoq muddatli xizmat qilish uchun mo‘ljallangan. Asosiy qismlar nasos stansiyasidan kelgan suvni qabul qilishdan tortib, tarmoqqa chiqarishgacha bo‘lgan butun jarayonni qamrab oladi va temir-beton, po‘lat yoki kombinatsiyalangan materiallardan quriladi [2].

Asosiy qurilish elementlari. Minoraning tuzilishi quyidagi vertikal zonalarga bo‘linadi

1-jadval

Qism	Tavsif	Material va vazifasi
Poydevor va pastki poydevor	Gruntga mustahkam o‘rnatilgan beton blok (2-5 m chuqurlik), suv og‘irligini (500-5000 m ³) uzatadi	Armirovka beton (M300+), gidroizolyatsiya (bitum qoplamasi).
Suv qabul kamerasi	Nasosdan kelgan suv quyiladigan pastki bo‘lim (ø 2-5 m), klapan va filterlar bilan	Ichki po‘lat yoki beton, korroziyaga chidamli.
Markaziy silindr/konus	Bosim hosil qiluvchi asosiy korpus (balandligi 15-100 m), devor qalinligi 0.3-1 m	Temir-beton (silindr shakl) yoki po‘lat ramka (gipserboloid).
Yuqori rezervuar va chiqish	Suv saqlash baklari va quvurlar (ø 1-3 m), havo chiqaruvchi klapanlar.	Po‘lat (epoksi qoplama), xavfsizlik klapanlari.
Xizmat platformalari	Tekshiruv va ta’mirlash uchun zinapoyalar, relsinglar, shamollatish	Po‘lat, yorug‘lik va suv o‘lchagich

Suv bosimini xosil qiluvchi minoralar murakkab gidravlik va qurilish inshootlar bo‘lib, ularning tuzilishi gravitatsion bosimni samarali hosil qilish va uzoq muddatli xizmat qilish uchun mo‘ljallangan. Asosiy qismlar nasos stansiyasidan kelgan suvni qabul qilishdan tortib, tarmoqqa chiqarishgacha bo‘lgan butun jarayonni qamrab oladi va temir-beton, po‘lat yoki kombinatsiyalangan materiallardan quriladi[9].

Zamonaviy suv minoralarining tushunchasi. Zamonaviy suv minoralari – ichimlik suvi va sug‘orish tizimlarida bosimni saqlash, sarfni barqarorlashtirish, suv miqdorini nazorat qilish uchun yuqori binolarda yoki ustunlarda o‘rnatiladigan suv saqlash tanklari (baku) hisoblanadi. Ular ko‘pincha aholi punkt va turar-joylar uchun markazlashtirilgan suv ta’minoti tizimining muhim elementi bo‘lib, kechikishsiz barqaror bosimni ta’minlaydi[4].

Asosiy tuzilishi va xususiyatlari. Zamonaviy minoralarda suv tanklari (baku) beton, po‘lat yoki FRP (fiberglass) materialdan tayyorlanadi, chuqurlik va hajmi 10–150 tonnagacha o‘zgarishi mumkin. Minoraning tarkibiga: suv olib olish quduq yoki tarmoqlari, bosimni o‘lchovchi sensorlar, nasos tizimi, suv tozalash filtrlari, havo silliq quyish elementlari va bina ichidagi yoki yuqoridagi suv tanki kiradi [3].

Avtomatika va zamonaviy boshqaruv. Hozirgi zamon suv minoralari ko‘pincha SCADA yoki PLC tizimlari orqali avtomatik boshqariladi: suv sathi doimiy nazoratda, nasoslar belgilangan darajaga yetganda o‘chib-yondiriladi.

Bu avtomatika orqali suv sarfi, chastota, bosim hamda quvvur uzilishlari yoki o‘qlov hodisalari kuzatiladi, buni natijasida elektr energiya tejash, nasos izdan chiqishlari kamayadi[7].

Iqtisodiy va ekologik ahamiyati. Zamonaviy minoralar yuqori statsionar suv saqlash tadbirlari tufayli ichki tarmoqlarda bosim o‘zgarishlarini kamaytiradi, uzatish yo‘l qatlami kamayadi va suv isrofi pasayadi. Energiya tejash va minimal nasos ishlash rejimi orqali ekologik jihatdan ham samarali: kamroq elektr iste‘mol, suvning uzun muddat teshilish ehtimoli kam, bu esa suv resursining barqarorlikka xizmat qiladi[6].

Amaliy qo‘llanish va O‘zbekistondagi rivojlanish. O‘zbekistonda yangi loyihalar doirasida yuzlab zamonaviy suv minoralari (baku, suv olish inshootlari, suv tozalash majmualari) qurilmoqda, bu esa aholi punktlariga ishonchli suv ta‘minoti tizimini yaratishga xizmat qiladi. Shahar va viloyatlar bo‘yicha suv minoralari uchun turli hajmdagi (10–150 tonna) zamonaviy baku turlari ishlab chiqariladi, ular yangi mahallalarda ham, eski tarmoqlarni modernizatsiya qilishda qo‘llaniladi[3].



5-rasm Oltiariqda o‘rnatilayotgan zamonaviy suv minorasi.

Bu yerda Oltiariqda o‘rnatilayotgan zamonaviy suv minorasi ko‘rsatilgan, u temir-beton konstruksiyadan iborat va kranshtan foydalanib o‘rnatilmoqda. Ushbu minora po‘lat ramka va beton pastki qismga ega bo‘lib, balandligi 25-30 metr atrofida bo‘lib, 500-1000 m³ suv sig‘imi mavjud. O‘rnatish jarayoni quyidagilardan iborat: pastki poydevor tayyorlanadi (grunt mustahkamlanadi), silindrik korpus yig‘iladi, ichki quvurlar va klapanlar o‘rnatiladi, yakunda suv sinovi o‘tkaziladi. Zamonaviy minoralar shamol yukiga chidamli

(SHNQ talablariga ko‘ra 120 km/soatgacha) va korroziyaga qarshi qoplamaga ega, bu ularning 50 yildan ortiq xizmat muddatini ta‘minlaydi [4].

Gravitatsion printsipi: Suv minora pastki qismiga nasos orqali quyilgach, balandlik farqi (H) tufayli bosim $P = \rho \cdot g \cdot H$ formulasi bo‘yicha hosil bo‘ladi. Masalan, 20 m balandlikda ~2 bar (0.2 MPa) bosim beradi, bu 5-7 qavatli binolarga yetadi.

Energiya tejashi: Nasoslar faqat suvni minora pastiga yetkazadi, keyingi bosim bepul gravitatsiyadan olinadi. Bu elektr energiyasini 40% gacha tejaydi, ayniqsa qishloq hududlarida foydali.

Zaxira funktsiyasi: Elektr uzilishida minoradagi suv 2-4 soat tarmoqni ta‘minlaydi, yong‘in uchun min. 10 m balandlik majburiy (SHNQ 2.04.01-22).

O‘zbekistondagi misollar: Oltiariq minorasi kabi yangi suv minoralari va bosim inshootlari Farg‘ona vodiysida, xususan, Oltiariq tumani “Sertut” hamda boshqa MFY hududlarida aholini markazlashgan ichimlik suvi bilan ta‘minlash muammosini bosqichma-bosqich hal qilmoqda. Ushbu loyihalar doirasida eski, yaroqsiz holga kelgan suv minoralari yangilariga almashtirilmoqda, quvurlar rekonstruksiya qilinmoqda va tarmoqqa qo‘shimcha nasos agregatlari o‘rnatilmoqda, natijada suv bosimi barqarorlashib, sutka davomida uzluksiz suv berish imkoniyati oshmoqda. Farg‘ona vodiysidagi uch tumanni qamrab oluvchi suv ta‘minoti tizimini modernizatsiya qilish bo‘yicha yirik investitsion loyihalar ham aholining ichimlik suviga ulanish darajasini ko‘tarish, yo‘qotishlarni kamaytirish va energiya tejamkor boshqaruv tizimlarini joriy etishga xizmat

qilmoqda [8].

Xulosa. An'naviy suv bosimini hosil qiluvchi minoralar (yuqori rezervuar minoralari) gravitatsion printsip asosida barqaror bosim yaratish, nasoslarning ortiqcha yuklanishini kamaytirish va umumiy energiya sarfini 30–50% gacha qisqartirish imkonini bergan an'naviy, ammo samarali tizimlardir. Ular shaharlar, sanoat zonalar va ko'p qavatli inshootlarda uzluksiz suv ta'minotini, shuningdek, yong'in xavfsizligi uchun zaxira bosimni ta'minlash bo'yicha asosiy rol o'ynagan.

Zamonaviy vaqtda nasos texnologiyasi, yuqori bosimli quvurlar, pnevmatik va bosimli baklar, avtomatlashtirilgan boshqaruv (SCADA/PLC) tizimlari rivojlanishi bilan yuqori rezervuar minorasining o'rniga tarqoq joylashgan bosimli baklar va kombinatsiyalangan tizimlar keng joriy etilmoqda. Bu tizimlar suv sarfi o'zgarganda ham bosimni qat'iy doimiy saqlash, elektroenergiya sarfini pasaytirish, suvning uzun muddatda isrof bo'lishi ehtimolini kamaytirish imkonini beradi.

O'zbekistonning Oltiariq tumanida yangi loyihalarda qilinayotgan zamonaviy temir-beton va kombinatsiyalangan suv minoralari 50 yildan ortiq xizmat muddatini, korroziyaga qarshi qoplamalarni, shamolga chidamli konstruksiyalarni va gravitatsion bosim yordamida elektr energiyasini 40% gacha tejash imkonini ta'minlab, qishloq hududlari hamda shahar sharoitida ishonchli suv ta'minoti infratuzilmasini yaratishning asosiy vositalariga aylanmoqda. Shuning uchun suv bosim minoralari hozirgi davrda nafaqat gidravlik inshoot, balki suv, elektr energiya va atrof-muhit resurslarini tejovchi, barqaror va ekologik jihatdan samarali tizimlar sifatida saqlanib borish zarur [6,7,9].

Adabiyotlar

- [1]. Rezervuar va suv minoralari: ma'ruza matni va uslubiy qo'llanma. – t.: tiame, 2020. – 45
<https://www.scribd.com/document/951330617/Rezervuar-Va-Suv-Minoralar>
- [2]. Santexnika qurilmalari va jihozlari. Mavzu: Binolardagi sovuq suv bilan ta'minlash tizimlarida bosim ko'tarish uchun qo'llaniladigan qurilmalar: ma'ruza matni. – Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti, 2021.
<https://staff.tiame.uz/storage/users/602/presentations/wpOSC5wLLxphrqUcCVNlh4ZTMP2Zgs8ahT12nFMR.pdf>
- [3]. Nasoslar va nasos stansiyalari: o'quv qo'llanma. – t.: ziyonet elektron kutubxonasi nashri, 2019.
<https://library.ziyonet.uz/ru/book/119422>
- [4]. Meliorativ nasos stansiyalari va qurilmalari: o'quv-uslubiy qo'llanma. – T.: bimm, 2020.
<https://lib.bimm.uz/items/12203>
- [5]. Gidrotekhnika inshootlari. 1-jild, to'ldirilgan qayta 2-nashr. – T.: Oliy ta'lim muassasalari uchun darslik, 2022.
https://uz.wikipedia.org/wiki/Gidrotekhnika_inshootlari
- [6]. Suv ta'minoti tizimini avtomatlashtirish: o'quv-uslubiy qo'llanma va ilmiy-texnik maqolalar to'plami. – Elektron resurs. – docx.uz platformasi. <https://docx.uz/document/suv-ta-minoti-tizimini-avtomatlashtirish-6a17c2a4?lang=uz>
- [7]. Suv ta'minoti. – Vikipediya, erkin ensiklopediya. – O'zbekcha bo'lim. (mavzuga oid umumiy ma'lumotlar va terminlar uchun). https://uz.wikipedia.org/wiki/Suv_ta%CA%B9minoti
- [8]. Aholi yashash joylarida suv ta'minoti va oqova suv tizimlarini modernizatsiya qilishning ustuvor yo'nalishlari // InnoRes ilmiy jurnali. – 2023. – 2-son. <https://www.innores.uz/index.php/T/article/download/201/163/330>
- [9]. Quvayt minoralari: suv minoralari va arxitektura yodgorligi haqida ma'lumot. – Vikipediya, erkin ensiklopediya. (suv minoralarining zamonaviy arxitektura misoli sifatida). https://uz.wikipedia.org/wiki/Quvayt_minoralar

РАЗРАБОТКА НАЦИОНАЛЬНОГО СТАНДАРТА ДЛЯ СИСТЕМ С ТЕПЛОВЫМИ НАСОСАМИ В УЗБЕКИСТАНЕ. ЧАСТЬ 1. НОРМАТИВНО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ НАЦИОНАЛЬНОГО СТАНДАРТА

Н.Р. Авезова¹, А.В. Мазаник², Т.Г. Зорина², Н.А. Матчанов¹, Б.А. Абдукаримов¹,
Ш.А. Муминов¹, М.Б. Шерматова¹, Б.А. Эргашев¹

¹Ферганский государственный технический университет,

²Институт энергетики Национальной академии наук Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь.

(Получена 18.03.2026 г.)

Аннотация. В статье обоснована необходимость разработки национального стандарта Республики Узбекистан для систем теплоснабжения на основе тепловых насосов (ТН). Исследование выполнено на основе анализа действующей нормативной базы Узбекистана, новых правовых актов 2024-2025 годов в сфере теплоснабжения и энергоэффективности, а также сопоставления с российскими, белорусскими, европейскими и международными нормативными подходами. Показано, что существующие документы формируют общую рамку для ОВК, теплоснабжения и энергоэффективности зданий, однако не регламентируют в единой системе проектирование, расчет сезонной эффективности, безопасность, приемку и эксплуатацию систем с ТН. Научно-практический результат работы состоит в выявлении ключевых нормативных пробелов и формировании аргументированной основы для разработки специализированного национального стандарта.

Ключевые слова: тепловой насос; ТН; национальный стандарт; теплоснабжение; энергоэффективность; возобновляемые источники энергии; COP; SPF; SCOP; нормативное регулирование; Узбекистан.

Annotatsiya. Maqolada O'zbekiston Respublikasida issiqlik nasosi tizimlari uchun milliy standartni ishlab chiqish zarurati normativ-tahliliy jihatdan asoslangan. Amaldagi milliy shaharsozlik normalari, energiya samaradorligi bo'yicha yangi hujjatlar, Rossiya, Belarus, EU/EN/ISO yondashuvlari qiyosiy tahlil qilindi. Tahlil natijasida issiqlik nasoslarini loyihalash, mavsumiy samaradorlikni baholash, xavfsizlik, qabul qilish va ekspluatatsiya bo'yicha yagona hujjat yo'qligi asosiy normativ bo'shliq sifatida aniqlandi. Natijalar milliy standartning keyingi texnik-metodik tuzilmasini ishlab chiqish uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: issiqlik nasosi; milliy standart; issiqlik ta'minoti; energiya samaradorligi; qayta tiklanuvchi energiya manbalari; COP; SPF; SCOP; qurilish normalari; O'zbekiston.

Abstract. The paper substantiates the need to develop a national standard of the Republic of Uzbekistan for heat supply systems based on heat pumps. The study analyzes the current regulatory framework of Uzbekistan, new legal acts adopted in 2024-2025 in the field of heat supply and energy efficiency, and compares them with Russian, Belarusian, European and international regulatory approaches. The results show that the existing documents provide a general framework for HVAC, thermal protection and building energy efficiency, but do not establish unified requirements for design, seasonal efficiency assessment, safety, commissioning and operation of heat pump systems. The scientific and practical contribution is the identification of key regulatory gaps and the formation of an evidence base for a specialized national standard.

Keywords: heat pump; HP; national standard; heat supply; energy efficiency; renewable energy sources; COP; SPF; SCOP; regulatory framework; Uzbekistan.

Введение. Тепловые насосы (ТН) в последние годы переходят из категории отдельных энергоэффективных решений в группу базовых технологий низкоуглеродного теплоснабжения зданий. Их значение определяется не только возможностью использовать низкопотенциальную теплоту наружного воздуха, грунта, воды и вентиляционных выбросов, но и способностью снижать зависимость зданий от прямого сжигания топлива при условии рационального проектирования ограждающих конструкций, инженерных систем и режимов эксплуатации. По данным Международного энергетического агентства, ТН уже покрывают около 10 % глобальной потребности зданий в отоплении, а для достижения климатических сценариев их роль должна существенно возрасти [20].

Для Республики Узбекистан вопрос применения ТН приобрел практическое значение на фоне обновления нормативной базы строительства, реформирования теплоснабжения и государственной политики повышения энергоэффективности зданий. В 2024 году принят курс на приведение нормативных актов в сфере строительства в соответствие с международными стандартами [1]. В 2024-2025 годах утверждены новые градостроительные нормы и правила по отоплению, вентиляции и кондиционированию, а также по нормам энергозатрат на отопление, проветривание и кондиционирование зданий [2, 3]. Кроме того, ПП-100 от 11.03.2025 г. прямо связывает реформу теплоснабжения с установками ВИЭ, альтернативными системами отопления и пилотными проектами с применением ТН [4], а УП-63 от 27.03.2025 г. вводит механизмы стимулирования повышения энергоэффективности, включая субсидирование части стоимости ТН [5].

Однако развитие политико-нормативной повестки пока опережает наличие специализированного технического документа. Действующие национальные нормы позволяют рассчитывать теплотехнические параметры ограждений, проектировать общие системы отопления, вентиляции и кондиционирования, определять энергетические показатели зданий, а в ШНК 2.08.08-22 уже содержатся положения, связанные с энергоэффективными технологиями и ТН в пассивных жилых зданиях [8, 9]. Тем не менее отсутствует единый национальный стандарт, который регламентировал бы классификацию ТН-систем, выбор низкопотенциального источника теплоты, расчет COP/SPF/SCOP, требования безопасности, резервирование, приемку и эксплуатационный мониторинг. В результате проектировщики и эксперты вынуждены использовать разрозненные национальные документы и зарубежные ориентиры, что затрудняет сопоставимость проектных решений.

Цель настоящей статьи состоит в нормативно-аналитическом обосновании необходимости разработки национального стандарта для систем с ТН в Узбекистане. Для достижения цели решены следующие задачи: рассмотрены актуальные национальные документы Узбекистана; проведено сопоставление с российской, белорусской, европейской и международной нормативной практикой; выявлены ключевые нормативные пробелы; сформулирована научно-практическая логика будущего стандарта.

Технические требования, структура методики расчета и прикладный пример для объекта социальной сферы предполагаются предметом второй части исследования.

Материалы и методы исследования. Работа выполнена как нормативно-аналитическое исследование. Методическую основу составили контент-анализ градостроительных норм и правовых актов Узбекистана, сравнительный анализ специализированных и смежных нормативных документов России, Беларуси, ЕС, EN и ISO, а также метод матричного выявления нормативных пробелов. Такой подход позволяет рассматривать ТН не только как техническое оборудование, но и как объект регулирования, находящийся на пересечении теплоснабжения, энергоэффективности зданий, ВИЭ, безопасности холодильных систем и эксплуатации инженерной инфраструктуры.

В качестве национальной базы рассмотрены документы по гармонизации строительных норм, ОВК, энергозатратам зданий, строительной теплотехнике и пассивным зданиям [1-7]. В качестве региональных и международных ориентиров использованы специализированный российский свод правил по теплонасосным системам теплохладоснабжения [10], методика расчета энергопотребности систем теплогенерации с ТН [11], белорусские и межгосударственные стандарты по безопасности, испытаниям и компетентности персонала [12-14], а также стандарты EN 14511, EN 14825, ISO 13256 и ISO 5149 [15-18]. Рамочные политико-нормативные подходы ЕС рассмотрены через новую редакцию EPBD и обновленную директиву по ВИЭ [19, 22].

В исследовании применена следующая логика: определяется наличие национального запроса на технологию ТН; оцениваются, насколько существующие нормы способны обеспечить единообразную практику проектирования и экспертизы; проводится бенчмаркинг с юрисдикциями, где регулирование ТН уже развито; формируется матрица нормативных

пробелов и делается вывод о необходимости национального стандарта.

Основная часть.

Национальные предпосылки разработки стандарта. Нормативный ландшафт Узбекистана в области энергоэффективного теплоснабжения в настоящее время формируется достаточно динамично. Постановление Кабинета Министров №231 от 23.04.2024 г. задает общий курс на приведение нормативных актов в сфере строительства в соответствие с международными стандартами [1]. Это важно для рассматриваемой темы, поскольку ТН-системы требуют одновременного учета строительных, энергетических, климатических, электротехнических и эксплуатационных требований, а значит не могут регулироваться только общими положениями о системах отопления.

ГНП 2.04.05-22 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» является базовым документом для проектирования инженерных систем зданий [2]. Он задает общую рамку ОВК, но не решает в полном объеме вопросы, специфичные для ТН: расчет сезонной эффективности, выбор источника низкопотенциальной теплоты, требования к размещению наружных блоков, грунтовым и водяным контурам, точке бивалентности, резервированию и мониторингу фактической эффективности. Аналогично ГНП 2.01.18-24 закрепляет нормы энергозатрат на отопление, проветривание и кондиционирование зданий [3], но не заменяет методику проектной оценки систем с ТН как отдельного класса теплогенераторов.

Существенное значение имеет КМК 2.01.04-2018 «Строительная теплотехника» [8]. Эффективность ТН-систем напрямую зависит от уровня тепловой защиты здания: чем ниже расчетная тепловая нагрузка и чем ниже требуемая температура теплоносителя в системе отопления, тем выше сезонная эффективность ТН. Следовательно, будущий национальный стандарт по системам с ТН должен быть связан с нормами теплотехники и энергоэффективности, но не должен дублировать их. Его задача - сформировать специализированные требования к выбору, расчету, монтажу и эксплуатации ТН-систем.

ШНК 2.08.08-22 «Пассивные дома» демонстрирует, что национальная нормативная система уже содержит элементы современного подхода к энергоэффективным зданиям и использованию ВИЭ [9]. В этом документе рассматриваются пассивные здания, снижение энергопотребления и применение энергоэффективных технологий, включая понятие теплового насоса. Однако по своей области применения данный документ ориентирован на пассивные жилые здания и не может выполнять роль общего стандарта для ТН-систем в объектах социальной сферы, общественных зданиях, реконструируемом фонде, гибридных схемах теплоснабжения и системах теплоснабжения.

Наиболее весомым аргументом в пользу разработки отдельного стандарта являются правовые акты 2025 года. ПП-100 устанавливает задачи по реформированию теплоснабжения, повышению энергоэффективности зданий, внедрению ВИЭ и альтернативных систем отопления, в том числе в пилотных проектах для жилых домов и учреждений социальной сферы [4]. УП-63 закрепляет финансовые и организационные механизмы стимулирования повышения энергоэффективности, включая компенсацию части стоимости тепловых насосов воздушного, водяного и геотермального типов [5]. Таким образом, технология ТН уже вошла в контур государственной политики, но ее техническое нормирование пока остается фрагментарным. Именно это противоречие создает необходимость разработки национального стандарта.

Международный и региональный нормативный бенчмаркинг. Российская нормативная практика представляет для Узбекистана важный ориентир, поскольку в 2023 году был введен СП 525.1325800.2023 «Теплонасосные системы теплоснабжения. Правила проектирования» [10]. Значение этого документа состоит в том, что он выделяет ТН-системы в самостоятельный объект проектирования, а не рассматривает их как разновидность общего теплогенератора. Документ задает требования к конфигурации систем, выбору низкопотенциального источника теплоты, проектным схемам и инженерной логике применения ТН в зданиях.

При этом СП 525 не существует изолированно: он связан с общими документами по

ОВК, тепловой защите, автономным источникам теплоснабжения и расчету энергопотребности систем теплогенерации. В частности, ГОСТ Р 54865-2011 рассматривает расчет энергопотребности и эффективности систем теплогенерации с ТН [11]. Для Узбекистана важен не буквальный перенос российской модели, а сам принцип: специализированный документ по ТН должен быть встроен в уже существующую систему строительных и энергетических норм.

Белорусский опыт ценен тем, что показывает пакетный подход к регулированию. В нем задействованы документы по безопасности холодильных систем и ТН, эксплуатационным требованиям, оценке герметичности, испытаниям, шуму и компетентности персонала [12-14]. Такой подход особенно важен для национального стандарта Узбекистана, поскольку надежность ТН-систем определяется не только расчетом мощности, но и качеством монтажа, безопасностью хладагента, герметичностью контуров, квалификацией персонала и правильной эксплуатацией.

Европейская и международная нормативная база формирует методический эталон для оценки оборудования и эффективности. Серия EN 14511 устанавливает термины, условия испытаний и методы оценки характеристик кондиционеров, жидкостных охладителей и ТН с электрическими компрессорами [15]. EN 14825 задает подход к оценке сезонной эффективности и расчету SCOP при частичных нагрузках [16]. ISO 13256 применяется для оценки водяных и рассольных ТН [15], а ISO 5149 - для требований безопасности и охраны окружающей среды при эксплуатации холодильных систем и ТН [18]. В совокупности эти документы показывают, что современное регулирование ТН должно охватывать не один показатель COP, а полный жизненный цикл системы: от подбора оборудования до контроля эффективности в эксплуатации.

Рамочные директивы ЕС усиливают этот вывод. Обновленная директива по энергетическим характеристикам зданий (Directive (EU) 2024/1275) связывает новые здания и модернизацию существующего фонда с переходом к зданиям с нулевыми выбросами на этапе эксплуатации [19]. Директива (EU) 2023/2413 усиливает роль возобновляемой энергии, в том числе в секторе отопления и охлаждения [22]. Для Узбекистана данные документы важны не как прямые обязательства, а как ориентир: национальный стандарт по ТН должен быть совместим с долгосрочным переходом к энергоэффективным и низкоуглеродным зданиям.

Таблица 1

Сравнительная матрица нормативных пробелов при разработке национального стандарта для систем с ТН в Узбекистане

№	Нормативный блок	Узбекистан	Россия	Беларусь	EU/EN/ISO	Вывод для национального стандарта Узбекистана
1	Специализированный документ по ТН	Отдельный профильный стандарт отсутствует; имеются общие нормы по ОВК, энергоэффективности и пассивным зданиям [2, 3, 9].	Имеется СП 525.1325800.2023 по теплонасосным системам теплоснабжения [10].	Используется пакет стандартов по безопасности, испытаниям, эксплуатации и персоналу [12-14].	Регулирование строится через связку директив, EN и ISO [15-19, 22].	Необходим отдельный национальный стандарт или профильный свод правил по системам с ТН.
2	Проектирование и типология систем	Типология ТН-систем не закреплена в единой норме.	Заданы проектные подходы, включая выбор источников теплоты и схемы систем [10].	Типология раскрывается через стандарты оборудования и испытаний.	EN 14511 и смежные стандарты задают классификацию и испытательные условия [15].	Следует ввести классификацию: воздух-вода, грунт-вода, вода-вода, гибридные и бивалентные схемы.

3	Расчет сезонной эффективности	Единая методика SCOP/SPF для проектной оценки отсутствует.	Имеются расчетные ориентиры через ГОСТ Р 54865 и профильные правила [11].	Применяются испытательные и оценочные документы, гармонизированные с международными подходами.	EN 14825 задает расчет сезонной эффективности и SCOP [16].	Нужен обязательный раздел по COP, SPF, SCOP, расчетным режимам и критериям эффективности.
4	Выбор низкопотенциального источника теплоты	Климатические и гидрогеологические данные не сведены в ТН-ориентированную методику.	Выбор источника теплоты регламентируется в профильном СП [10].	Охватывается через пакет документов по оборудованию и безопасности.	ISO/EN задают испытательные условия для различных типов источников в [15-18].	Следует установить критерии выбора источника с учетом климата, грунтов, воды и доступности электроэнергии.
5	Безопасность, хладагенты, герметичность	Имеются общие требования, но нет ТН-специфики по хладагентам и холодильным контурам.	Частично регулируется профильными и смежными документами.	Развитый блок стандартов по безопасности, герметичности и эксплуатации [12, 14].	ISO 5149 задает требования безопасности и охраны окружающей среды [18].	Нужна отдельная глава по хладагентам, герметичности, вентиляции помещений, размещению оборудования и сервису.
6	Приемка и эксплуатационный мониторинг	Единая процедура приемки ТН-систем и мониторинга первого сезона отсутствует.	Имеются отдельные проектные требования, но эксплуатационная верификация требует развития.	Более полно охвачены испытания, эксплуатация и компетентность персонала [12-14].	Испытательные процедуры стандартизованы, но проектный мониторинг задается на национальном уровне.	Следует ввести программу пусконаладки, приемки и мониторинга фактического SPF в первый отопительный сезон.
7	Связь с государственной политикой энергоэффективности	Высокая: ТН уже включены в акты 2025 года и механизмы стимулирования [4, 5].	Средняя/высокая: регулирование связано с энергоэффективностью зданий.	Средняя: сильная техническая база, но политика зависит от национальных программ.	Высокая: EPBD и RED задают долгосрочные цели для зданий и отопления [19, 22].	Стандарт должен стать инструментом реализации мер стимулирования, экспертизы проектов и контроля энергосбережения.

Примечание: составлено авторами на основе анализа нормативных документов [1-22].

Проблемные зоны национального регулирования. Результаты сопоставления показывают, что развитие ТН в Узбекистане сдерживается не только стоимостью оборудования или ограниченной практикой монтажа, но и отсутствием нормативной определенности. Первая проблемная зона связана с исходными расчетными данными. Для традиционной системы отопления достаточно расчетной наружной температуры, теплотехнических характеристик ограждений и параметров системы отопления. Для ТН этого недостаточно: требуется учитывать температурный потенциал воздуха, грунта, грунтовых и поверхностных вод, длительность периодов с низкими и высокими температурами, условия работы в режиме охлаждения, вероятность обмерзания наружных теплообменников и доступность электроэнергии в пиковые периоды.

Вторая проблемная зона относится к сезонной эффективности. В практической документации часто используется паспортный COP оборудования, однако он отражает работу в заданной лабораторной точке и не характеризует фактическую эффективность системы в течение отопительного сезона. Для проектной экспертизы и последующего мониторинга необходимы показатели SPF и SCOP, учитывающие частичные нагрузки, изменение температуры источника и потребителя теплоты, работу циркуляционных насосов, автоматики, резервного источника и режимы оттаивания. Без закрепления такого подхода один и тот же объект может быть представлен как энергоэффективный в расчетах, но работать с низкой фактической отдачей в эксплуатации.

Третья проблемная зона связана с резервированием. Для жилых зданий резервный источник может рассматриваться как экономическая и эксплуатационная опция, но для школ, медицинских учреждений, детских садов и других социальных объектов надежность теплоснабжения является обязательным критерием. Национальный стандарт должен не только признавать бивалентные и гибридные схемы, но и указывать, в каких случаях резерв обязателен, как определяется точка бивалентности, какие требования предъявляются к автоматическому переключению и каким образом учитывается доля тепла, вырабатываемая резервным источником.

Четвертая проблемная зона касается безопасности холодильного контура и хладагентов. ТН является не только теплогенератором, но и холодильной машиной. Поэтому проектирование должно учитывать герметичность, допустимые концентрации хладагента, вентиляцию помещений, требования к размещению оборудования, доступ для обслуживания, электробезопасность, шум и вибрацию. В отсутствие специализированных норм эти вопросы могут быть перенесены в проект из инструкций производителя, но такая практика не обеспечивает единого уровня требований и затрудняет проверку проектной документации.

Пятая проблемная зона относится к приемке и эксплуатации. Даже корректно подобранный ТН может не обеспечить расчетной эффективности при неправильной настройке автоматики, недостаточном расходе теплоносителя, неверной температуре подачи, нарушении гидравлической схемы или отсутствии контроля режимов. Поэтому будущий стандарт должен предусматривать не только проектирование, но и пусконаладку, перечень измеряемых параметров, протокол приемки и минимальный мониторинг первого отопительного сезона. Именно этот этап превращает формальное наличие энергоэффективного оборудования в подтверждаемый энергетический результат.

Шестая проблемная зона связана с квалификацией участников рынка. ТН-системы требуют междисциплинарной подготовки: теплотехника здания, холодильная техника, гидравлика, автоматика, электроснабжение, ВИЭ и эксплуатационный анализ. Поэтому в стандарте должны быть указаны требования к документации, сервисному обслуживанию и компетентности персонала. В противном случае быстрый рост рынка может сопровождаться установкой оборудования без должной настройки, что снизит доверие к технологии и к механизмам государственной поддержки.

Принципы адаптации международных требований к условиям Узбекистана. Национальный стандарт не должен быть простой компиляцией зарубежных документов. Климатические, энергетические и институциональные условия Узбекистана требуют адаптации. Во-первых, необходимо учитывать сочетание отопительного и охлаждающего режимов. В ряде регионов страны потребность в охлаждении летом может быть сопоставима по значимости с потребностью в отоплении зимой. Следовательно, ТН-системы следует рассматривать не только

как источник тепла, но и как элемент круглогодичной системы теплоснабжения, где важны как SCOP, так и показатели сезонной эффективности охлаждения.

Во-вторых, национальный стандарт должен учитывать различия между регионами. Для Ферганской долины, Ташкента, Бухары, Нукуса, горных и предгорных районов исходные климатические условия, потенциал грунта и воды, доступность сетевой электроэнергии и структура тепловой нагрузки отличаются. Поэтому единая методика должна допускать региональные приложения или расчетные таблицы, в которых будут приведены необходимые параметры для выбора воздушных, грунтовых, водяных и гибридных ТН.

В-третьих, следует учитывать состояние зданий. ТН наиболее эффективны в зданиях с низкой тепловой нагрузкой и низкотемпературными системами отопления. В существующем фонде, где ограждающие конструкции и системы отопления часто рассчитаны на более высокую температуру теплоносителя, применение ТН без предварительного снижения теплопотерь может привести к низкой эффективности. Поэтому стандарт должен быть связан с требованиями по тепловой защите и энергопотреблению здания, а также предусматривать необходимость энергетического обследования при реконструкции.

В-четвертых, для социальных объектов целесообразно вводить более строгие требования к надежности и мониторингу. Школы, детские сады и медицинские учреждения являются объектами, где перебои в теплоснабжении недопустимы. Поэтому именно для них будущий стандарт может предусматривать обязательное резервирование, дистанционный контроль параметров, протокол сезонной проверки и требования к сервисному обслуживанию. Такой подход позволит использовать государственные пилотные проекты не только как демонстрацию оборудования, но и как источник данных для последующей апробации стандарта.

В-пятых, норматив должен быть понятен не только разработчикам стандартов, но и практическим участникам рынка. Избыточно сложный документ может остаться бумажной нормой, а слишком общий - не решить проблемы проектирования. Поэтому оптимальной является модульная структура: обязательные требования, расчетные приложения, справочные климатические данные, типовые схемы подключения, формы протоколов приемки и рекомендации по мониторингу. Такая структура позволит развивать стандарт постепенно, дополняя его по мере накопления национального опыта эксплуатации ТН.

Обсуждение результатов. Матрица показывает, что основной пробел национальной нормативной базы состоит не в полном отсутствии документов по теплоснабжению или энергоэффективности, а в отсутствии специализированной нормативной сборки вокруг ТН. Узбекистан имеет обновляемую базу по ОВК, энергозатратам и теплотехнике зданий, а также политические решения, прямо стимулирующие альтернативные системы отопления. Но между этими элементами отсутствует технический мост: единая методика, которая позволила бы проектировщикам, экспертам и заказчикам одинаково понимать, какой проект с ТН является корректным, безопасным и энергоэффективным.

Именно наличие такого моста определяет практическую ценность будущего стандарта. Для проектировщика стандарт должен обеспечить перечень исходных данных, критерии выбора типа ТН, алгоритм расчета тепловой нагрузки и сезонной эффективности, правила резервирования и требования к автоматике. Для органов экспертизы он должен стать инструментом проверки проектных решений. Для заказчика - способом сравнения вариантов и оценки ожидаемой экономии энергии. Для государства - механизмом связи между мерами стимулирования и фактически подтверждаемым результатом энергосбережения. Для рынка оборудования - основанием для требований к качеству, испытаниям и сервису.

Научно-практическая линия будущего национального стандарта должна строиться не на механическом переводе одного зарубежного документа, а на адаптации системы требований к условиям Узбекистана. Воздушные ТН могут быть перспективны для части регионов и объектов, но требуют учета низких зимних температур, высоких летних температур, режима размораживания, шума и надежности электроснабжения. Грунтовые и водяные ТН обладают более стабильными режимами, но требуют гидрогеологической информации, правил бурения, оценки влияния на грунтовые воды и квалифицированного обслуживания. Гибридные схемы с резервным источником могут быть особенно важны для социальных объектов, где надежность теплоснабжения выше экономической оптимизации.

Необходимо отметить, что при разработке национального стандарта целесообразно использовать многоуровневую модель. Первый уровень должен фиксировать область применения, термины, классификацию систем и нормативные ссылки. Второй уровень - расчетные требования: тепловая нагрузка, выбор типа ТН, расчет SCOP/SPF, оценка доли возобновляемой теплоты, требования к резервированию и экономическому обоснованию. Третий уровень - безопасность: хладагенты, герметичность, электробезопасность, вентиляция машинных помещений, шум, вибрация, санитарные и пожарные ограничения. Четвертый уровень - приемка и эксплуатация: пусконаладка, проверка режимов, мониторинг первого отопительного сезона, сервис и квалификация персонала. Такой подход позволит сделать стандарт не декларативным, а непосредственно применимым в проектной практике.

Настоящее исследование не ставит задачу дать полный текст будущего стандарта, ее задача - доказать необходимость такого документа и определить нормативные пробелы, которые он должен закрыть. Вторая часть исследования должна быть посвящена методическим и техническим требованиям к стандарту, включая расчетную схему для объекта социальной сферы, перечень необходимых исходных данных и структуру разделов будущего документа.

Научная новизна и практическая применимость результатов. Результаты критического анализа по части, касающейся исследования заключается в том, что необходимость национального стандарта для систем с ТН рассматривается не как общее пожелание по развитию инновационных технологий, а как следствие выявленного нормативного разрыва между государственной политикой энергоэффективности и фактической проектной практикой. В существующей системе уже присутствуют документы по ОВК, теплотехнике, энергозатратам и пассивным зданиям, но они не образуют единой регуляторной цепочки для ТН. Следовательно, научная задача состоит в систематизации этих разрозненных требований и определении границ будущего специализированного документа.

Практическая применимость результатов проявляется в том, что предложенная матрица нормативных пробелов может быть использована как исходный инструмент для технического задания на разработку стандарта. Она позволяет заранее определить, какие разделы должны быть обязательными, какие документы следует принять как нормативные ссылки, а какие положения требуют национальной адаптации. Для органов стандартизации такая матрица служит картой будущего документа, для проектных организаций - перечнем ожидаемых требований, для научного сообщества - основой для дальнейших расчетных и экспериментальных исследований.

Отдельно следует отметить, что национальный стандарт по ТН может стать инструментом снижения рисков при использовании бюджетных и стимулирующих механизмов. Если государство компенсирует часть стоимости оборудования или поддерживает пилотные проекты, необходимо иметь критерии, по которым оценивается не только факт установки ТН, но и качество проектирования, безопасность, ожидаемый SPF/SCOP и подтверждаемая экономия энергии. Без такого инструмента существует риск формального внедрения оборудования без достижения расчетного эффекта.

Таким образом, нормативное обоснование стандарта имеет не только научно-методическое, но и экономическое значение. Единые требования позволяют уменьшить неопределенность для рынка, повысить качество проектной экспертизы, обеспечить сопоставимость технических решений и создать базу для мониторинга национальных программ энергоэффективности. В этом смысле разработка стандарта по системам с ТН является не локальной инженерной задачей, а частью более широкой стратегии модернизации теплоснабжения и повышения энергетической устойчивости зданий в Узбекистане.

Заключение. Проведенный анализ позволяет сформулировать следующие выводы:

1. В Узбекистане в 2024-2025 годах сформировалась новая нормативно-политическая среда, в которой повышение энергоэффективности зданий, модернизация теплоснабжения и применение альтернативных систем отопления, включая ТН, становятся не частной инициативой, а направлением государственной политики [1, 4, 5].

2. Действующие национальные документы по ОВК, энергозатратам, строительной теплотехнике и пассивным зданиям создают необходимую базу, но не заменяют специализированный стандарт для систем с ТН. Их положения носят фрагментарный характер применительно к проектированию, сезонной эффективности, безопасности, приемке и эксплуатации ТН-систем [2, 3, 6, 7].

3. Российская, белорусская, европейская и международная нормативная практика подтверждает, что регулирование ТН должно строиться как система взаимосвязанных требований: проектных, расчетных, испытательных, эксплуатационных и безопасностных [8-16]. Наиболее полезным для Узбекистана является не копирование отдельного документа, а адаптация комплексной нормативной модели.

4. Ключевые нормативные пробелы для Узбекистана включают отсутствие единой классификации ТН-систем, методики расчета SCOP/SPF, требований к выбору низкпотенциального источника теплоты, правил резервирования, требований к хладагентам и герметичности, а также процедур приемки и мониторинга первого отопительного сезона.

5. Разработка национального стандарта для систем с ТН является научно обоснованной и практически необходимой мерой, который должен обеспечить единые правила для проектировщиков, экспертизы, заказчиков, производителей оборудования и организаций эксплуатации.

Список литературы

- [1]. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан № 231 от 23.04.2024 г. «О мерах по приведению нормативных актов в соответствие с международными стандартами в сфере строительства». URL: <https://lex.uz/ru/docs/6896293>
- [2]. Приказ № 01/2-39 от 05.08.2024 г. «Об утверждении градостроительных норм и правил ГНП 2.04.05-22 “Отопление, вентиляция и кондиционирование”». URL: <https://lex.uz/docs/7262447>
- [3]. Приказ № 01/2-4 от 14.01.2025 г. «Об утверждении градостроительных норм и правил ГНП 2.01.18-24 “Нормы энергозатрат на отопление, проветривание и кондиционирование зданий и сооружений”». URL: <https://www.lex.uz/ru/docs/7357818>
- [4]. Постановление Президента Республики Узбекистан № ПП-100 от 11.03.2025 г. «О мерах по кардинальному реформированию сферы обеспечения тепловой энергией жилых домов, зданий и сооружений, а также повышению энергоэффективности зданий». URL: <https://lex.uz/ru/docs/7431399>
- [5]. Указ Президента Республики Узбекистан № УП-63 от 27.03.2025 г. «О мерах по совершенствованию государственного управления в сфере повышения энергоэффективности и развитию рынка услуг энергосервисных компаний». URL: <https://lex.uz/ru/docs/7455525>
- [6]. Avezova N. R., Mirzaboyev A. M., Ruziyev O. S. К вопросу обеспечения зданий и сооружений республики устойчивыми и надежными энергосистемами //PROBLEMS OF ENERGY AND SOURCES SAVING. – 2024. – №. 1-2. – С. 50-55.
- [7]. Avezova N. R. et al. Зелёная сертификация зданий в Узбекистане: состояние и перспективы развития //PROBLEMS OF ENERGY AND SOURCES SAVING. – 2025. – №. 4. – С. 400-417.
- [8]. КМК 2.01.04-2018. Строительная теплотехника. Ташкент: Министерство строительства Республики Узбекистан, 2018.
- [9]. ШНҚ 2.08.08-22. Пассивные здания: жилые / “Пассив уйлар”. Ташкент: Министерство строительства Республики Узбекистан, 2022. URL: https://mc.uz/uploads/mcuz_999401255275.pdf
- [10]. СП 525.1325800.2023. Теплонасосные системы теплоснабжения. Правила проектирования. М.: Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, 2023.
- [11]. ГОСТ Р 54865-2011. Теплоснабжение зданий. Методика расчета энергопотребности и эффективности системы теплогенерации с тепловыми насосами. М.: Стандартинформ, 2011.
- [12]. ГОСТ 33662.1-2015 (ISO 5149-1:2014). Холодильные системы и тепловые насосы. Требования безопасности и охраны окружающей среды. Часть 1. Определения, классификация и критерии выбора.
- [13]. ГОСТ 33662.4-2015 (ISO 5149-4:2014). Холодильные системы и тепловые насосы. Требования безопасности и охраны окружающей среды. Часть 4. Эксплуатация, техническое обслуживание, ремонт и восстановление.
- [14]. СТБ ISO 22712-2024. Системы холодильные и тепловые насосы. Компетентность персонала.
- [15]. EN 14511:2022. Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps for space heating and cooling and process chillers with electrically driven compressors. CEN, 2022.
- [16]. EN 14825:2022. Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps, testing and rating at part load conditions and calculation of seasonal performance. CEN, 2022.
- [17]. ISO 13256-1:2021. Water-source heat pumps - Testing and rating for performance - Part 1: Water-to-air and brine-to-air heat pumps. International Organization for Standardization, 2021.
- [18]. ISO 5149-4:2022. Refrigerating systems and heat pumps - Safety and environmental requirements - Part 4: Operation, maintenance, repair and recovery. International Organization for Standardization, 2022.
- [19]. Directive (EU) 2024/1275 of the European Parliament and of the Council of 24 April 2024 on the energy performance of buildings. Official Journal of the European Union, 2024.
- [20]. International Energy Agency. Heat Pumps. Energy System: Buildings. URL: <https://www.iea.org/energy-system/buildings/heat-pumps>
- [21]. International Energy Agency. The Future of Heat Pumps. World Energy Outlook Special Report. Paris: IEA, 2022. URL: <https://www.iea.org/reports/the-future-of-heat-pumps>

[22]. Directive (EU) 2023/2413 of the European Parliament and of the Council of 18 October 2023 amending Directive (EU) 2018/2001 as regards the promotion of energy from renewable sources. Official Journal of the European Union, 2023.

UDK 681.5:004.4

ZAMONAVIY MIKROKONTROLLER PLC 160 220 P M ORQALI SUYUQLIK SATHINI O'LCHASH TIZIMINI CODESYS 2.3 DASTURIDA AVTOMATLASHTIRISH

F.T. Yusupova*, magistrant J.S. Ne'matjonov

Farg'ona davlat texnika universiteti

ORCID: 0009-0008-5363-6674

*Mas'ul muallif, e-mail: feruza@fstu.uz

(Qabul qilindi 18.03.2026 y.)

Annotatsiya. Maqolada suyuqlik sathini o'lchash va boshqarish jarayonini avtomatlashtirish masalalari zamonaviy mikroprotessorli texnologiyalar asosida ko'rib chiqilgan. Tizimning asosiy elementi sifatida PLC 160 220 P M dasturlashtiriladigan mantiqiy kontroller va suyuqlik sathini FEL 31 turidagi vibronik sath datchigidan foydalanilgani. Datchikdan keladigan diskret signal CIP310 operator paneli orqali vizual nazorat qilingan va relelar yordamida ijro mexanizmlari boshqarilgan. Boshqaruv algoritmi CFC (Continuous Function Chart) dasturlash tili asosida ishlab chiqilgan bo'lib, u nasosning avtomatik ravishda yoqilishi va o'chirilishi ta'minlangan. Taklif etilgan avtomatlashtirilgan tizim sanoat korxonalarida energiya samaradorligini oshirish, inson omilini kamaytirish va boshqaruvning ishonchligini ta'minlash imkonini bergan.

Tayanch so'zlar: PLC 160 220 P M, FEL 31, suyuqlik sathi, avtomatlashtirish, CFC dasturlash tili, CIP310, rele, nasos, vibronik sath datchigi.

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы автоматизации процесса измерения и управления уровнем жидкости на основе современных микропроцессорных технологий. В качестве основного элемента системы использован программируемый логический контроллер PLC 160 220 P M, а для измерения уровня жидкости — вибронический датчик уровня типа FEL 31. Дискретный сигнал, поступающий с датчика, визуально контролируется через операторскую панель CIP310, а исполнительные механизмы управляются с помощью реле. Алгоритм управления разработан на языке программирования CFC (Continuous Function Chart), что обеспечивает автоматическое включение и отключение насоса. Предложенная автоматизированная система позволяет повысить энергоэффективность, снизить влияние человеческого фактора и обеспечить надежность управления на промышленных предприятиях.

Ключевые слова: PLC 160 220 P M, FEL 31, уровень жидкости, автоматизация, язык программирования CFC, CIP310, реле, насос, вибронический датчик уровня.

Abstract. The article discusses the issues of automating the process of liquid level measurement and control based on modern microprocessor technologies. A PLC 160 220 P M programmable logic controller is used as the main element of the system, while a FEL 31 vibronic level sensor is applied for measuring the liquid level. The discrete signal received from the sensor is visually monitored via the CIP310 operator panel, and actuators are controlled using relays. The control algorithm is developed in the CFC (Continuous Function Chart) programming language, ensuring automatic switching on and off of the pump. The proposed automated system makes it possible to increase energy efficiency, reduce the human factor, and ensure reliable control at industrial enterprises.

Keywords: PLC 160 220 P M, FEL 31, liquid level, automation, CFC programming language, CIP310, relay, pump, vibronic level sensor.

1. Kirish. Sanoat korxonalarida texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish, ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, energiya resurslaridan oqilona foydalanish hamda texnik xavfsizlikni ta'minlashning muhim omillaridan biri hisoblanadi. Raqamli texnologiyalar va mikroprotessorli boshqaruv tizimlarining jadal rivojlanishi natijasida ishlab chiqarish jarayonlarini aniq nazorat qilish va boshqarish imkoniyatlari sezilarli darajada kengaydi. Ayniqsa, yopiq rezervuarlarda saqlanadigan suyuqliklarning (suv, suyuq yoqilg'i, suyultrilgan gaz) sathini uzluksiz

monitoring qilish va boshqarish kimyo, neft-gaz, oziq-ovqat, farmatsevtika hamda suv ta'minoti tizimlarida muhim ahamiyat kasb etadi.

Suyuqlik sathining nazoratsiz qolishi salbiy oqibatlarga olib kelishi mumkin. Jumladan, rezervuarning ortiqcha to'lishi atrof-muhit ifloslanishiga, texnologik uskunalarning ishdan chiqishiga va iqtisodiy zararlarning yuzaga kelishiga sabab bo'ladi. Shuningdek, sathning haddan tashqari pasayishi nasoslarning "quruq ishlashi"ga olib kelib, ularning xizmat muddatini qisqartiradi va qo'shimcha texnik xarajatlarni keltirib chiqaradi. Shu sababli, suyuqlik sathini ishonchli va aniq nazorat qiluvchi avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini yaratish dolzarb ilmiy va amaliy masalalardan biri hisoblanadi [1,2].

Mazkur maqolada yopiq tank ichidagi suyuqlik sathini avtomatik nazorat qilish va boshqarish tizimi taklif etiladi. Tizimning asosiy elementi sifatida zamonaviy PLC 160 dasturlashtiriladigan mantiqiy kontrolleri bo'lib, u yuqori ishonchlilik, moslashuvchanlik va sanoat sharoitida barqaror ishlash xususiyatlariga ega. Suyuqlik sathini aniqlash uchun Germaniyada ishlab chiqarilgan uchta FEL 31 vibronik sath datchiklaridan foydalanilgan. Ushbu datchiklar tebranish prinsipi asosida ishlaydi va suyuqlikning fizik xossalariga kam bog'liqligi sababli yuqori aniqlik hamda ishonchlilikni ta'minlaydi. Datchiklar rezervuarda mos ravishda minimal (20 %), normal (50 %) va maksimal (80 %) sath qiymatlarini nazorat qiladi [3].

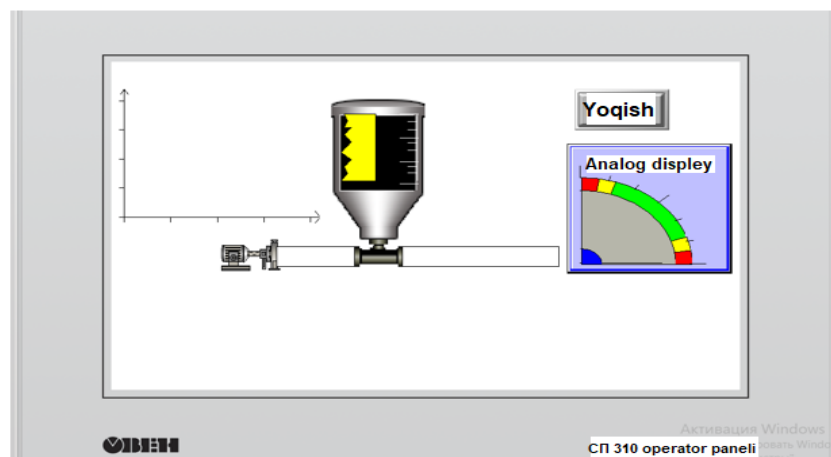
Har bir datchik suyuqlikni sezganida rele orqali PLC ga raqamli signal uzatadi. PLC ushbu signallarni qabul qilib, CFC (Continuous Function Chart) dasturlash tili asosida ishlab chiqilgan boshqaruv algoritmi yordamida ijro mexanizmlarini boshqaradi. Tizimda relelar nasos va pastki klapinni boshqarish uchun interfeys vazifasini bajaradi. Bundan tashqari, operator uchun jarayonni vizual kuzatish va boshqarish imkoniyatini yaratish maqsadida operator panelidan foydalanilgan [4,5].

2. Tadqiqot usuli. Mazkur tadqiqot ishida suyuqlik sarfini o'lchash va boshqarish tizimini avtomatlashtirish uchun kompleks yondashuv qo'llaniladi. Tadqiqot metodologiyasi tizimni loyihalash, dasturlash, sinovdan o'tkazish va natijalarni tahlil qilish bosqichlarini o'z ichiga oladi.

Tadqiqotning birinchi bosqichida tizimning umumiy struktura sxemasi ishlab chiqiladi. Bu bosqichda tizimning asosiy komponentlari TUF-2000B sarf o'lchagichi, PLC 160-220 P M kontrolleri, operator paneli va ijro mexanizmlari o'rtasidagi funksional bog'lanishlar aniqlashtiriladi.

Ikkinchi bosqichda o'lchash jarayoni tashkil etiladi. TUF-2000B qurilmasi quvurga o'rnatilib, suyuqlik sarfi real vaqt rejimida o'lchanadi. O'lchangan qiymatlar analog signal ko'rinishida PLC kontrolleriga uzatiladi. Ushbu signalni qabul qilish va qayta ishlash uchun PLC ning analog kirish modullari sozlanadi.

Uchinchi bosqichda boshqaruv algoritmi ishlab chiqiladi. Algoritm CFC dasturlash muhitida yaratilib, unda kiruvchi signalni masshtablash, chegaraviy qiymatlar bilan taqqoslash, mantiqiy qaror qabul qilish, chiqish signallarini shakllantirish funksiyalar amalga oshiriladi. Minimal va maksimal sarf qiymatlari eksperimental ravishda tanlanadi va tizimning optimal ishlash rejimiga moslashtiriladi.



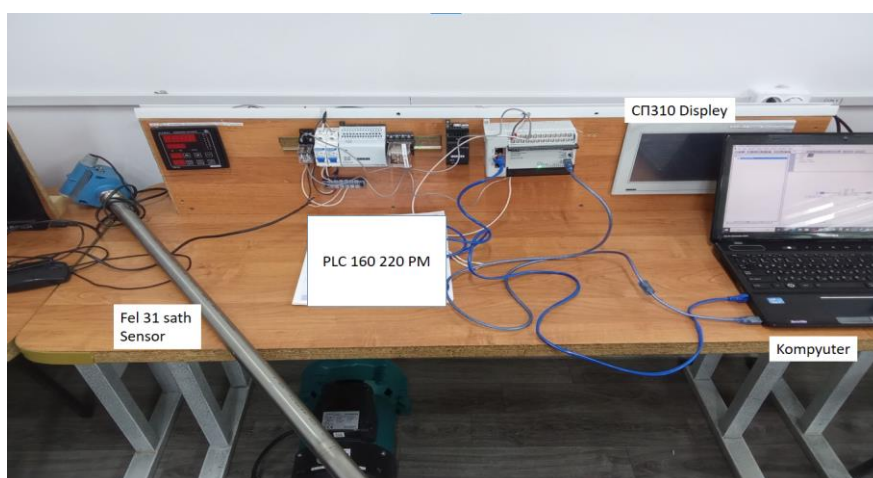
1-rasm. CII310 display panelning ko'rinishi.

To'rtinchi bosqichda inson-mashina interfeysi tashkil etiladi. СП310 operator panelida vizual oynalar yaratilib, unda sarf qiymati, tizim holati va boshqaruv parametrlarini aks ettirish yo'lga qo'yiladi. Operator uchun qulay boshqaruv elementlari ishlab chiqiladi.

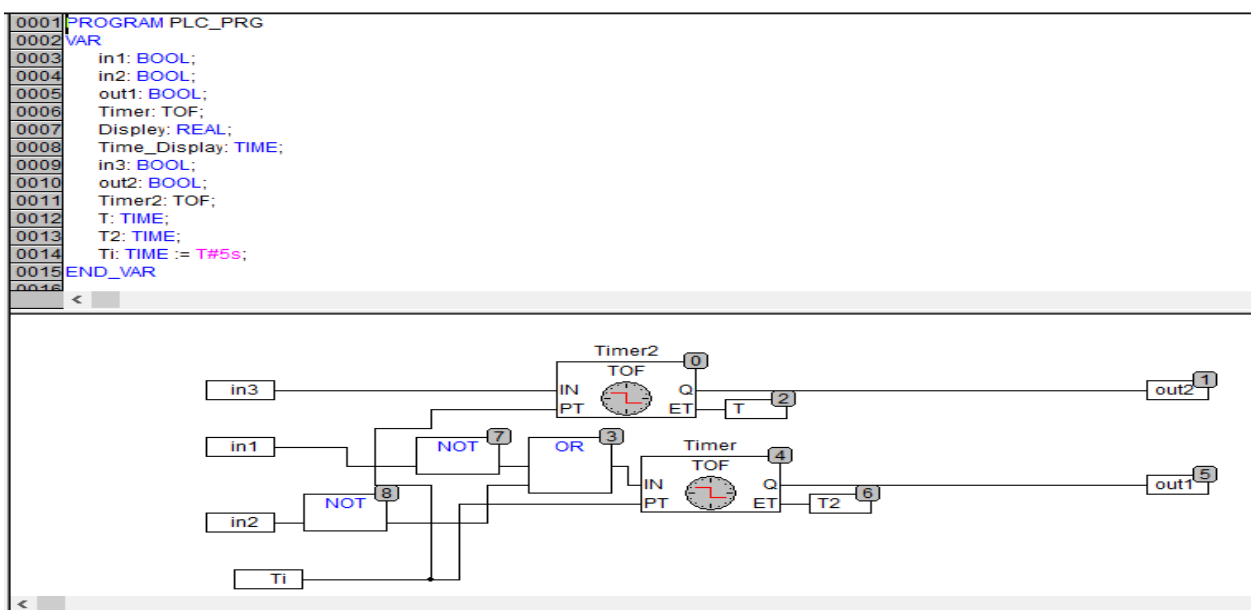
So'ngi bosqichda tizim amaliy sinovdan o'tkaziladi. Sinov jarayonida turli ish rejimlarida tizimning ishlash barqarorligi, aniqligi va tezkorligi baholanadi. Olingan natijalar tahlil qilinib, tizimning samaradorligi va ishonchliligi aniqlashtiriladi. Tadqiqot davomida tajriba, kuzatish, taqqoslash va tahlil usullaridan foydalaniladi. Ushbu metodlar yordamida tizimning ishlash xususiyatlari chuqur o'rganiladi va uning sanoat sharoitida qo'llash imkoniyatlari asoslab beriladi.

3. Eksperiment tadqiqotlar va uning natijalari. Avtomatlashtirilgan tizim: FEL 31 vibronik sath datchigi, PLC 160 220 P M kontrolleri, relelar, nasos, pastki klavin va СП310 operator panelidan tashkil topgan. Ushbu elementlari o'zaro bog'lanish tizimning barqaror va ishonchli ishlashini ta'minlaydi.

Datchiklardan keladigan diskret signallar PLCning raqamli kirishlariga uzatiladi. PLC ushbu signallarni qayta ishlab, relelar orqali ijro mexanizmlariga boshqaruv signallarini yuboradi. Relelar kuchlanish va tokni moslashtiruvchi interfeysi vazifasini bajaradi.



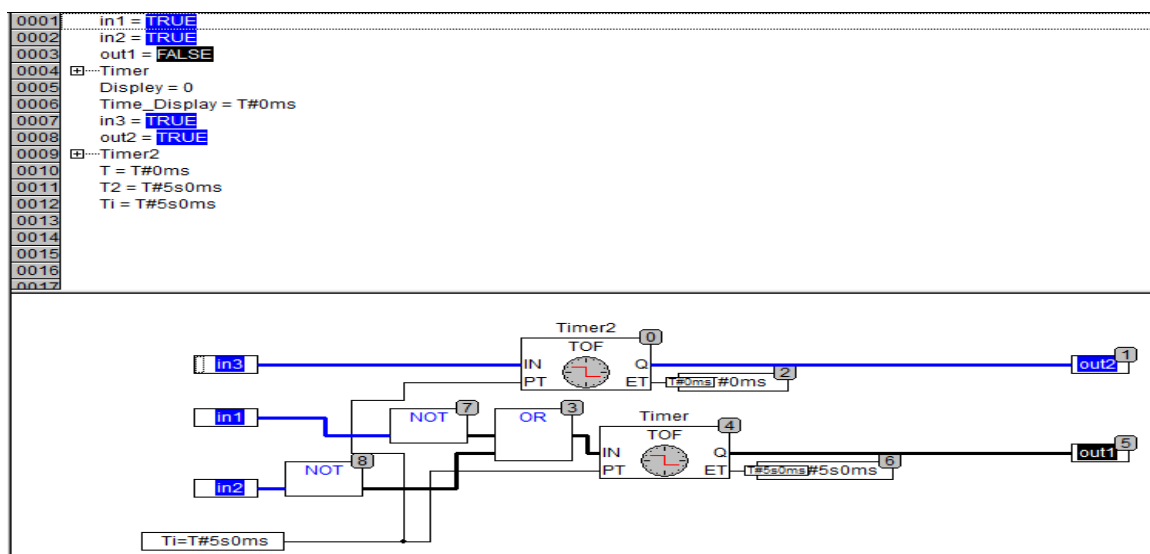
2-rasm. Sath o'lchovchi qurulmaning ko'rinishi.



3-rasm. CFC dasturlash tilida yozilgan dastur.

Taklif etilgan PLC 160 220 P M kontrolleri va FEL 31 vibronik sath datchiklari asosidagi avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimi laboratoriya sharoitida sinovdan o'tkazildi. Sinov jarayonida tizimning ishlash barqarorligi, aniqligi va ishonchliligi baholandi. Tadqiqot natijalarga ko'ra, sathni

aniqligi va ishonchliligi FEL 31 vibronik datchiklari suyuqlik sathining minimal (20 %), normal (50 %) va maksimal (80 %) darajalari aniqlandi. Datchiklarning ishlashi suyuqlikning zichligi va haroratidagi o'zgarishlarga nisbatan barqaror ekanligi kuzatildi. Diskret signallarning PLC ga uzatilishida kechikish deyarli kuzatilmadi. CoDeSys 2.3 muhitida CFC dasturlash tili asosida ishlab chiqilgan algoritmn nasos va pastki klapinning avtomatik boshqarilishi ta'minlandi.



3-rasm Simulyatsiya jarayoni.

Minimal sathdan past holatda nasosning avtomatik ishga tushishi va normal sathga yetganda o'chirilishi tizimning to'g'ri ishlashini tasdiqladi.

Maksimal sathga yetganda avariya signali shakllantirilib, ortiqcha suyuqlikni chiqarish uchun klapin ochildi. Operator paneli orqali monitoring СП310 operator paneli yordamida jarayonning real vaqt rejimida vizual kuzatilishi ta'minlandi.

Xulosa. PLC 160 220 P M dasturlashtiriladigan mantiqiy kontrolleri asosida yopiq rezervuardagi suyuqlik sathini o'lchash va boshqarishning avtomatlashtirilgan tizimi ishlab chiqildi hamda uning ishlash prinsipi tahlil qilindi. Tizimda suyuqlik sathini aniqlash uchun Germaniyada ishlab chiqarilgan FEL 31 vibronik sath datchiklaridan foydalanildi. Ushbu datchiklar tebranish prinsipi asosida ishlashi sababli yuqori aniqlik va ishonchlilikni ta'minlab, suyuqlikning fizik xossalariga kam bog'liqligi bilan ajralib turadi. Boshqaruv algoritmi CoDeSys 2.3 dasturlash muhitida CFC (Continuous Function Chart) tili yordamida ishlab chiqildi. Ushbu algoritmn suyuqlik sathi minimal darajadan past bo'lganda nasosni avtomatik ishga tushirish, normal darajaga yetganda uni o'chirish hamda maksimal sathga erishilganda avariya signalini shakllantirib, ortiqcha suyuqlikni chiqarish uchun pastki klappinni boshqarishni ta'minlaydi. СП310 operator paneli orqali texnologik jarayonni real vaqt rejimida vizual kuzatish va boshqarish imkoniyati yaratildi.

PLC 160 220 P M kontrolleri va FEL 31 vibronik sath datchiklari asosida yaratilgan avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimi sanoat korxonalarida suyuqlik sathini samarali nazorat qilish va boshqarish uchun ishonchli, iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq hamda zamonaviy yechim sifatida tavsiya etiladi.

Adabiyotlar

- [1]. Yating Wei. Industrial Material Liquid Level Control System based on PLC. Frontiers in Computing and Intelligent Systems, 2024
- [2]. Cosmina Illes. Water Level Control System Using PLC and Wireless Sensors. IEEE (2013)
- [3]. G.Saravana Kumar. Real Time Liquid Level Control System Using PLC and SCADA
- [4]. Frank D. Petruzella. Programmable Logic Controllers. McGraw-Hill.
- [5]. Pule, M.; Ahadi, Y.; Chuma, J. Wireless sensor networks: A survey on monitoring water quality. J. Appl. Res. Technol. 2018, 15, 562–570. [CrossRef]

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ НА ОСНОВЕ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

С.Г. Ширинов*, Ж.С. Олимов

Навоийский государственный горно-технологический университет

Автор для корреспонденции, e-mail: sohibjonshirinov5@gmail.com

(Получена 18.03.2026 г.)

Аннотация: В промышленном производстве контроль уровня руды в шаровой мельнице имеет большое значение для ее нормальной работы. Учитывая нелинейность времени работы шаровой мельницы, большую инерцию и сильную взаимосвязь характеристик, мы изучили алгоритм управления подачей руды в шаровой мельнице MSHS-32x45 на основе нечеткого ПИД-регулятора и, используя нечеткий вывод для самонастройки параметров ПИД-регулятора, реализовали автоматическое управление подачей руды в шаровую мельницу, что обеспечило ее нормальную работу. Система шаровой мельницы способна преодолевать любые факторы, предотвращая такие проблемы, как «пустота» или «перелив». С помощью моделирования в MATLAB было подтверждено, что система обладает превосходными характеристиками управления, надежностью, эффективностью и широкой областью применения.

Ключевые слова: шаровая мельница, нечеткое ПИД-регулирование, скорость подачи руды,

Annotatsiya: Sanoat ishlab chiqarishida shar tegirmonining ruda darajasini boshqarish shar tegirmonining normal ishlashi uchun katta ahamiyatga ega. Shar tegirmonining ishlash vaqti chiziqli bo'lmagan, katta inertsia va kuchli bog'lanish xususiyatlarini hisobga olgan holda, MSHS-32x45 sharli tegirmonini oziqlantirishni boshqarish algoritmiga asoslangan fuzzy PID turini o'rganib chiqdik, PID parametrlarini o'z-o'zidan sozlash uchun fuzzy xulosalariga asoslanib, shar tegirmonini oziqlantirishni avtomatik boshqarishni amalga oshirdik, bu shar tegirmonining normal ishlashini ta'minladi. Shar tegirmoni tizimi har qanday omillarni yengib o'tishga, shar tegirmonining "bo'sh" yoki "to'lib ketish" kabi maydalashdan qochishga qodir. MATLAB simulyatsiyasi orqali tizimning ajoyib boshqaruv xususiyatlari va mustahkamligi, samaradorligi va keng qo'llanilishiga ega ekanligi tasdiqlandi.

Kalit so'zlar: sharli tegirmon, fuzzy-PID, PID boshqaruvchisi

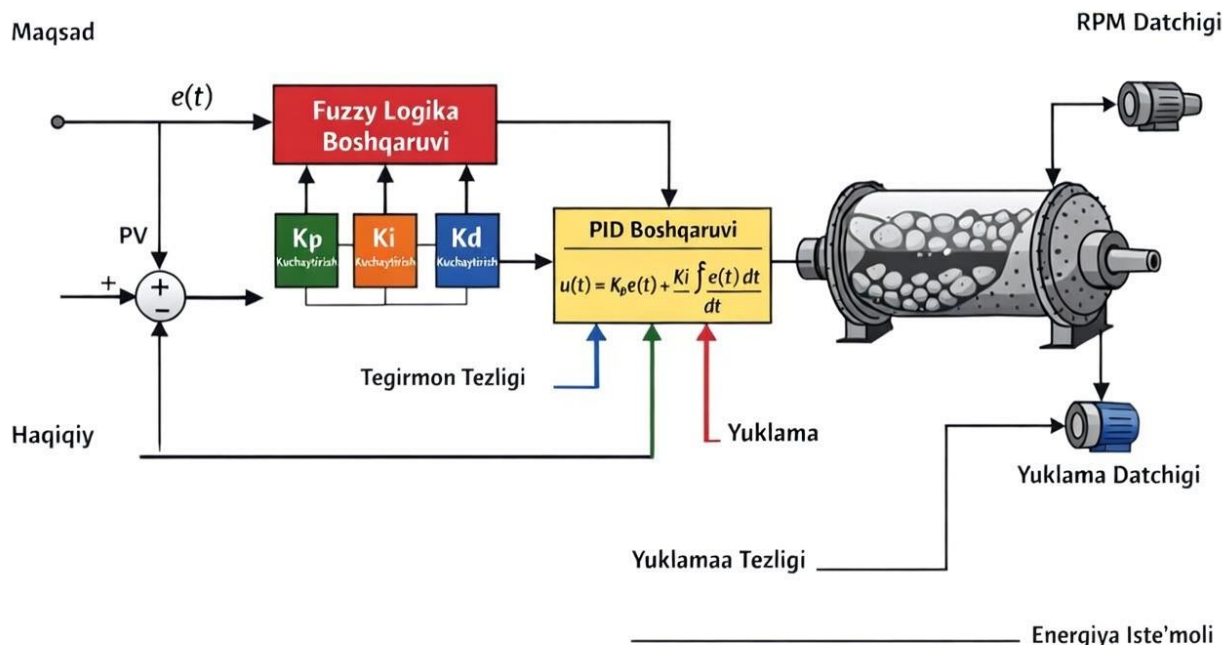
Abstract: In industrial production, the control of the ore level of the ball mill is of great importance for the normal operation of the ball mill. Considering the nonlinearity, large inertia and strong coupling characteristics of the ball mill, we studied the fuzzy PID type of feeding control algorithm of the MSHS-32x45 ball mill, and based on the fuzzy inference to self-adjust the PID parameters, we realized the automatic control of the ball mill feeding, which ensured the normal operation of the ball mill. The ball mill system is able to overcome any factors, avoid the grinding of the ball mill such as "empty" or "overflow". Through MATLAB simulation, it was confirmed that the system has excellent control characteristics and robustness, efficiency and wide applicability.

Keywords: ball mill, fuzzy-PID control, ore speed, PID controller

1. Kirish. Sharli tegirmon – bu rudani ag'darib, sindirish va maydalash uchun ishlatiladigan asosiy uskuna. U rangli metall, yangi qurilish materiallari, silikat mahsulotlari, o'tga chidamli materiallar, o'g'itlar, qora va sement va shisha keramika va boshqa ishlab chiqarish sanoatida keng qo'llaniladi, turli xil rudalar va boshqa maydalanadigan materiallar uchun quruq yoki ho'l yanchish mumkin. Turli xil rudalar va boshqa materiallarni maydalash uchun ishlatiladigan sharsimon tegirmon mineralni qayta ishlash, qurilish materiallari va kimyo sanoatida keng qo'llaniladi. Sharsimon tegirmon yuqori energiyali uskunadir. Sanoat ishlab chiqarishida sharsimon tegirmonning nisbatan optimal ish holatida bo'lishi energiya samaradorligiga hal qiluvchi ta'sir ko'rsatadi, shu bilan birga sharsimon tegirmonning ishlash muddatini uzaytiradi, ishlab chiqarish xarajatlarini tejaydi va ish xavfsizligini kafolatlaydi.

Tizimni loyihalash maqsadi shar tegirmonida minerallar, chastota va tovush intensivligini aniqlaydigan ovozli ovoz uzatgichidan foydalanib, tegirmonning ish holatini aniqlashdir. Fuzzy PID boshqaruv modeli yordamida to'plangan ma'lumotlar ma'lum miqdordagi boshqaruv chiqishini inverter boshqaruviga o'tkazadi, tegirmonni oziqlantirishni boshqarishga erishish uchun dvigatel tezligini konga o'zgartiradi, shunda u normal ish holatida qoladi. An'anaviy PID boshqaruvi

samarasiz, Ikki kirish va uchta chiqish rejimidan foydalanadi. Fuzzy boshqaruvchi aniqlangan quvvat qiymatini xato qiymati e va xato o'zgarish tezligi ec ga muvofiq kirish boshqaruvi sifatida taqqoslaydi, fuzzy xulosa chiqarishni noaniq xulosa chiqarish operatsiyasi va boshqalarni muvofiqlashtiradi. Boshqaruv hajmini o'zgartirgandan so'ng, kon motoriga tezlikni rudaga moslashtirish mumkin, bu tegirmonni rudani avtomatik boshqarishga imkon beradi. 1-rasmda ko'rsatilganidek, shar tegirmonining loyqa boshqaruv oqim jadvallari.



1-rasm. Shar tegirmonning fuzzy PID boshqaruv tizimi.

2. Materiallar va metodlar

An'anaviy PID, ishlatish oson, lekin sharsimon tegirmonni boshqarish obyekti chiziqli bo'lmagan, katta inertsia, kuchli bog'lanish va boshqalarga ega, an'anaviy PID boshqaruv effektidan foydalanish aniq emas va an'anaviy PID boshqaruvida moslashuvchanlik yo'q, ba'zi parametrlarni samarali boshqaruv tizimlarini o'zgartira olmagan holda. Shuning uchun, fuzzy PID boshqaruvidan foydalanish yaxshi usuldir. Bu yerda qo'llanilganidek, fuzzy moslashuvchan boshqaruv, ya'ni fuzzy matematikaning asosiy nazariyasi va usuli, qoida shartlari, fuzzy to'plam yordamida ifodalash uchun operatsiyalar va bu fuzzy boshqaruv qoidalari va dastlabki PID parametrlari kompyuterda bilim bazasi sifatida saqlanadi va keyin boshqaruv tizimining haqiqiy javobi orqali xulosa chiqarish orqali amalga oshirilishi mumkin. Fuzzy o'z-o'zini sozlash PID parametrlari PID bilan uchta parametr e va ec o'rtasidagi fuzzy munosabatni topishdan iborat bo'lib, doimiy ravishda ishlaydigan e va ec ni aniqlaydi, fuzzy boshqaruv nazariyasiga asoslanib, k_p , k_i , k_d -liniyalari e ga mos keladigan tarzda o'zgartiriladi va boshqaruv parametrlari turli talablarga javob beradi, ammo boshqariladigan obyekt yaxshi dinamik va statik ishlashga ega. Diskret PID boshqaruv algoritmi:

$$u(t) = k_p(k) + k_i T \sum_{i=0}^k e(t) + k_d \frac{e(t) - e(t-1)}{T} \quad (1)$$

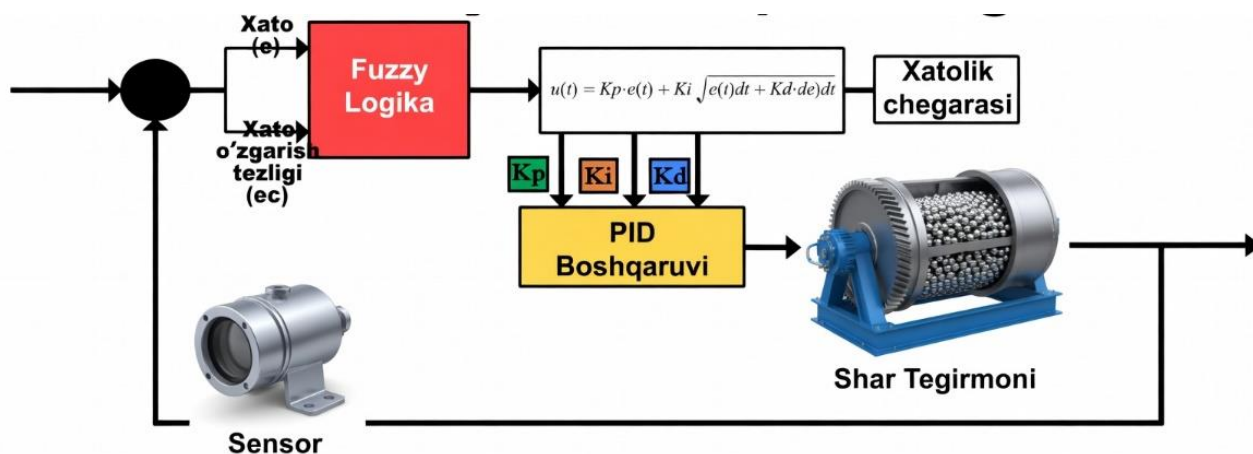
Formulada

k -namuna olish raqami,

T -namuna olish vaqti hisoblanadi.

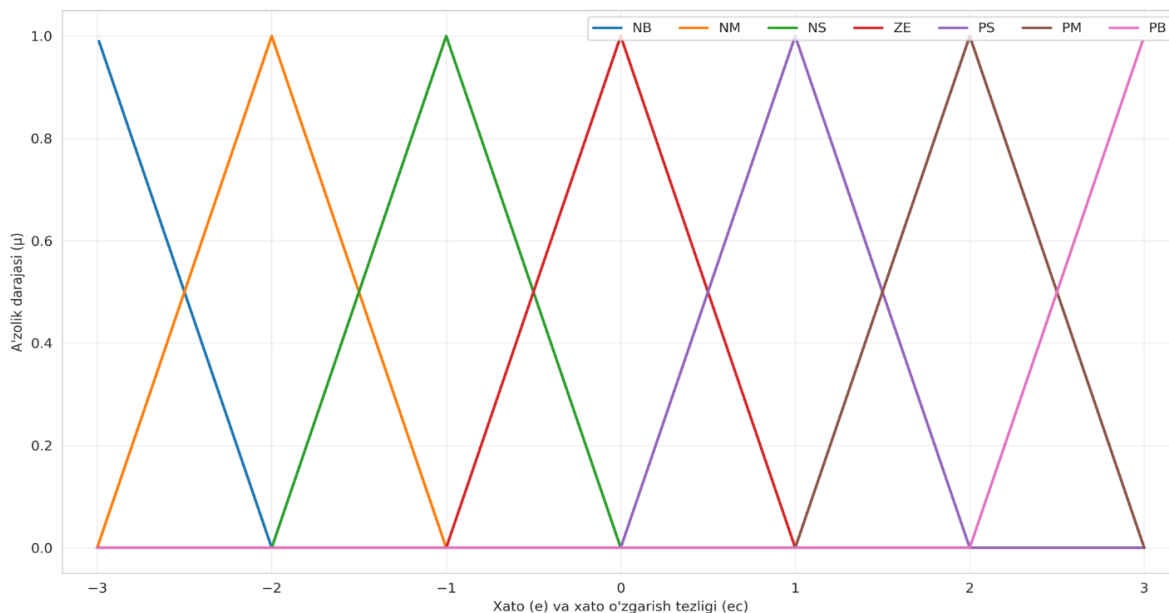
Fuzzy PID kontrollerini loyihalash

Fuzzy PID kontroller tuzilishi 2-rasmda ko'rsatilgan. Tekshirgichning kirishi motorning quvvati va e va ec ning o'zgarish tezligi o'rtasidagi farqning o'zgarishi, tizimning kirishi u va quvvat r . e ning loyqa kichik to'plami va ec ning og'ish o'zgarish tezligi: $[-3, +3]$, ec domeni $[-3, +3]$, $e=ec=[NB, NM, NS, ZE, PS, PM, PB]$.



2-rasm. Fuzzy PID boshqaruvining tuzilishi.

A'zolik funksiyalari trigonometrik funksiya shaklidan olingan. 3-rasmda ko'rsatilganidek, a'zolik funksiyasi diagrammasi.



3-rasm fuzzy o'zgaruvchi qiymatlarining a'zolik funksiyasi.

Tizim korpusining chiqish xususiyatlarining k_p , k_i , k_d parametrlariga ko'ra, umumiy holatda umumlashtirilgan holda, og'ishning mutlaq qiymati e va ec ning mutlaq qiymatining turli o'zgarishlari ostida og'ishning mutlaq qiymati, boshqariladigan jarayon parametrlari k_p , k_i , k_d Avtomatik sozlash quyidagi qoidalarni talab qiladi:

1. e ning mutlaq qiymati kattalashganda, tizimning javob tezligini tezlashtirish va dastlabki tarfakashlikning oldini olish uchun e katta bo'lib qolsa, bu differentsial haddan tashqari to'yinganlikka olib kelishi mumkin, bu esa boshqaruv harakatini tasdiqlangan doiradan tashqariga chiqaradi va shuning uchun k_p dan kattaroq va kichikroq k_d gacha bo'lishi kerak.

2. O'rtacha o'lchamdagi e va ec ning mutlaq qiymati kattalashganda, tizimning haddan tashqari kamayishiga javob berishi uchun tizimning javob tezligini ta'minlash uchun k_p , k_i , k_d sub o'rtacha kichikroq qiymatni olishi kerak.

3. e ning mutlaq qiymati kichik bo'lganda, tizim yaxshi barqaror holatdagi ishlashga ega bo'lgani uchun u k_p va k_i qiymatini oshirishi kerak.

Ushbu tamoyillarga muvofiq PID parametrlarini sozlash va odatiy tegirmon saytida ishlash tajribasi, loyqa qoidalar jadvali 1-jadvalda ko'rsatilgan:

Boshqaruv qoidalari

ec, u, e	NB	NM	NS	ZO	PS	PM	PB
PB	PB	PM	NM	NM	NB	NB	X
PM	PB	PM	NM	NM	NS	NS	X
PS	PB	PM	NS	NS	NS	NM	NB
ZO	PB	PM	PS	ZO	NS	NM	NB
NS	PB	PM	PS	PS	PS	NM	NB
NM	X	PB	PS	PS	PM	NM	NL
NB	X	PB	PB	PM	PM	NM	NB

Keyin xulosa chiqarish fuzzy boshqaruvchi fuzzy boshqaruv qoidalarini o'rnatadi, qoidalar bazasini o'ynab bo'lgandan so'ng, har bir parametr jadvalining qoidalariga muvofiq fuzzy xulosaga asoslanib, mutaxassis bilimi yoki uzoq muddatli to'plash operatorining qo'lda bajaradigan tajribasi hisoblanadi. Fuzzy logika quyidagicha:

Agar (e NB) va (ec PB) bo'lsa, u holda (kp PB) (ki PB)

Agar (e NM) va (ec PB) bo'lsa, u holda (kp PB) (ki PB)

...

Agar (e NS va (ec NB) bo'lsa, u holda (kp PB) (ki NB)

Turli xil fuzzy boshqaruv usullarining a'zolik holati o'rtacha og'irlikdagi a'zolikdan foydalangan holda aniqlanadi, bu fuzzy usulning o'rtacha og'irligi hisoblanadi:

$$U(kT) = \frac{\sum_{i=1}^n U_i(kT) \mu_c(U_i(kT))}{\sum_{i=1}^n \mu_c(U_i(kT))} \quad (2)$$

Formulada:

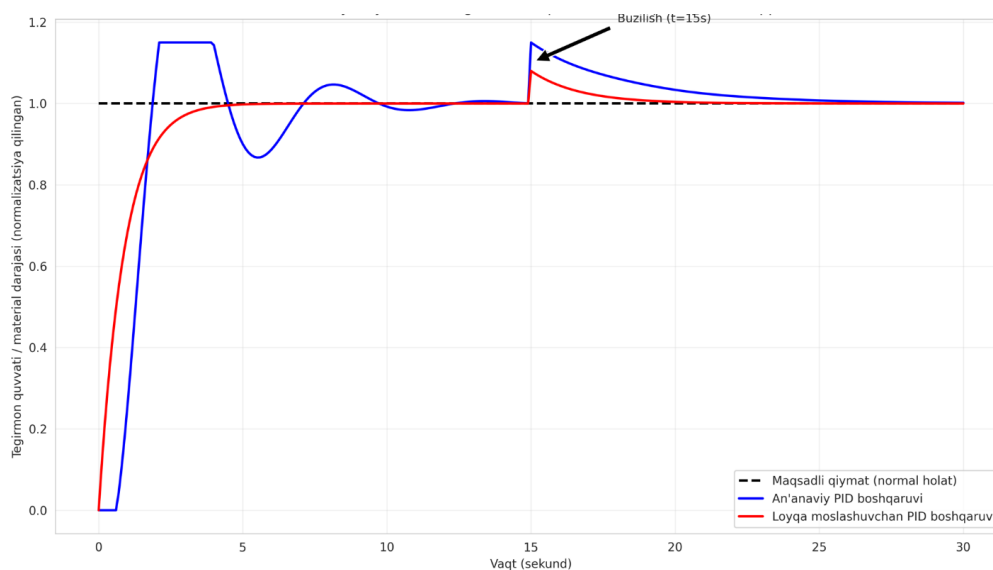
U (kT) ravshanlik qiymati;

U_i (kT) fuzzy kontrollarning chiqishi;

$\mu_c(U_i(kT))$ a'zolik

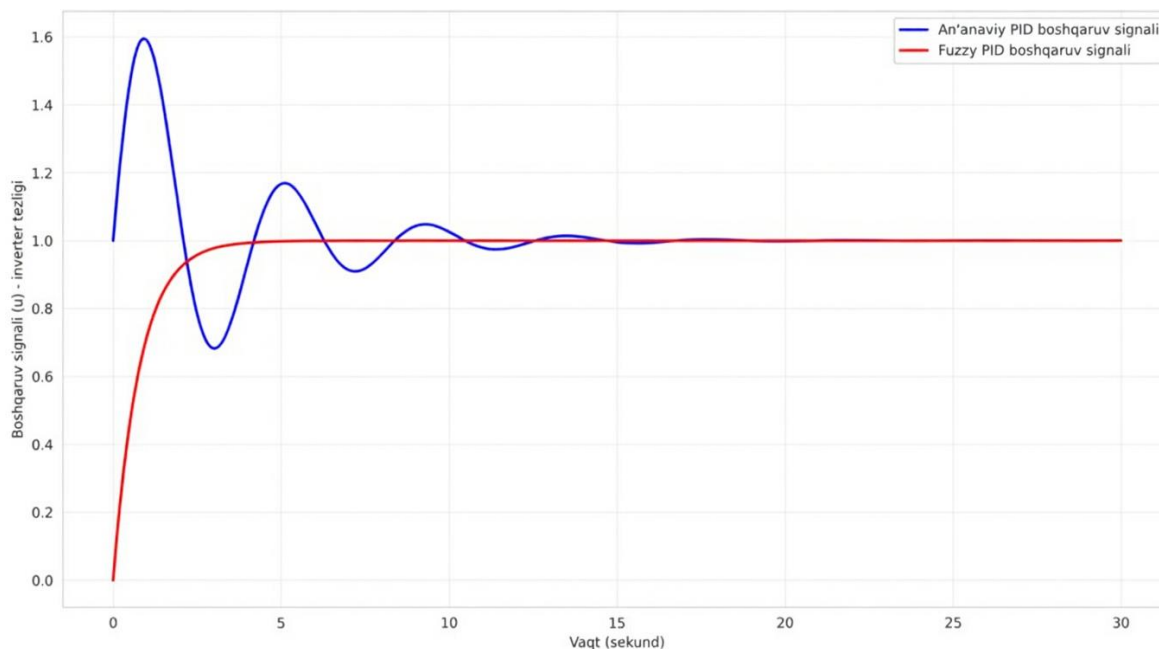
3. Natijalar va muhokama

Sharsimon tegirmonni boshqarish tizimi va sanoat boshqaruv kompyuter boshqaruv tuzilmasining kombinatsiyasidir. PLC bilan ma'lumotlar almashinuvini amalga oshirish uchun aloqa kartasi va Profibus tarmog'i orqali kompyuter, monitoring va ishlab chiqarishni boshqarish uchun sharsimon tegirmonni yakunlash uchun WinCC orqali. Pastki kompyuter shina aloqasi orqali asosiy stansiya va qul stansiyasidan foydalanadi. STEP7 dasturiy ta'minotining apparat konfiguratsiyasidan so'ng, PLC foydalanuvchi dasturi tayyorlanadi.



4-rasm. MATLAB simulyatsiyasi: Shar tegirmoni oziqlantirish boshqaruv javobi taqqoslashi.

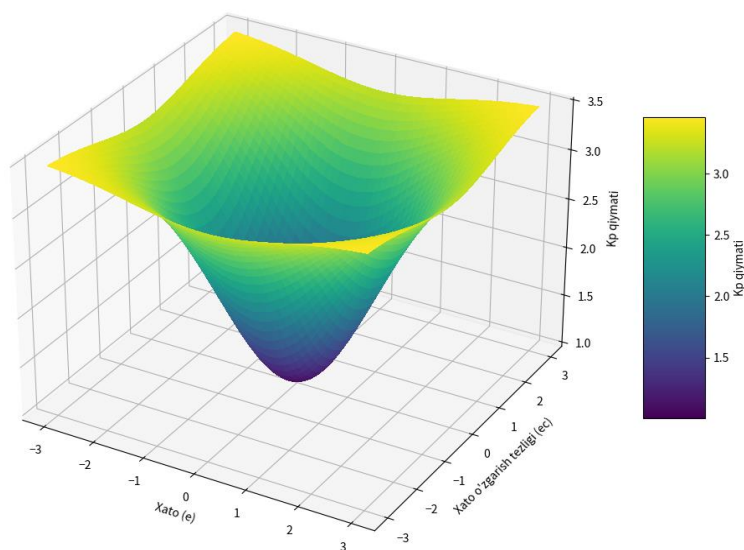
4-rasmda ko'rsatilgandek, qizil chiziq Fuzzy-PID ko'k chiziq ananaviy PID bilan solishtirganda ancha yaxshi dinamik xususiyatga ega. Fuzzy-PID tezroq maqsadli qiymatga yaqinlashadi, tebranish va haddan tashqari o'sish sezilarli darajada kamaygan. $t=15$ soniyada yuzaga kelgan buzilish paytida ananaviy PID kuchli tebranish va sekin barqarorlashishni ko'rsatsa, Fuzzy PID buzilishni tez bartaraf etib, tizimni barqaror holatga qaytaradi. Bu natija Fuzzy PID ning katta inertsiya, kechikish va chiziqli bo'magan xususiyatlarga ega bo'lgan sharli tegirmon uchun yuqori mustahkamlik va samaradorligini isbotlaydi.



5-rasm. Boshqaruv signali taqqoslanish (inverter dvigatel tezligi).

Grafikda ko'rsatilganidek, qizil chiziq (Fuzzy PID boshqaruv signali) ko'k chiziq (an'anaviy PID boshqaruv signali) bilan solishtirganda ancha silliq va barqaror xarakterga ega. An'anaviy PID da boshqaruv signali kuchli tebranish, haddan tashqari o'sish (1,6 gacha) va uzoq muddatli tebranishlarni ko'rsatadi. Bu esa inverter va dvigatelga ortiqcha yuklama beradi. Fuzzy PID esa inverter tezligini (u) juda silliq va tebranishsiz o'zgartiradi, tezda maqsadli qiymatga (1,0) yaqinlashadi va barqaror holatda qoladi. Natijada shar tegirmonining katta inertsiasini va kechikishiga qaramay, mexanik qismlar kamroq eskiradi, energiya sarfi kamayadi va tizimning umumiy ishonchliligi oshadi.

Rasmda ko'rsatilganidek, xato (e) va xato o'zgarish tezligi (ec) ning kattaligi oshganda kp parametri ham sezilarli darajada ortadi. Bu Fuzzy qoidalarining asosiy tamoyilini vizual tarzda tasdiqlaydi: katta xato paytida tizim tezroq javob berishi uchun proporsional koeffitsient (kp) kattalashtiriladi. Yuzaning silliq va muntazam shakli Fuzzy moslashuvchan boshqaruvning mustahkamligi va samaradorligini ko'rsatadi.



6-rasm. Fuzzy PID ning kp parametrining e va ec ga bog'liqligi.

4.Xulosa

Sharli tegirmonni maydalash jarayoni ko'proq tasodifiy aralashuv omillariga va katta inertsiya va kechikishga ega ekanligini hisobga olgan holda, fuzzy PID boshqaruv nazariyasi sharsimon tegirmonni oziqlantirishni boshqarish tizimiga kiritildi, bu onlayn parametrlarni o'z-o'zidan sozlash, o'z-o'zini sozlash orqali uzluksiz boshqarishni amalga oshiradi, bu sharli tegirmonni avtomatik boshqarish uchun samarali oziqlantirish imkonini beradi, sharli tegirmonni eng yaxshi ish holatiga keltiradi. Amaliyot natijalari shuni ko'rsatadiki, tizim ishonchli ishlaydi, tezlikni tartibga soladi, kuchli tiqilib qolishga qarshi qobiliyatga ega, yanchish samaradorligini oshiradi va yaxshi qo'llanilish qiymatiga ega.

Adabiyotlar

- [1]. Olimov, J., Ramazonov, B., & Sayfiyev, S. (2024). Increasing efficiency of induction motor by predictive control system. E3S Web of Conferences, 525, 03004.
- [2]. Shirinov, S. G. O., Olimov, J. S. O., Jumayev, Z. I., & Sayidov, M. K. (2024). Analysis of patterns of electricity consumption in mining and processing enterprises. Vibroengineering Procedia, 54.
- [3]. Eshmirzaev, M., & Narzullayev, B. (2024). Improvement of the control system with the drive of high voltage arc furnaces. Vibroengineering Procedia, 54.
- [4]. Olimov, J. S., Fayziyev, S. Sh., Raximov, F. M., Majidov, A. U., & Muxammadov, B. Q. (2023). Controlling power of short-circuited induction motor via modern sensors without speed change. In Proceedings of GEOTECH-2023 Conference. Navoi State University of Mining and Technologies, Navoi, Uzbekistan.
- [5]. Almezghwi, K. A. (2015). Direct torque control of induction motor using fuzzy logic. Nicosia.
- [6]. Olimov, J. S., & Raximov, F. M. (2023). Design and development of short-circuited induction motor. In Proceedings of the 4th International Conference on Integrated Innovative Development of Zarafshan Region: Achievements, Challenges and Prospects, Vol. II. Navoi, Uzbekistan.
- [7]. Olimov, J. S., & Eshmirzayev, M. A. (2023). Controlling power of induction motor via modern sensors without speed change. In Proceedings of the 6th International Conference on Integrated Innovative Development of Zarafshan Region: Achievements, Challenges and Prospects, Vol. II. Navoi, Uzbekistan.
- [8]. Yao, Y. (2016). Study of induction machines with rotating power electronic converter (Doctoral dissertation). Stockholm, Sweden.
- [9]. Shang, Z. (2011). Simulation and experiment for induction motor control strategies. Windsor, Ontario, Canada.
- [10]. Ibadullaev, M., & Tovbaev, A. N. (2020). Research of ferro-resonance oscillations at the frequency of subharmonics in three-phase non-linear electric circuits and systems. E3S Web of Conferences, 216, 01113.
- [11]. Tovbaev, A., Boynazarov, G., & Togaev, I. (2023). Improving the quality of electricity using the application of reactive power sources. E3S Web of Conferences, 390, 06032. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339006032>

УДК 662.997:663.635.048 (088:8)

СПОСОБЫ ОБЕССОЛИВАНИЯ ВОД

К.Х. Ахунов, А.К. Хомидов

*Ферганский государственный технический университет
(Получена 18.03.2026 г.)*

Аннотация. На сегодняшний день у человека резко повысилась нужда к потреблению питьевой воды. Многие ученые Европы для решения этой проблемы разработали устройства, приводящие к пригодности употреблению воды. Эти установки приводят к потреблению большого количества электроэнергии, для использования этих установок надо решить эту проблему для производства электроэнергии.

Данное исследовательское устройство используется для получения дистиллированной воды на основе солнечных опреснительных установок. На этих установках проводили экспериментальные исследовательские работы.

В статье приведены исследовательские работы учёных из европейских стран, а также приведены их недостатки.

Предлагаемая установка имеет возможность обеспечить дистиллированную воду к населению, авто-гаражам и другим объектам, приводит к недостатку питьевой воды, а также экономит электроэнергию.

Ключевые слова: питьевая вода, экспериментальная установка, электрическая энергия, солнечные лучи, пластинки, Z-образный металл, экономическая эффективность, теплоприёмник.

Аннотация. *Ҳозирги кунда инсонларнинг ичимлик сувига бўлган эҳтиёжлари кескин ортиб бормоқда. Бундай муаммони ечиш учун Европа олимлари ҳар қандай ифлосланган сувни ичишга яроқли ҳолатга келтириш учун қурилмалар ишлаб чиқишган. Бу қурилмалар кўплаб электр энергиясини истеъмол қилиш билан боғлиқ бўлиб, бундай қурилмаларни ишлатиш учун электр энергияси билан таъминлаш муаммосини ҳам ҳал этишни тақозо этади.*

Тадқиқ қилинаётган қурилма дистилланган тоза ичимлик суви олиш учун қуёш сув тозалагичларидан фойдаланилганлиги ва тажриба тадқиқотлари ўтказилганлигини такидлайди.

Мақолада Европа олимларининг тажрибаларидан намуналар келтирилган бўлиб, уларнинг бир қатор камчиликлари ҳам кўрсатиб ўтилган.

Таклиф этилаётган қурилма аҳолини, автогаражларни ва бошқа ичимлик суви танқис бўлган объектларни дистилланган тоза ичимлик суви билан таъминлаш имкониятини яратиб, электр энергияси сарфини ҳам тежайди.

Таянч сўзлар: *Ичимлик суви, тажриба қурилмаси, электр энергияси, қуёш нурлари, пластинкалар, Z-шаклидаги металл, иқтисодий самарадорлик, иссиқлик қабул қилгич.*

Abstract: *Nowadays, a person has sharply increased the need for drinking water. Many scientists in Europe to solve this problem have developed devices that lead to the usability of water. These plants lead to the consumption of a large amount of electric energy; to use these plants it is necessary to solve this problem for the production of electric energy.*

This research device is used to produce distilled water based on solar desalination plants. At these facilities, experimental research was carried out.

The article presents the research work of scientists from European countries, as well as their drawbacks.

The proposed installation has the ability to provide distilled water to the public, car garages and other facilities, leads to a lack of drinking water, and also saves electricity.

Keywords: *drinking water, experimental setup, electric energy, sun rays, plates, Z-shaped metal, economic efficiency, heat absorber.*

В настоящее время в сельской местности ряда областей Республики Узбекистан и стран СНГ испытывается острый дефицит в питьевой воде, благодаря постоянным мероприятиям, проводимым Правительством Республики, охват населения питьевым водоснабжением составляет в среднем 78,2 % [1]. Однако, обеспечение питьевой водой малозаселённых и труднодоступных населённых пунктов, остаётся довольно серьёзной проблемой, решение которой традиционными методами добыwania, улучшения качества, транспортирования и распределения питьевой воды является довольно дорогостоящим мероприятием. В тоже время в этих районах имеются значительные запасы соленых вод, непригодных для питья. Поэтому разработка альтернативных методов водоснабжения малозаселённых и труднодоступных населённых пунктов в условиях республики с применением новых технологий опреснения представляет определённый научный и практический интерес.

Обессоливание минерализованных вод можно осуществлять различными способами: путем замораживания и оттаивания соленой воды, её испарение и конденсации, за счет использования явления обратного осмоса.

В последние годы стали вести интенсивные исследования по поискам и разработке новых методов опреснения солёных вод, в основе которых лежат различные физические и химические явления: осмос, экстракция, адсорбция, поглощение солей водорослями, физическое или химическое воздействие на гидратную оболочку ионов солей с целью ее разрушения и осаждения солей и т.д.

В настоящее время вопросы орошения решаются в основном путем строительства крупных водохранилищ. Так, только в Узбекистане с 1941 по 1970 гг. было построено 12 водохранилищ с суммарным объемом 3-10⁹ м³. Однако засушливые земли можно осваивать и с помощью солнечных опреснителей.

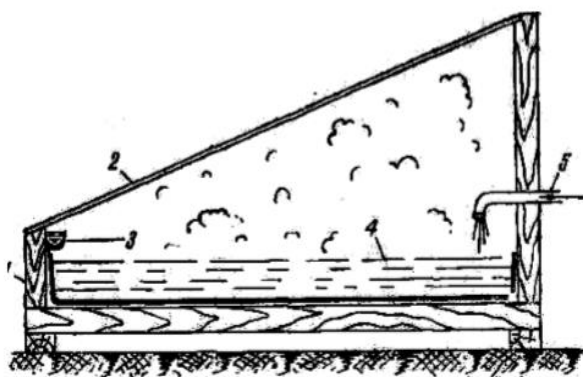


Рис. 1. Принципиальная схема парникового солнечного опреснителя.

Существуют различные методы опреснения: Один из них солнечные опреснители имеют концентраторы лучистой энергии. Действие солнечных опреснителей основано на принципе «горячего ящика». Принципиальная схема солнечного опреснителя парникового (лоткового) типа представлена на рис. 1. Опреснитель состоит из «горячего ящика» 1 с прозрачным покрытием 2 (оконное листовое стекло или полиэтиленовая пленка). Дно ящика зачернено. Соленая вода 4 поступает через трубку 5. Под

действием солнечной энергии вода испаряется и, соприкасаясь внутренней поверхностью оконного стекла, конденсируется и стекает в виде тонкой пленки в желоб 3, откуда собирается в резервуар для сбора пресной воды. С помощью такого солнечного опреснителя можно получить 2,5-3,5 л дистиллированной воды с 1м³ прозрачной поверхности установки.

Сотрудниками отдела гелиофизики Физико-технического института им. С. В. Стародубцева АН РУз совместно с физиками Бухарского государственного педагогического института им. С. Орджоникидзе разработаны, построены и испытаны солнечные опреснительные установки лоткового и наклонно-ступенчатого типа. На основе полученных экспериментальных данных «Узгипросельстроем» подготовлен проект солнечной водоопреснительной установки наклонно-ступенчатого типа СОУ-1000, предназначенной для снабжения пресной водой овцеводческих, каракулеводческих хозяйств в условиях отгонного животноводства и небольших сельских населенных поселков, расположенных в засоленных южных районах страны. Установка СОУ-1000 с полезной площадью 1000 м² состоит из 250 самостоятельных элементов. Каждый элемент (рис. 2) представляет собой сборную; железобетонную ребристую плиту 4, с пятью железобетонными продольными перегородками на дне. Сверху элемент перекрывается листовым оконным стеклом 2 в металлическом переплете 3. Железобетонный элемент размерами 3,73x1,3x0,35 м устанавливается под углом 90° к горизонту с южной ориентацией. Опреснители заполняются соленой водой. Испарившаяся под действием солнечной радиации вода осаждается на внутренней поверхности стекла и конденсируясь, стекает по желобу 1 в резервуар для сбора дистиллята объемом 10 м³, где разбавляется исходной водой. Согласно проекту, общая площадь, занимаемая опреснителем, равна 3520 м².

В 1975 г. построен и сдан в эксплуатацию опреснитель СОУ-1000 с полезной площадью 500 м² в совхозе «40 лет Октября» Кенимехского района Бухарской области Республики Узбекистан.

Известна опреснительная установка наклонно-ступенчатого типа [Б. М. Очилов., Т. Д. Жураев., Р. Ахтамов – “Испытание солнечного переносного опреснителя”, Гелиотехника №6, 1973, ст. 51-53], состоящая из пенопластового противня, разделенная на ряд секций с помощью ступеней, перпендикулярных к плоскости дна; полиэтиленовая ванна и пленка черного цвета и прозрачной изоляции (оконное стекло), желобки с жесткой основой.

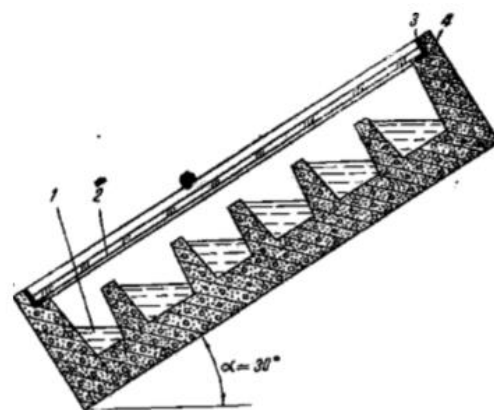


Рис. 2. Схема элемента солнечного опреснителя наклонно-ступенчатого типа.

Недостатком этой установки является окисление пленки и желобков, что приводит к ухудшению качества процесса и количества опреснения соленой воды.

На основе опытов и проведенных расчетов были установлены оптимальные размеры опреснителя полуцилиндрической формы [Э. Ж. Норов, Т. Д. Жураев, Б. М. Ачилов – «Экспериментальные исследования солнечных опреснителей с различной пленочной поверхностью», Гелиотехника №1, 1977, ст. 76-81]: радиус кривизны 0,5м, ширина основания 1м, длина 5м.

Солнечный опреснитель полуцилиндрической формы с ориентацией восток – запад имеет более высокую производительность, чем с ориентацией юг-север [Э. Ж. Норов, Т. Д. Жураев, Б. М. Ачилов – «Экспериментальные исследования солнечных опреснителей с различной пленочной поверхностью», Гелиотехника №1, 1977, ст. 76-81].

Одним из основных факторов, влияющих на производительность пленочных солнечных опреснителей являются направление и скорость ветра.

В условиях республик Центральной Азии основное направление ветра -северное. При этом если скорость ветра превышает 5м/сек, тогда производительность этой установки соответственно уменьшается. Производительность установки полуцилиндрической формы, расположенной с ориентацией восток-запад, меньше, чем с ориентацией юг-север: При этом меньше вибрирует поверхность полуцилиндра. При скорости ветра 3-5 м/сек. образуемый конденсат хорошо протекает по нижней поверхности пленки [Э. Ж. Норов, Т. Д. Жураев, Б. М. Ачилов – «Экспериментальные исследования солнечных опреснителей с различной пленочной поверхностью», Гелиотехника №1, 1977, ст. 76-81].

Известный солнечный опреснитель состоит из корпуса, выполненного разъемным и снабженным разделяющей корпус пополам на верхнюю и нижнюю полость мембраной с клапаном, установленным в верхней полости корпуса, дозирующего штуцера и связывающего нижнюю полость с атмосферой патрубком [2].

Однако конструктивное выполнение такого опреснителя сложное, эффективность не высокая.

Задачей разработанной установки является повышение коэффициента полезного действия (к.п.д.) солнечного опреснителя.

Поставленная задача решается тем что, плавучий солнечный опреснитель, содержащий корпус, разделенный на верхнюю прозрачную часть и нижнюю часть для сбора опресненной воды, сообщаемые между собой посредством отверстия, выполненного в центре разделительного элемента, снабжен средством для подвода опресняемой воды и патрубком отвода опресненной воды, емкостью для опресняемой воды, установленной на разделительном элементе с образованием зазора между ним и стенками верхней части корпуса полусферической формы, теплоприемниками Н-образной формы в поперечном сечении, размещенными в ряд внутри емкости для опресняемой воды, а на дне нижней части размещено средство для поддержания равновесия в виде бетонного грузинка, при этом верхняя часть корпуса выполнена из пленки, емкость - из пенопласта, теплоприемники - из железа, причем поверхность обращенных вверх плоских сторон теплоприемников покрыта слоем черного лака.

Для достижения цели необходимо, во-первых, понизить температуру поверхности нижней части опреснителя, погрузив опреснитель в водоем. Во-вторых, необходимо повысить температуру опресняемой, соленой воды. Этого можно достичь, поместив в пенопластовую емкость опреснителя, металлические теплоприемники,

Сущность данной работы заключается в повышении к.п.д. опреснителя. Для этого необходимо во-первых, снизить температуру поверхности пленки и сосуд дистиллированной воды, в котором концентрируется паровая среда, конденсирующиеся воду плёнки, поместить нижнее полушарие опреснителя в водоем. Во-вторых, необходимо повысить температуру соленой воды. Этого можно достичь, поместив в пенопластовую емкость опреснителя, металлические теплоприемники, Н-образной формы в поперечном сечении. Образовавшийся пар конденсируется на пленке, конденсат проходит через зазор и

отверстие, выполненное в центре разделительного элемента и опресненная вода концентрируется в нижней части сосуда для опресненной воды. Пенопласт, из которой выполнена емкость опреснителя, легкий имеет достаточную механическую прочность, сохраняет температуру *емкости* постоянной.

Сущность разработанной установки поясняется чертежом, представленным на рис. 3. Плавающий солнечный опреснитель, содержит корпус, разделенный на верхнюю прозрачную часть 1 и нижнюю часть 2 для сбора опресненной воды 12, сообщающиеся между собой посредством отверстия, выполненного в центре разделительного элемента 13, снабжен средством 10 для подвода опресняемой воды с краном 11 для слива и патрубком отвода опресненной воды 12, емкостью 9 для опресняемой воды 5, установленной на разделительном элементе 13 с образованием зазора между ним и стенками верхней части 1 корпуса полусферической формы, теплоприемниками 7 Н-образной формы в поперечном сечении, размещенными в ряд внутри емкости 9 для опресняемой воды, ручкой 4, а на дне нижней части размещено средство для поддержания равновесия в виде бетонного груза 6, покрытая пленкой 8, при этом верхняя часть корпуса выполнена из пленки, емкость 9 – из пенопласта, теплоприемники 7 – из железа, причем поверхность обращенных вверх плоских сторон теплоприемников покрыта слоем черного лака.

Плавающий солнечный опреснитель с Н-образным металлическим теплоприемником

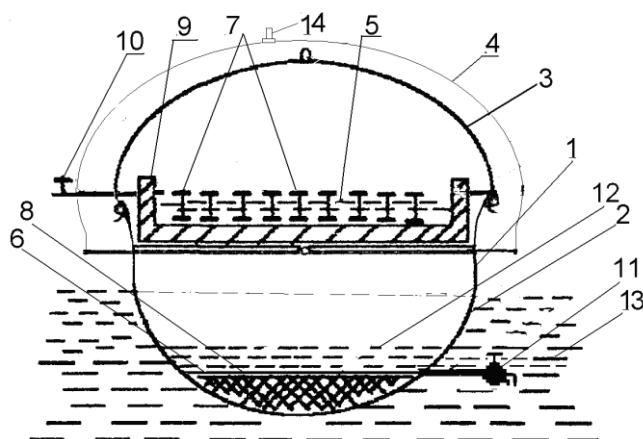


Рис. 3. Устройство плавающего солнечного опреснителя с Z-образного металлического теплоприемника.

1-ёмкость для опресняемой воды, 2-сосуд для дистиллированной воды, 3-пленка, 4-держатель, 5-опресняемая вода, 6-бетонная смесь, 7 - Z-образный металлический теплоприемник, 8-пленка, 9-держатель Z-образного металлического теплоприемника, 10-водозаполняемый кран, 11-кран для слива дистиллята, 12-дистиллят, 13-исходная вода, 14-замок для открытия и закрытия плазменного сосуда.

Устройство работает следующим образом: опреснитель заполняется через кран средства для подвода 10 опресняемой воды водой 14 из водоема, поток излучения солнца проходит через пленку 3, попадает на выполненные Н-образной формы в поперечном сечении металлические теплоприемники 7. Теплоприемники нагреваются, начинается испарение опресняемой воды 5, пар садится на внутреннюю поверхность верхней прозрачной части 1 из пленки, накапливается и конденсируясь, собирается в нижней части 2, являющийся сосудом для опресненной воды 12.

Список литературы

- [1]. Ahatov I.S. Solar desalination plant of basin type coupled with multi - effect still. “Фундаментальные и прикладные вопросы физики”, Труды международной конференции, посвященной 90-летию академика С. А. Азимова, Ташкент-2004, ст. 116-118
- [2]. O’lmasova A. S. Использование солнечной энергии при разработке альтернативных методов водоснабжения [солнечные опреснительные установки] Диссертация, Ташкент 2015, ст. 16-20.
- [3]. Ochilov B. M, Juraev T. D, Axtamov R. – “Испытание солнечного переносного опреснителя”, Гелиотехника №6, 1973, ст. 51-53.
- [4]. Norov E. J, Juraev T. D, Achilov B. M. – «Экспериментальные исследования солнечных опреснителей с различной пленочной поверхностью», Гелиотехника №1, 1977, ст. 76-81.
- [5]. Хатамов С. О. и др. - Плавающий солнечный опреснитель, - патент на полезную модель, Агентством по интеллектуальной собственности Республики Узбекистан, UZ FAR 01271.

- [6]. Yu Jian., J. S. Ahatov. Solar Desalination system based on humidification-dehumidification (HD) process. //Гелиотехника -2006, №3, стр. 31-37.
- [7]. J. S. Ahatov, Yu Jian. Study of heat and mass transfer processes in the evaporator of HD solar desalination system. Int. Conf. Physical-Technical institute, SPA "Physics-Son" Academy of Sciences of Uzbekistan. Tashkent -2006. P-51-53
- [8]. Ахатов J. S. Разработка и исследование солнечных парниковых водоопреснителей с многоступенчатыми рекуперативными испарительно -конденсационными камерами. Автореф. Канд. Дисс. Ташкент-2007.
- [9]. Ахатов J. S. Тепловой баланс солнечной водоопреснительной установки парникового типа с регенеративным использованием тепла // гелиотехника -2005, №2, стр.27-30.
- [10]. Ахатов J. S., Djuraev T. D. Эксергетическая эффективность солнечных водоопреснительных установок парникового типа // гелиотехника -2003, №4, стр.84-86.
- [11]. Achilov B. M., Chuchenkov V. V. Теплопередача при периодических тепловых воздействиях и температурный режим низко потенциальных гелиоустановок. Т: Фан. 1989, стр. 104.
- [12]. Devic A. Shubetr R. Альтернативные источники энергии в строительном проектировании. М.: Строй. издат. 1983, стр.190.
- [13]. Bayramov R. B. Использование солнечной энергии. Ашхабад., Ылым 1986, стр. 280.
- [14]. Seyitqurbonov S. Комбинированная опреснительная установка. Ашхабад., Ылым 1987, стр. 160.
- [15]. Комилов О. С. и др. Результаты испытаний солнечных дистилляционных установок с эмалированными теплоприемниками (СДУ-Э) // гелиотехника – Т.: Фан 1981 стр.28-31.
- [16]. Обедков В. А. и др. Лабораторный практикум по строительной физике. М. Высшая школа. 1979. стр. 221.
- [17]. М. А. Михеев, И. М. Михеева. Основы теплопередачи. М. Энергоиздат. 1977. стр. 312.
- [18]. Hayritdinov B. E., Sattorov B. M., Holmirzayev N. S. Quyosh energiyasidan foydalanishning fizik asoslari. T., fan 2012. 230b.
- [19]. Hayritdinov B. E., Sodiqov T. A., Nuriddinov B.N. O'rta maktab fizika kursida geliotexnika materiallaridan foydalanish. T.: Fan. 1995. 195b.
- [20]. Allaqulov P. E., Hayriddinov B. E., Kim V. D., Нетрадиционная теплоэнергетика. Т.: Фан, 2009. 132 с.

QUYOSH FOTOELEKTRIK STANSIYALARINI O'RNATISH VA SOZLASHNING ILMIY-ASOSIY JIHATLARI

Sh.S. Sayitov, 62-23 TJCHAB yo'nalishi talabasi D.H. Shaymanov

¹Farg'ona davlat texnika universiteti,
+998 90 546 82 81, Jeknil_91@mail.ru,
+998 90 546 82 81, Jeknil_91@mail.ru.
(Qabul qilindi 18.03.2026 y.)

Annotatsiya. Mazkur maqolada quyosh fotoelektrik stansiyalarini (QFES) loyihalash, o'rnatish va ishga tushirish jarayonlarining ilmiy-texnik asoslari yoritilgan. Fotoelektrik panellarni joylashtirish, inverter va elektr himoya vositalarini tanlash, ulash sxemalari hamda tizimni sozlash bosqichlari batafsil tahlil qilinadi. Shuningdek, energiya samaradorligini oshirish, ekspluatatsiya jarayonida yuzaga keladigan texnik muammolar va ularni bartaraf etish usullari ilmiy nuqtai nazardan asoslab beriladi.

Tayanch so'zlar: quyosh energetikasi, fotoelektrik modul, inverter, MPPT, energiya samaradorligi, qayta tiklanuvchi energiya.

Аннотация. В данной статье рассматриваются научно-технические основы проектирования, монтажа и ввода в эксплуатацию солнечных фотоэлектрических электростанций (СФЭС). Подробно анализируются этапы размещения фотоэлектрических панелей, выбора инверторов и устройств электрической защиты, схем подключения и настройки системы. Также научно обоснованы методы повышения энергоэффективности, технические проблемы, возникающие в процессе эксплуатации, и способы их устранения.

Ключевые слова: солнечная энергия, фотоэлектрический модуль, инвертор, MPPT, энергоэффективность, возобновляемая энергия.

Abstract. This article examines the scientific and technical foundations of the design, installation, and commissioning of solar photovoltaic power plants (SPPPs). It analyzes in detail the stages of PV panel placement, inverter and electrical protection device selection, connection diagrams, and system

configuration. It also provides a scientifically substantiated explanation of energy efficiency improvement methods, technical issues that arise during operation, and solutions.

Keywords: solar energy, photovoltaic module, inverter, MPPT, energy efficiency, renewable energy.

Kirish

So'nggi o'n yilliklarda global energetika tizimida qayta tiklanuvchi manbalarning ulushi tez sur'atlarda oshib bormoqda. Bunga asosiy sabablar sifatida an'anaviy yoqilg'i resurslarining cheklanganligi, energetik xavfsizlik masalalari, atmosferaga chiqayotgan issiqxona gazlarini kamaytirish talablari va elektr energiyasiga bo'lgan talabning uzluksiz ortishini ko'rsatish mumkin. Shu nuqtai nazardan, quyosh fotoelektrik stansiyalari (QFES) bevosita quyosh nurlanishini elektr energiyasiga aylantiruvchi texnologiya sifatida yuqori ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

QFESning ustun jihati shundaki, u modul tuzilishga ega: kichik quvvatli (uy xo'jaligi) tizimlardan tortib, katta quvvatli (sanoat/elektr stansiya) klasterlargacha bosqichma-bosqich kengaytirish mumkin. Biroq fotoelektrik tizimdan kutilgan energiya hosildorligini olish faqatgina sifatli uskunani tanlash bilangina cheklanmaydi; o'rnatish joyi, geometriya (azimut va qiyalik), soyalanish, elektr ulanish sxemasi, himoya va yerga ulash, kabel yo'qotishlari, invertor sozlamalari, monitoring kabi omillar yakuniy natijaga bevosita ta'sir ko'rsatadi.

Amaliy tajribalar shuni ko'rsatadiki, loyihalash va montaj bosqichlarida yo'l qo'yilgan kichik xatolar ham stansiya ishlab chiqaradigan energiyani sezilarli kamaytirishi, invertor ish rejimining beqarorlashishi, himoya avtomatikasining keraksiz ishlashi yoki uzoq muddatda yong'in xavfi kabi muammolarga olib kelishi mumkin. Shuning uchun QFESni o'rnatish jarayoni elektr xavfsizligi, standartlarga moslik va energetik samaradorlik tamoyillari asosida ilmiy yondashuv bilan tashkil etilishi lozim.

Mazkur bo'limda QFESni o'rnatishning texnik bosqichlari ketma-ketligi hamda har bir bosqichda bajarilishi zarur bo'lgan asosiy hisob-kitob va tekshiruvlar ilmiy-uslubda yoritiladi.

Quyosh fotoelektrik stansiyalarining ishlash prinsipi fotoelektrik effektga asoslanadi. Quyosh nuri yarimo'tkazgich material (odatda kremniy) yuzasiga tushganda, elektronlar qo'zg'alib, elektr tokini hosil qiladi. Fotoelektrik modullar ketma-ket va parallel ulanib, kerakli kuchlanish va tok qiymatlari shakllantiriladi. Hosil bo'lgan o'zgarmas tok (DC) invertor yordamida o'zgaruvchan tokka (AC) aylantiriladi va iste'molchilarga uzatiladi.

QFESni o'rnatish odatda quyidagi **ketma-ket bosqichlar** orqali amalga oshiriladi: dastlabki texnik audit va ma'lumot yig'ish, elektr-energetik hisob-kitob va loyihalash, mexanik montaj (konstruksiya), DC qismini yig'ish (stringlar, himoya), invertor va AC qismini ulash, yerga ulash va chaqmoqdan himoya, sinov va ishga tushirish (commissioning), monitoring va ekspluatatsiyaga topshirish.

Dastlabki tekshiruv (texnik audit) va talablarni aniqlash. O'rnatishdan oldin obyekt bo'yicha quyidagi ma'lumotlar yig'iladi:

- **Korxonani yoki xonadonni elektr yuklamasi:** kunlik/oylik energiya sarfi (kWh), maksimal quvvat (kW), pik soatlar.
- **Tarmoq parametrlari:** kuchlanish (1-faza/3-faza), chastota, tarmoq sifati (kuchlanish tebranishi).
- **O'natish joyi va sharoiti:** tom/yer maydoni, shamol va qor yuklamasi, konstruksiya ko'tarish imkoniyati.
- **Soyalanish tahlili:** daraxt, bino, ustun, antennalar keltirib chiqaradigan soyalar.
- **Ekspluatatsiya talablari:** on-grid (tarmoqqa ulangan), off-grid (akkumulyatorli), hybrid (aralash).

Mazkur bosqichda noto'g'ri baholash (masalan, soyalanishni e'tiborsiz qoldirish yoki tomning ko'tarish qobiliyatini hisobga olmaslik) keyingi barcha bosqichlarning iqtisodiy va texnik samaradorligiga juda katta salbiy ta'sir qiladi.

Quvvat tanlashda quyidagi masalalar ilmiy asosda ko'rib chiqiladi:

- kutilayotgan yillik energiya ishlab chiqarish (kWh/yil),
- tizim yo'qotishlari (kabel, invertor, harorat, ifloslanish),

- panel samaradorligining haroratga bogʻliqligi,
- inverter va panel quvvatlari nisbati (DC/AC).

Natijada stansiya quvvati “faqat panel soni” boʻyicha emas, balki **real ishlash sharoitida energiya hosildorligi** boʻyicha optimallashtiriladi.

Joylashtirish geometriyasi: yoʻnalish (azimut), qiyalik va soyalanishni kamaytirish.

Fotoelektrik modullar joylashtirilganda:

- **azimut** (qaysi tomonga qarashi),
- **qiyalik burchagi** (tilt angle),
- qatorlar orasidagi masofa (soyalanmaslik sharti),
- mavsumiy quyosh balandligi va nurlanish burchagi hisobga olinadi.

Soya hatto modulning kichik qismini yopsa ham, string boʻyicha tok cheklanishi kuzatilishi mumkin. Shu sababli soyalanish zonalari uchun **stringlarni toʻgʻri boʻlish**, optimizator/mikroinverter yoki MPPT kanallarni moslash kabi yechimlar koʻrib chiqiladi.

Mexanik montajning ilmiy-texnik talablari:

- shamol va qor yuklamalariga chidamlilik,
- korroziyaga qarshi himoya (galvanizatsiya/anodlash),
- termik kengayish va vibratsiya taʼsirini hisobga olish,
- tom yopmasini shikastlamaslik (gidroizolyatsiya),
- servis uchun kirish tramp yoʻlaklari.

Panel ramkasi va konstruksiya orasida elektr kontaktlarning tasodifiy hosil boʻlishi (potensial farq) oldini olish uchun tegishli izolyatsion elementlar va yerga ulash (Заземление) choralari ham koʻriladi.

DC qismini yigʻish: stringlar, kabellar va DC himoya tizimlari. Bu bosqichda quyidagilar bajariladi:

- modullarni **ketma-ket (series)** ulab string ishchi kuchlanishini hosil qilish,
- kerak boʻlsa modullarni **parallel** ulab tokni oshirish,
- DC kabellarni yuqori kuchlanish va haroratga chidamli turini tanlash,
- kabel kesimini tok va masofa boʻyicha hisoblash (yoʻqotishlarni cheklash),
- **string combiner box** (SCB) oʻrnatish (katta tizimlarda),
- DC ximoya, DC avtomat va **surge protection (SPD)** ni qoʻllash.

Ayniqsa DC tarafda xavfsizlik juda muhim: yuqori kuchlanishli DC yoy (arc) yuzaga kelishi mumkin. Shuning uchun kontaktlar sifati, konnektorlar mosligi va kabel ulangan joylarning mexanik mustahkamligi qatʼiy nazorat qilinadi.

Invertorni oʻrnatish va oʻzgaruvchan kuchlanish (AC) tomonni ulash, Inverter tanlash va oʻrnatishda:

- MPPT kanallari soni va string konfiguratsiyasi,
- invertorning sovitilishi (ventilyatsiya) va joylashuvi,
- AC himoya: avtomat, RCD/RCBO (zarur boʻlsa), SPD,
- tarmoqqa ulanish shartlari (grid kod talablari) hisobga olinadi.

AC qismida kabel kesimi, fazalar boʻyicha yuk taqsimoti, kuchlanish tushuvi va qisqa tutashuv toki hisoblari bajariladi.

Yerga ulash QFESning uzoq muddatli ishonchliligi va odam xavfsizligining asosi hisoblanadi. Bunda:

- metall konstruksiya va panel ramkalarini yerga ulash,
- inverter va elektr shkaflarni yerga ulash,
- chaqmoqdan himoya (LPS) boʻlsa, u bilan muvofiqlashtirish,
- SPDlarni toʻgʻri daraja va joyda qoʻyish amalga oshiriladi.

Ishga tushirishdan oldin majburiy tekshiruvlar:

- DC kuchlanishni tekshirish,
- string kuchlanishi va izolyatsiya qarshiligini oʻlchash,
- konnektor va qistirmalarning qizib ketishini baholash,
- invertorga ulangan klemniklar, himoya sozlamalari,

- tarmoq parametrlari mosligi.

Xulosa qilib aytganda sinovlar natijasi protokollashtirilib, obyekt ekspluatatsiyaga topshiriladi.

Quyosh fotoelektrik stansiyalarini sozlash va ishga tushirish

1. Invertorni sozlash

Invertor sozlamalari (kuchlanish, chastota, MPPT rejimi) mahalliy elektr tarmog'i standartlariga mos ravishda amalga oshiriladi. MPPT (Maximum Power Point Tracking) algoritmi quyosh panellaridan maksimal quvvat olishni ta'minlaydi.

2. Monitoring va nazorat

Zamonaviy QFESlar SCADA, Wi-Fi yoki GSM asosidagi monitoring tizimlari bilan jihozlanadi. Bu tizimlar yordamida real vaqt rejimida quvvat, kuchlanish va energiya ishlab chiqarish ko'rsatkichlari nazorat qilinadi.

Energiya samaradorligini oshirish masalalari

Ilmiy tadqiqotlar asosida quyosh stansiyalarining samaradorligini oshirish uchun quyidagi chora-tadbirlar tavsiya etiladi:

- panellarni muntazam tozalash;
- optimal burchak va yo'nalishni saqlash;
- yuqori samarali invertorlardan foydalanish;
- aqlli monitoring va boshqaruv tizimlarini joriy etish.

Xulosa

Quyosh fotoelektrik stansiyalarini to'g'ri o'rnatish va ilmiy asoslangan sozlash energiya ishlab chiqarish samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. QFESlar ekologik toza va iqtisodiy jihatdan samarali bo'lib, ularni keng miqyosda joriy etish mamlakat energetik xavfsizligini mustahkamlashga xizmat qiladi. Ilmiy yondashuv asosida amalga oshirilgan loyihalar uzoq muddatli va barqaror ishlashni ta'minlaydi.

Adabiyotlar

- [1]. Messenger, R. A., & Ventre, J. (2010). Photovoltaic Systems Engineering. CRC Press, Boca Raton.
- [2]. Green, M. A. (2013). Solar Cells: Operating Principles, Technology, and System Applications. Prentice-Hall, New Jersey.
- [3]. Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (2013). Solar Engineering of Thermal Processes. John Wiley & Sons, New York.
- [4]. Luque, A., & Hegedus, S. (2011). Handbook of Photovoltaic Science and Engineering. John Wiley & Sons.
- [5]. Villalva, M. G., Gazoli, J. R., & Filho, E. R. (2009). Comprehensive approach to modeling and simulation of photovoltaic arrays. IEEE Transactions on Power Electronics, 24(5), 1198–1208.
- [6]. Teodorescu, R., Liserre, M., & Rodríguez, P. (2011). Grid Converters for Photovoltaic and Wind Power Systems. John Wiley & Sons.
- [7]. Faranda, R., & Leva, S. (2008). Energy comparison of MPPT techniques for PV systems. WSEAS Transactions on Power Systems, 3(6), 446–455.
- [8]. Hohm, D. P., & Ropp, M. E. (2003). Comparative study of maximum power point tracking algorithms. Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 11(1), 47–62.
- [9]. Kalogirou, S. A. (2014). Solar Energy Engineering: Processes and Systems. Academic Press, London.
- [10]. IEC 62548:2016. Photovoltaic (PV) arrays – Design requirements. International Electrotechnical Commission.
- [11]. IEC 60364-7-712:2017. Low-voltage electrical installations – Requirements for photovoltaic power supply systems. IEC.
- [12]. Saidov, A., Xolmatov, B. (2021). Quyosh fotoelektrik tizimlarining samaradorligini oshirish usullari. O'zbekiston Texnika Jurnali, №4, 45–52.
- [13]. Karimov, Sh., & Abdullayev, D. (2020). Qayta tiklanuvchi energiya manbalarini elektr tarmoqlariga integratsiyalash masalalari. Energetika muammolari, 2(18), 33–39.
- [14]. International Renewable Energy Agency (IRENA). (2023). Solar PV in Power Systems. Abu Dhabi.

REAL-TIME MULTIMODAL PERSONALIZED FEDERATED LEARNING FOR AUTOMATED CLINICAL MONITORING UNDER HETEROGENEOUS, PRIVACY-CONSTRAINED, AND COMMUNICATION-LIMITED SETTINGS

O.U. Asqaraliyev¹, R.S. Ruzaliyev^{2*}¹Sarbov University,²Fergana State Technical University,

*Corresponding author: r.s.ruzaliyev@ferpi.uz

(Received on March 18 th, 2026)

Abstract. This review article examines recent work at the intersection of multimodal clinical monitoring, federated learning, privacy-aware optimization, and communication-efficient deployment. The paper is intentionally organized as a pure review rather than a hybrid review-method article. The synthesis is centered on five tightly connected themes that recur across the reviewed literature: cross-institutional federated learning in real clinical systems, multimodal temporal risk modeling, missing-modality learning, personalization and fairness under heterogeneity, and deployment-aware design under bandwidth and latency constraints. The available evidence suggests that several important subproblems have already been addressed. Structured EHR federation has improved cross-site robustness, multimodal monitoring has strengthened deterioration and triage prediction, and communication-aware federated designs have reduced the practical burden of distributed learning. However, the field still lacks an integrated framework for real-time multimodal clinical monitoring that simultaneously addresses non-IID variation, modality incompleteness, subgroup reliability, privacy constraints, and communication efficiency. In response, this article introduces DMPF-Monitor as a literature-grounded conceptual framework rather than as a completed empirical model. The review also proposes a layered dataset strategy based on eICU-CRD, MIMIC-IV, PTB-XL, and NHANES, and argues that future benchmarks should move beyond discrimination metrics to include calibration, subgroup performance, latency, communication cost, and review-burden reduction.

Keywords: federated learning; multimodal clinical monitoring; electronic health records; personalized risk prediction; privacy-preserving artificial intelligence; edge IoMT

Annotatsiya. Ushbu sharh maqola multimodal klinik monitoring, federatsiyalashgan o'qitish, maxfiylikka yo'naltirilgan optimallashtirish va kommunikatsiya jihatdan samarali joriy etish kesishmasidagi so'nggi tadqiqotlarni tahlil qiladi. Maqola gibril review-method formatidan voz kechib, sof sharh maqola sifatida qayta tuzilgan. Tahlil review qilingan adabiyotlarda takroran uchraydigan va o'zaro chambarchas bog'liq besh yo'nalishga qaratilgan: real klinik tizimlarda ko'p institutli federatsiyalashgan o'qitish, multimodal vaqtga bog'liq xavf modellashtirish, yo'q modalitilarni o'rganish, heterogenlik ostida shaxsiylashtirish va adolatlilik, hamda bandwidth va kechikish cheklovlari mavjud sharoitlarda joriy etishga mos dizayn. Mavjud dalillar shuni ko'rsatadiki, ayrim muhim kichik muammolar allaqachon qisman hal qilingan: structured EHR federatsiyasi markazlararo barqarorlikni oshirgan, multimodal monitoring yomonlashuv va triaj bashoratini kuchaytirgan, kommunikatsiyaga sezgir federatsiyalashgan dizaynlar esa distributed o'qitishning amaliy yukini kamaytirgan. Biroq sohada hali real vaqtli multimodal klinik monitoring uchun non-IID farqlar, modality to'liqsizligi, subgroup ishonchliligi, maxfiylik talablari va kommunikatsiya samaradorligini bir vaqtning o'zida qamrab oladigan integrallashgan framework yetishmaydi. Shu sabab ushbu maqolada DMPF-Monitor tayyor empirik model sifatida emas, balki adabiyotlarga tayangan konseptual framework sifatida taklif etiladi. Shuningdek, eICU-CRD, MIMIC-IV, PTB-XL va NHANES asosidagi qatlamli dataset strategiyasi tavsiya qilinadi hamda kelajakdagi benchmarklar faqat discrimination metrikalari bilan cheklanmay, calibration, subgroup performance, latency, communication cost va review-burden reduction ko'rsatkichlarini ham qamrab olishi zarurligi asoslanadi.

Kalit so'zlar: federatsiyalashgan o'qitish; multimodal klinik monitoring; elektron tibbiy yozuvlar; shaxsiylashtirilgan xavf bashorati; maxfiylikni saqlovchi sun'iy intellekt; edge IoMT

Аннотация. В данной обзорной статье рассматриваются современные исследования на стыке мультимодального клинического мониторинга, федеративного обучения, приватностно-ориентированной оптимизации и коммуникационно-эффективного развертывания. Статья целенаправленно организована как чистый обзор, а не как гибридная работа типа review-method. Синтез построен вокруг пяти тесно связанных тем, которые регулярно встречаются в

проанализированной литературе: межинституциональное федеративное обучение в реальных клинических системах, мультимодальное временное моделирование риска, обучение при отсутствии отдельных модальностей, персонализация и справедливость в условиях гетерогенности, а также проектирование с учетом ограничений пропускной способности и задержки. Имеющиеся данные показывают, что ряд важных подзадач уже частично решен. Федерация структурированных EHR повышает межсайтовую устойчивость, мультимодальный мониторинг улучшает прогнозирование ухудшения состояния и клинического триажа, а коммуникационно-ориентированные федеративные схемы уменьшают практическую нагрузку распределенного обучения. Тем не менее в данной области по-прежнему отсутствует интегрированная схема реального времени для мультимодального клинического мониторинга, которая одновременно учитывала бы поп-ИД-вариации, неполноту модальностей, надежность подгрупп, ограничения приватности и коммуникационную эффективность. В ответ на этот пробел в статье вводится DMPF-Monitor не как завершенная эмпирическая модель, а как концептуальная схема, опирающаяся на литературу. Кроме того, предлагается многослойная стратегия выбора наборов данных на базе eICU-CRD, MIMIC-IV, PTB-XL и NHANES, а также обосновывается, что будущие бенчмарки должны выходить за рамки только discrimination-метрики и включать calibration, показатели подгрупповой надежности, latency, communication cost и снижение нагрузки на клинический review.

Ключевые слова: федеративное обучение; мультимодальный клинический мониторинг; электронные медицинские записи; персонализированное прогнозирование риска; искусственный интеллект с сохранением приватности; edge IoMT

1. Introduction. Clinical monitoring has become a data integration problem. Intensive care units, emergency departments, and remote care pathways now generate structured electronic health records, laboratory trajectories, clinical notes, imaging, physiological waveforms, and patient-reported observations on different time scales. That diversity is clinically useful, but it also complicates model design because data are fragmented across institutions, governed by privacy regulation, and often incomplete at the patient level.

Federated learning has attracted sustained attention in this context because it supports collaborative model development without requiring raw data to leave local institutions. In structured EHR settings, federated models have already approached centralized performance while improving robustness relative to local-only baselines. At a larger scale, EXAM showed that a chest X-ray plus EMR model trained across twenty institutions could improve both average performance and cross-site generalizability compared with local models.

The current literature is nevertheless fragmented. Real clinical FL studies are usually strongest in structured EHR prediction and institutional heterogeneity, but weaker in real-time multimodal fusion. Multimodal monitoring studies often produce clinically meaningful patient-level prediction systems, yet many remain single-center and non-federated. Edge-oriented work improves deployment realism, but often simplifies the clinical data problem. Privacy-aware and fairness-aware studies add methodological depth, but they are rarely integrated into a full end-to-end monitoring system.

This review addresses that gap by reorganizing the literature around the actual technical problem: real-time multimodal personalized federated clinical monitoring under heterogeneous, privacy-constrained, and communication-limited conditions. Rather than preserving earlier administrative groupings, the article uses a problem-oriented synthesis that makes the literature easier to interpret as one connected research agenda.

2. Review Scope and Analytical Strategy. This article is a structured review and conceptual integration paper. It does not present newly executed experiments and should not be interpreted as an original empirical study. Instead, it synthesizes the previously reviewed corpus and uses that evidence to build a technically grounded framework for future work.

The literature is examined through five analytical dimensions that repeatedly determined its value for automated clinical monitoring: data realism and institutional heterogeneity, multimodal fusion quality, federated optimization under non-IID conditions, privacy and fairness under

personalization, and deployment feasibility including communication cost, latency, and clinician workload.

Figures 1–4 and Tables 1–3 are therefore integral to the review argument. They consolidate the literature into an interpretable structure: Figure 1 frames the monitoring problem itself, Figure 2 explains the layered dataset strategy, Figure 3 visualizes the integrated conceptual framework, and Figure 4 connects that framework to deployment logic. The tables position representative methods, define dataset roles, and distinguish between established evidence and forward-looking benchmark targets.

3. Federated Learning in Real Clinical Systems. The strongest evidence for FL in healthcare still comes from structured EHR prediction. Dang et al. demonstrated that federated learning is viable for electronic health records and that simple baselines such as FedAvg or related variants can remain competitive when cohort definition and local preprocessing are stable. This is an important corrective to the assumption that clinical FL necessarily requires elaborate optimization to be useful.

A second lesson from real clinical FL studies is that client heterogeneity is not just a nuisance. Kim et al. showed that heterogeneous EHR systems require both representation alignment and pragmatic participant selection. Their cost-aware design makes a point that is often neglected in conceptual discussions: adding every possible site does not automatically improve the model. In practice, schema compatibility, institutional similarity, and marginal contribution all matter.

The best-known large-scale example remains EXAM. Dayan et al. trained a chest X-ray plus EMR model across twenty institutions and reported strong short-horizon prediction performance together with clear gains in generalizability. For a review paper, the key point is not only the reported AUC. It is that real clinical federation can improve robustness when local datasets are small, skewed, or institution-specific.

4. Multimodal Clinical Monitoring and Temporal Risk Modeling. Where FL papers provide the collaborative backbone, multimodal monitoring papers define the behavior that a clinically useful system should exhibit. Choi et al. proposed a real-time deterioration model for the emergency department that combined sparse tabular features, dense vital-sign sequences, radiographs, and clinical text. A notable strength of that work is its temporal framing. Predictions were made over rolling windows rather than over a single admission snapshot, which makes the model structurally closer to actual clinical monitoring.

McLean et al. approached the same problem from the perspective of postoperative remote care. Their multimodal system fused patient-reported outcome measures and wound images for surgical-site infection triage. The study is especially valuable because it went beyond discrimination metrics and estimated operational impact. The hybrid rule-out pathway substantially reduced simulated review time while maintaining acceptable detection performance.

Longitudinal oncology surveillance adds a third perspective. Jung et al. combined baseline clinical-pathological-molecular information with follow-up laboratory and radiology-report data to generate a dynamic recurrence score. The paper is not federated, but it illustrates a key point for this review: automated clinical monitoring is often better understood as risk trajectory estimation than as one-time classification.

5. Missing Modalities, Personalization, Fairness, and Privacy. Multimodal clinical data are rarely complete. In one hospital, repeated laboratory testing may be abundant but imaging limited. In another, imaging may be frequent while text quality is uneven. Yet many multimodal systems still handle this through naive zero-filling, fixed late fusion, or exclusion of incomplete cases. The reviewed literature suggests that this remains a weak point rather than a solved problem.

Personalization adds a second layer. Real hospital populations differ in case mix, severity distribution, workflow, and data density. The best clinical FL studies already hint that a single monolithic global model is unlikely to be optimal in all settings. Work on demographic fairness and personalized aggregation further shows that performance, calibration, and subgroup reliability can

move in different directions, especially when the training objective emphasizes global discrimination alone.

Privacy-aware clinical modeling also needs to be interpreted carefully. Differential privacy, secure aggregation, encrypted sharing, and related mechanisms are useful, but privacy protection is not the same as clinical adequacy. A privacy-preserving model that produces poorly calibrated predictions or large subgroup error gaps remains difficult to justify in practice. For this reason, fairness-aware calibration and subgroup-level reliability should be treated as core monitoring requirements rather than as optional extensions.

6. Edge Deployment and Communication-Constrained Monitoring. Deployment realism is one of the clearest dividing lines between promising methodology and practical monitoring systems. In clinical settings, data are often generated at the bedside or through resource-limited devices and gateways. Edge-oriented studies show that local inference and partial local training are feasible, but they also make clear that bandwidth, synchronization cost, and communication rounds affect what can be sustained in practice.

Communication-efficient federated learning therefore matters for more than engineering elegance. In a monitoring pipeline, repeated updates and repeated inference accumulate cost. If a method improves discrimination modestly but requires unrealistic bandwidth or synchronization, its practical value is limited. This is why compression, partial parameter sharing, split learning, and asynchronous coordination remain relevant to the review argument.

From a review perspective, the main limitation of the deployment-oriented literature is that it often simplifies the clinical data side. Many edge or IoMT papers are stronger on systems design than on rich multimodal hospital validation. Even so, they remain essential because they identify the constraints that any clinically credible framework must survive outside the lab.

Table 1.

Comparison of representative directions in clinical monitoring and federated learning

Study	Primary data	Real-time	Federated	Personalization / fairness	Deployment realism	Main gap
Dang et al., 2022	Structured EHR	Limited	Yes	Limited	Moderate	Restricted multimodal coverage
Dayan et al., 2021	CXR + EMR	Short-horizon	Yes	Limited	Good	Two-modality design
Choi et al., 2024	Vitals + labs + text + image	Yes	No	No	Moderate	Single-center setting
McLean et al., 2025	PROMs + wound images	Yes	No	No	Strong workflow focus	Remote SSI triage only
Jung et al., 2025	Clinical + molecular + lab + radiology text	Longitudinal	No	Risk stratification only	Moderate	Not federated
Communication-aware FL studies	Mixed / simulated	Limited	Yes	Limited	Strong	Often weak clinical realism
Integrated target of this review	EHR + text + image + signal	Yes	Yes	Yes	Yes	Requires full validation

Table 1 makes the review argument more explicit. No prior direction is weak in every respect; instead, each one is incomplete in a different way. Real clinical FL contributes cross-site learning, multimodal monitoring contributes temporal clinical realism, and deployment-oriented work contributes communication and execution realism. The gap is therefore integrative rather than purely incremental.

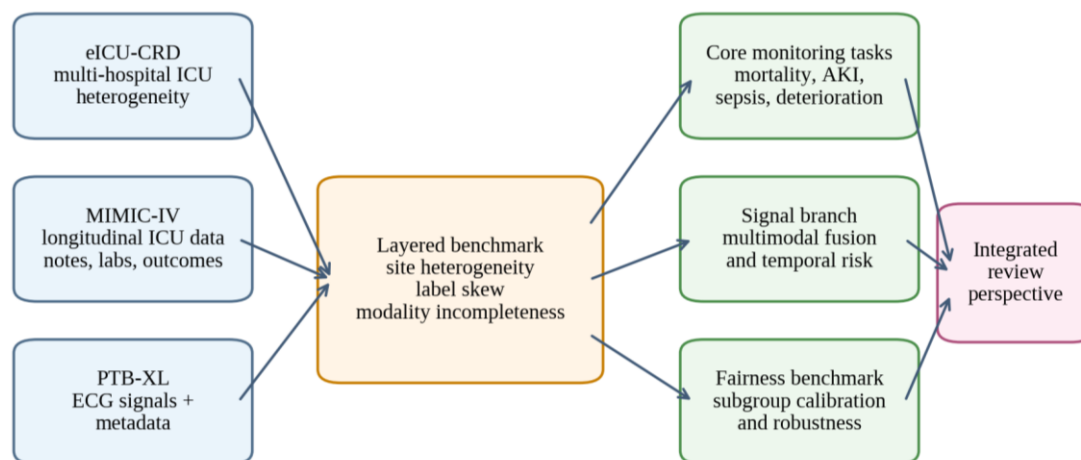


Figure 2. Dataset strategy and multimodal data flow.

Figure 2 explains why the benchmark should be layered rather than centered on a single dataset. eICU-CRD provides institution-level heterogeneity, MIMIC-IV provides deeper local temporal structure, PTB-XL adds waveform realism, and NHANES supports subgroup-oriented fairness analysis. The figure therefore ties the dataset strategy directly to the review's central research problem.

7. An Integrated Conceptual Framework for Real-Time Multimodal Personalized Federated Monitoring. The literature reviewed above supports a clearer conclusion than a simple list of research gaps. The field does not mainly need another isolated optimizer or another single-center multimodal model. It needs an integrated monitoring framework that treats multimodality, federation, personalization, fairness, and deployment as parts of the same pipeline.

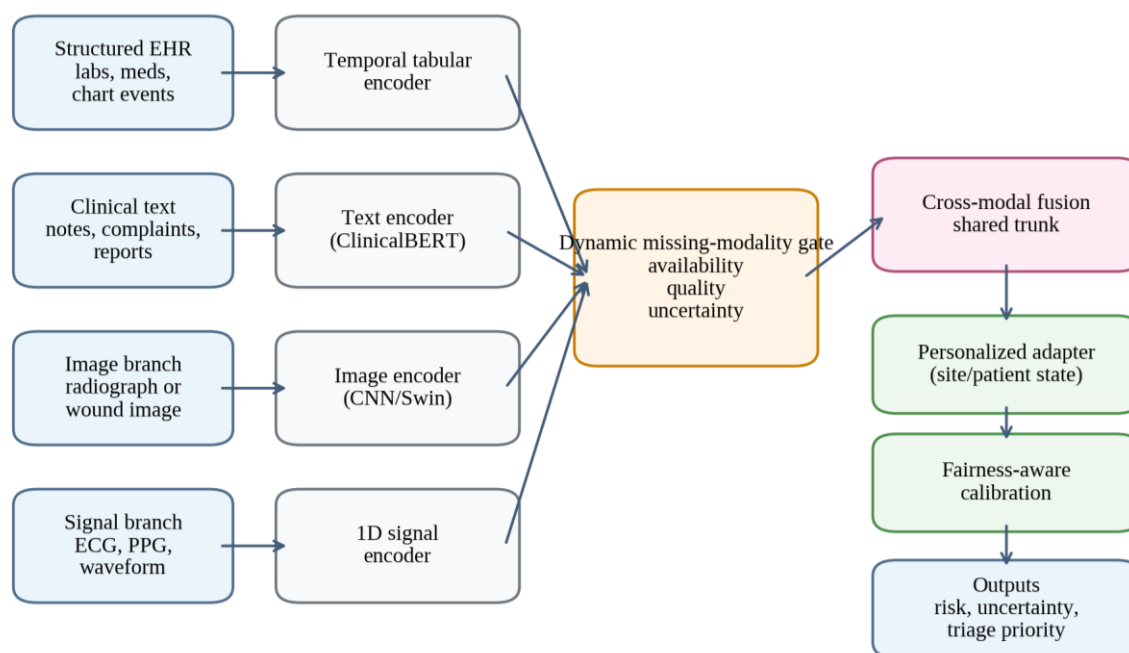


Figure 3. DMPF-Monitor as an integrated conceptual framework.

This review uses the term DMPF-Monitor for that integrated conceptual direction. The name is provisional, but the technical idea is specific. The framework combines modality-aware encoders, dynamic missing-modality gating, patient-state-aware personalized aggregation, fairness-aware calibration, and communication-efficient update sharing. The point is not to claim that these components have been validated together already. They have not. The point is that the reviewed evidence justifies their integration as a coherent next step.

Figure 3 should be interpreted as a synthesis figure, not as proof of an already completed architecture. It shows how modality-specific branches, missing-modality gating, cross-modal fusion, personalized local adaptation, and fairness-aware calibration can be combined without conflating literature evidence with experimental validation. That distinction is essential for a review paper.

7.1 Conceptual components. Modality-aware encoders. Each modality should be processed with an encoder that matches its statistical structure rather than being forced into premature fusion. Structured EHR streams, clinical text, imaging, and physiological signals differ too much for one shared early encoder to be consistently appropriate.

Dynamic missing-modality gating. Instead of treating missing inputs as blank placeholders, the framework assigns modality weights using availability, data quality, and uncertainty cues. This allows the monitoring representation to degrade gracefully when one branch is absent or unreliable.

Personalized aggregation. Sample-size weighting alone is unlikely to be sufficient when clients differ in severity mix, modality completeness, and local drift. A more plausible federated strategy is to keep a shared trunk global while leaving adapters or calibration parameters local.

Fairness-aware calibration. In monitoring, probability quality matters because decisions are threshold-based. Calibration should therefore be examined overall, by site, and by subgroup. This becomes more important, not less, when federation spans multiple institutions.

Communication-efficient update sharing. Only the transferable part of the model should be communicated. This keeps the framework aligned with resource-limited deployment settings and avoids treating communication cost as invisible.

7.2 Illustrative conceptual formulation. To clarify the integrated framework without presenting it as a completed empirical model, the fused multimodal state may be written conceptually as follows:

$$\mathbf{z}_{k,i,t} = \sum_m \alpha_{k,i,t}^{(m)} \cdot \mathbf{P}_m(\mathbf{h}_{k,i,t}^{(m)}) \quad (1)$$

Here, $\mathbf{h}$ denotes the modality-specific encoder output, $\mathbf{P}$ denotes projection into a shared latent space, and α denotes a dynamic gate derived from modality availability, local data quality, and uncertainty.

The aggregation logic may also be expressed at a high level as:

$$\omega_k \propto (n_k / \sum_j n_j) \cdot \exp(-\beta d_k - \gamma u_k) \cdot (1 + \eta c_k) \quad (2)$$

In this expression, n_k denotes local sample size, d_k reflects local drift, u_k summarizes uncertainty, and c_k captures modality completeness. The equation is presented only as an illustrative formalization of the review-based conceptual framework.

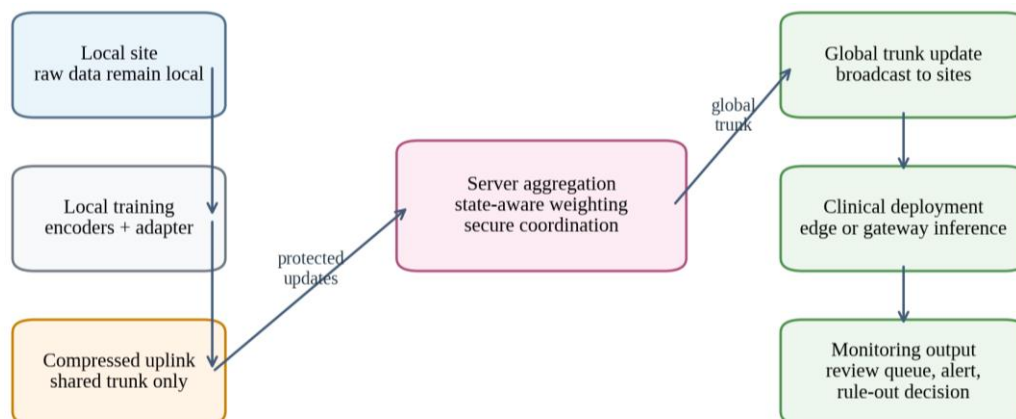


Figure 4. Edge-to-cloud training and deployment pathway for the integrated framework.

Figure 4 connects the conceptual framework to deployment logic. It clarifies which parts of the model remain local, which parts are aggregated, and where inference is expected to run. In a review article, this kind of systems diagram is useful because it turns a high-level idea into a technically interpretable pipeline without overstating experimental maturity.

8. Datasets, Benchmark Design, and Evaluation Considerations. A credible benchmark for this topic should do more than report one discrimination metric on one dataset. The benchmark should expose site heterogeneity, modality incompleteness, subgroup imbalance, and operational cost. This is why a layered dataset strategy is more convincing than a one-dataset design.

eICU-CRD is the natural starting point for hospital-level federation because it contains multiple hospitals and realistic institution variation. MIMIC-IV complements it with richer event structure and stronger temporal depth. PTB-XL adds a dedicated waveform branch for signal-aware monitoring, while NHANES supports fairness and subgroup calibration analysis. Used together, these datasets let the researcher test not just predictive performance, but which parts of the framework are helping under which conditions.

Client construction should reflect the intended failure modes. For eICU, hospitals can be treated as natural clients. For MIMIC-IV, clients can be simulated by unit, time period, or severity-based partition. PTB-XL can be stress-tested through controlled prevalence shifts across diagnostic labels, sex, or age. NHANES can be partitioned by demographic group and survey cycle. In a review context, what matters is not the exact partition recipe, but that the federation is designed to surface clinically meaningful heterogeneity.

Table 2.

Dataset characteristics and their roles in a layered benchmark

Dataset	Primary data	Main strength	Role in the benchmark	Typical federation strategy
eICU-CRD	ICU EHR, vitals, labs, outcomes	Real multi-hospital heterogeneity	Core benchmark for site-level federation and deterioration tasks	Natural clients by hospital
MIMIC-IV	Longitudinal ICU EHR, notes, labs	Rich temporal structure and feature depth	Core benchmark for temporal modeling and multimodal event construction	Simulated clients by unit/time/severity
PTB-XL	ECG waveforms + metadata	Public signal benchmark	Waveform branch and multimodal signal fusion	Simulated clients by label/prevalence shift
NHANES	Tabular health and demographics	Subgroup diversity	Auxiliary benchmark for fairness and calibration	Clients by demographic group/cycle

Table 2 underscores an important review conclusion: dataset choice should follow the scientific question, not convenience. If the goal is real-time multimodal personalized federated monitoring, then site heterogeneity, temporal depth, signal branching, and subgroup analysis all need explicit support somewhere in the benchmark design.

8.1 Evaluation perspective. Discrimination remains necessary, so AUROC, AUPRC, and F1-score should be reported. However, these are not sufficient for a monitoring-oriented benchmark.

Calibration should be assessed through metrics such as expected calibration error or related probability-quality measures because threshold-based review decisions depend on reliable probabilities, not only on ranking.

Fairness and subgroup robustness should be examined through worst-group performance and subgroup disparity metrics rather than overall averages alone.

Latency, communication cost, and review burden should also be measured. A monitoring system that is statistically strong but operationally expensive may still be unsuitable for deployment.

9. Open Challenges and Future Research Directions. The most important unresolved issue is integration. The literature already contains strong examples of cross-site FL, multimodal monitoring, workload-aware triage, communication-aware learning, and fairness-aware calibration. What is still missing is a system that unites these components under realistic clinical constraints.

A second unresolved issue is the treatment of missing modalities as a primary modeling problem. Many papers acknowledge incompleteness, but fewer make it central to the architecture. This matters because modality availability is often tied to acuity, workflow, and institutional practice.

A third challenge is evaluation realism. Reviewers increasingly expect more than one headline metric. Monitoring systems should be assessed in a way that captures cross-site robustness, calibration, subgroup safety, and deployment cost. Without that, claims of practical relevance remain weak.

Future work should therefore move toward benchmarked, reproducible studies that compare local-only, centralized, and federated multimodal systems under controlled heterogeneity and modality dropout. In that setting, the value of the integrated framework can be tested rigorously rather than assumed.

Table 3.

Interpreting representative evidence and benchmark targets for future validation

Source of evidence	Representative contribution	What it establishes	What it still leaves open
Dayan et al., 2021	Large-scale FL across 20 institutions	Clinical federation improves robustness and generalizability	Limited modality breadth and personalization
Choi et al., 2024	Real-time multimodal deterioration prediction	Temporal multimodal monitoring is clinically useful	No federated collaboration
McLean et al., 2025	Multimodal triage with workload reduction	Operational burden should be part of evaluation	Task is narrow and non-federated
Communication-aware FL studies	Bandwidth-sensitive distributed learning	Efficiency can change practical feasibility	Often limited clinical realism
Integrated framework in this review	Conceptual synthesis for future work	A technically grounded direction exists	Full experimental validation remains future work

Table 3 is included to preserve methodological credibility. It separates what the literature has already established from what remains a forward-looking proposition. That separation is important in a review paper because a conceptual framework should be presented as a justified next step, not as a completed empirical result.

10. Conclusion. This review argues that the field has reached a point where the main barrier is no longer the absence of promising components. The barrier is that those components remain

distributed across separate literatures. Real clinical FL establishes the value of cross-site collaboration. Multimodal monitoring studies establish the need for temporal, clinically rich fusion. Edge-oriented work establishes the importance of communication-aware design. Privacy- and fairness-aware studies establish that responsible deployment requires more than discrimination performance.

The logical next step is therefore integrative. Real-time multimodal personalized federated monitoring should be pursued as a single systems problem rather than as several loosely related model improvements. The integrated framework outlined here is not offered as a completed solution. It is offered as a technically grounded and literature-supported direction for future research.

In that sense, the value of the present article lies in synthesis. By reorganizing the literature around the actual monitoring problem, it clarifies where the field already has strong evidence and where the main gaps still lie. That is precisely the contribution a review paper should make.

References

- [1] Alsentzer, E., Murphy, J.R., Boag, W., Weng, W.-H., Jin, D., Naumann, T., and McDermott, M. (2019). Publicly available clinical BERT embeddings. *Proceedings of the 2nd Clinical Natural Language Processing Workshop*, 72-78.
- [2] Chiaro, D., Prezioso, E., Ianni, M., and Giampaolo, F. (2023). FL-Enhance: A federated learning framework for balancing non-IID data with augmented and shared compressed samples. *Information Fusion*, 98, 101836.
- [3] Choi, A., Lee, K., Hyun, H., Kim, K.J., Ahn, B., Lee, K.H., Hahn, S., Choi, S.Y., and Kim, J.H. (2024). A novel deep learning algorithm for real-time prediction of clinical deterioration in the emergency department for a multimodal clinical decision support system. *Scientific Reports*, 14, 30116.
- [4] Dang, T.K., Lan, X., Weng, J., and Feng, M. (2022). Federated learning for electronic health records. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology*, 13(5), 1-23.
- [5] Dayan, I., Roth, H.R., Zhong, A., et al. (2021). Federated learning for predicting clinical outcomes in patients with COVID-19. *Nature Medicine*, 27, 1735-1743.
- [6] Johnson, A.E.W., Bulgarelli, L., Pollard, T.J., et al. (2023). MIMIC-IV, a freely accessible electronic health record dataset. *Scientific Data*, 10, 1.
- [7] Jung, H.A., Lee, D., Park, B., et al. (2025). Deep-learning model for real-time prediction of recurrence in early-stage non-small cell lung cancer: A multimodal approach (RADAR CARE Study). *JCO Precision Oncology*, 9, e2500172.
- [8] Kim, J., Kim, J., Hur, K., and Choi, E. (2026). Federated learning for heterogeneous electronic health record systems with cost effective participant selection. *Scientific Reports*, early online.
- [9] Li, X., Jiang, M., Zhang, X., Kamp, M., and Dou, Q. (2021). FedBN: Federated learning on non-IID features via local batch normalization. *International Conference on Learning Representations*.
- [10] Liu, Z., Lin, Y., Cao, Y., et al. (2021). Swin Transformer: Hierarchical vision transformer using shifted windows. *Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision*, 10012-10022.
- [11] McLean, K.A., Sgro, A., Brown, L.R., et al. (2025). Multimodal machine learning to predict surgical site infection with healthcare workload impact assessment. *npj Digital Medicine*, 8, 121.
- [12] McMahan, B., Moore, E., Ramage, D., Hampson, S., and Arcas, B.A.Y. (2017). Communication-efficient learning of deep networks from decentralized data. *Proceedings of AISTATS*, 1273-1282.
- [13] Pollard, T.J., Johnson, A.E.W., Raffa, J.D., Celi, L.A., Badawi, O., and Mark, R.G. (2018). The eICU collaborative research database, a freely available multi-center database for critical care research. *Scientific Data*, 5, 180178.
- [14] Rieke, N., Hancox, J., Li, W., et al. (2020). The future of digital health with federated learning. *npj Digital Medicine*, 3, 119.
- [15] Wagner, P., Strodthoff, N., Bousseljot, R.D., et al. (2020). PTB-XL, a large publicly available electrocardiography dataset. *Scientific Data*, 7, 154.

UDK: 541.64:745.547.235

**VERMIKULIT XOMASHYOSI VA VERMIKULIT ASOSIDA OLINGAN ION
ALMASHINUVCHI MATERIALLARNING RENGEN FAZAVIY TAHLILI**

O.X. Tursunmuratov¹, 1-kurs magistranti D.Ch. Murodova¹,
2-kurs bakalaviant talabasi A.E. O'rinova¹, D.J. Bekchanov²

¹Chirchiq davlat pedagogika universiteti,
orcid:0009-0006-6317-8633, tursunmuratovbid@gmail.com
dildoramurodova2003@gmail.com, azizaurinova70@gmail.com

²Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti,
orcid:0000-0002-3233-5572, bekchanov100987@mail.ru
(Qabul qilindi 18.03.2026 y.)

Annotatsiya. Ushbu ishda Qorao'zak vermikuliti va uning asosida sintez qilingan ionitlarning kristal yoki amorf tuzilishi darajasini aniqlash Rengen fazaviy analizi yordamida amalga oshiriladi. Rengen fazaviy analiz uchun Vermikulit xom-ashyosi, kengaytirilgan vermikulit hamda VMT-PFA anionitlarning rentgenografik tahlili olib borildi. Qorao'zak vermikulit>shishirilgan vermikulit>VMT-PFA anionit qatorida olingan namunalarning kristallik darajasi kamayganligi, amorflik darajasi esa ortganligini ko'rishimiz mumkin. 30°, 38° va 60° sohalardagi cho'qqilar pasayganligi, 40° hamda 45° sohalarda esa cho'qqilarning yo'qolganligi, Vermikulitga qaraganda VMT-PFA anionitda amorflik xossasi ortganligini ko'rishimiz mumkin.

Kalit so'zlar: Qorao'zak vermikuliti; ionit; rengen fazaviy analizi, CuK a-nurlanish, vermikulit xom-ashyosi, kengaytirilgan vermikulit; VMT-PFA anioniti.

Аннотация. В данной работе с помощью рентгенофазового анализа определена степень кристалличности и аморфности вермикулита Кораузакского месторождения и ионообменных материалов, синтезированных на его основе. Для проведения рентгенофазового анализа были исследованы исходное вермикулитовое сырьё, вспученный вермикулит, а также аниониты типа VMT-PFA. Установлено, что в ряду образцов «вермикулит Кораузакского месторождения → вспученный вермикулит → анионит VMT-PFA» наблюдается снижение степени кристалличности и увеличение степени аморфности. Снижение интенсивности пиков в областях 30°, 38° и 60°, а также исчезновение пиков в областях 40° и 45° свидетельствуют о возрастании аморфных свойств анионита VMT-PFA по сравнению с исходным вермикулитом.

Ключевые слова: вермикулит Кораузакского месторождения; ионит; рентгенофазовый анализ; CuKα-излучение; вермикулитовое сырьё; вспученный вермикулит; анионит VMT-PFA.

Abstract: In this study, the degree of crystallinity and amorphous structure of Qorao'zak vermiculite and ion-exchange materials synthesized on its basis were determined using X-ray phase analysis. For the analysis, raw vermiculite, expanded vermiculite, and VMT-PFA anion-exchange materials were investigated by X-ray diffraction. It was found that in the sequence "Qorao'zak vermiculite → expanded vermiculite → VMT-PFA anionite," the degree of crystallinity decreases while the degree of amorphousness increases. The decrease in peak intensity at 30°, 38°, and 60°, along with the disappearance of peaks at 40° and 45°, indicates an increase in the amorphous nature of the VMT-PFA anionite compared to the original vermiculite.

Keywords: Qorao'zak vermiculite; ionite; X-ray phase analysis; CuKα radiation; raw vermiculite; expanded vermiculite; VMT-PFA anionite.

KIRISH.

Tabiiy suvning ifloslanishi aholi salomatligidan tashqari, sanoatga va qishloq xo'jaligi, ishlab chiqarish, hattoki, iqtisodiyotga katta xavf solmoqda. Suvdan chiqindi moddalarni olib tashlashning

bir qancha usullari: adsorbsiya, biologik tozalash, kimyoviy koagulyatsiya, filtrlash, sedimentatsiya, elektrokoagulyatsiya va kristallanish usullari qo'llanilib kelinadi [1].

Yuqoridagi usullarning bir nechta o'ziga xosligi bor, masalan, adsorbsiya (bo'yoqlar va metall ionlarini uchun yuqori samaradorligi), fenton reagentlari (suvda eriydigan, suvda erimaydigan ifloslantiruvchi moddalarning yuqori samaradorligi), ozonlash (loy hosil bo'lmasligi), oksidlanish (qo'llashning osonligi va qulayligi), fotokimyoviy (loy hosil bo'lmasligi), ion almashinuvi (qayta ishlatish imkoniyati), koagulyatsiya (tannarxi arzonligi), biologik jarayon (ekologik sofliqi) va koagulyatsiya flokulyatsiya (tannarxi arzonligi) kabi bir qancha qulayliklarga ega. Biroq, bu usullarning ba'zilar kamchiliklardan holi emas [2], masalan filtrlash usulining kamchiligi: o'lchami jihatdan kattaligi, tannarxiining qimmatligi, cho'kmadan filtrlarni tozalashning qiyinligini misol keltirish mumkin. An'anaviy usullarning yana bir kamchiligi ularda ko'p energiya talab qilishi va chiqindi suvlar tarkibida metall ionlarining konsentratsiyasi faqat yuqori bo'lgandagina maqbul usullar qatoriga kiradi, past konsentratsiyali holatda ishlatib bo'lmaydi [3].

Adsorbsiya usuli boshqa usullardan farqli o'laroq, samaradorligi, alternativ aniqligi, yuqori selektivlik, tannarxining pastligi, foydalanish sodda yoki qulayligi, har xil eksperimental muhitda foydalanish mumkinligi kabi afzalliklarga ega. Adsorbsiya usulining yana bir qulayligi juda past konsentratsiyali moddalarni ham tozalash imkoniyatiga ega ekanligi aniqlangan [4].

Adsorbentlarning g'ovak tuzilishi va sorbsion xossalarini chuqur o'rganish ularning amaliy qo'llanilish samaradorligini belgilovchi muhim bosqich hisoblanadi. Shu sababli bunday materiallarni tavsiflashda bir nechta zamonaviy fizik-kimyoviy tahlil usullaridan kompleks tarzda foydalaniladi. Jumladan, skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) usuli yordamida adsorbent sirtining morfologiyasi, ya'ni zarrachalarning shakli, o'lchami hamda g'ovaklarning tashqi ko'rinishi aniqlanadi.



1-rasm. Rengenografik difraksion tadqiqotlari XRD-6100 (Shimadzu, Yaponiya) va uning ishlash sxemasi

Azot bug'ining adsorbsiyasi usuli esa adsorbentning solishtirma sirt maydoni, g'ovaklar hajmi va ularning o'lcham taqsimotini aniqlashda keng qo'llaniladi. Ushbu jarayon odatda BET (Brunauer–Emmett–Teller) nazariyasi asosida tahlil qilinadi. Benzol va suv bug'lari adsorbsiyasi orqali adsorbentning gidrofob yoki gidrofil xususiyatlari baholanadi. Masalan, benzol bug'i adsorbsiyasi organik moddalarga nisbatan moyillikni ko'rsatsa, suv bug'i adsorbsiyasi materialning namlikni yutish qobiliyatini aniqlashga xizmat qiladi. Rentgen fazaviy analiz usuli yordamida esa adsorbentning kristall yoki amorf tuzilishga ega ekanligi aniqlanadi. Difraksion chiziqlar orqali kristall fazalar, ularning tarkibi va strukturaviy tartibligi haqida xulosa chiqarish mumkin. Bu ma'lumotlar adsorbentning mexanik barqarorligi va sorbsion xususiyatlariga bevosita ta'sir ko'rsatadi [5].

Rentgen fazaviy analiz (XRD) — materiallarning kristall tuzilishi, fazaviy tarkibi va atomlar joylashuvini aniqlash uchun eng muhim fizik-kimyoviy tahlil usullaridan biridir. Ushbu usul materialshunoslik, kimyo, geologiya va nanomateriallar sohasida keng qo'llaniladi.

Rentgen fazaviy analizning asosiy ahamiyati:

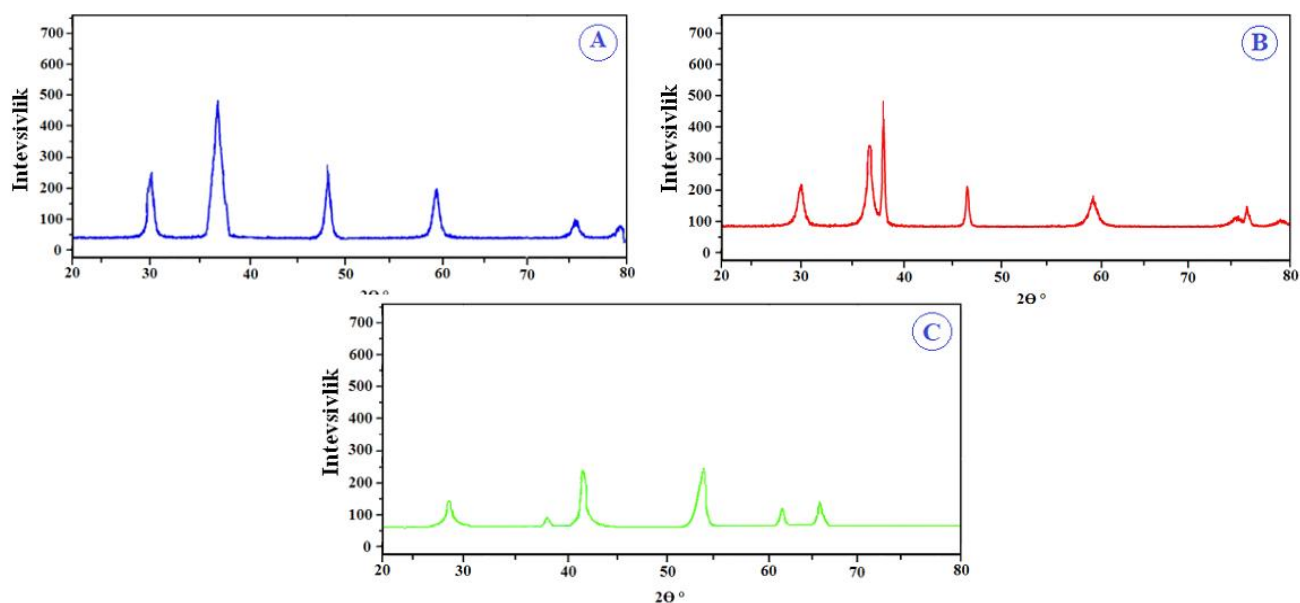
1. Fazaviy tarkibni aniqlaydi (qaysi minerallar yoki birikmalar mavjudligini ko'rsatadi)
1. Kristall va amorf tuzilishni farqlaydi
2. Kristall panjara parametrlarini hisoblaydi
3. Moddada yuz bergan o'zgarishlarni (sintez, issiqlik, kimyoviy ishlov) kuzatadi
4. Yangi materiallar (ionitlar, katalizatorlar, sorbentlar) strukturasi baholaydi
5. Sanoat va ekologik materiallarni sifat nazoratida qo'llanadi [6]

Ushbu ilmiy tadqiqot ishida tabiiy xomashyo Qorao'zak vermikuliti va uning polietilenpoliamin (PEPA) va formaldegid yordamida sintez qilingan sorbent namunalarining kristall tuzilishi va fazaviy tarkibi o'rganildi.

Ularning strukturaviy xossalari rentgen fazaviy tahlil (RFA) usuli yordamida aniqlanib, olingan difraktogrammalar asosida natijalar muhokama qilindi. Rentgenografik difraksion tadqiqotlar XRD-6100 (Shimadzu, Yaponiya) qurilmasi yordamida o'rganildi. Quyida (1-rasm) rentgen difraktometri qurilmasining sxematik ko'rinishi keltirilgan [7,8].

NATIJALAR VA MUHOKAMA.

Olingan adsorbentning Kristal yoki amorf tuzilishi darajasini aniqlash Rentgen fazaviy analizi yordamida amalga oshiriladi.



2 - rasm. (A) Qorao'zak vermikuliti, (B) Kengaytirilgan vermikulit hamda (C) VMT-PFA anionitning rentgenografik tahlili

Rentgenografik difraksion tadqiqotlari XRD-6100 (Shimadzu, Yaponiya) uskunasida yordamida diffraksiya chiziqlari asosida amalga oshirildi. CuK α -nurlanish (b-filtr, Ni, 1,54178 oqim rejimi va uchlanishi 30 mA, 30 kV) va 0,02 daraja bilan 4 deg / min doimiy detektor aylanish tezligi ishlatilgan. Skanerlash burchagi 4 dan 80° oralig'ida olib borildi. Rentgen fazaviy analiz uchun Vermikulit xom-ashyosi, kengaytirilgan vermikulit hamda VMT-PFA anionitlarning rentgenografik tahlili olib borildi[9,10].

Rentgen tuzilish tahlili yuqoridagi 2-rasmda keltirilgan, ushbu rasmga (2 A, B, C rasm) asoslanadigan bo'lsak, *Qorao'zak vermikulit > shishirilgan vermikulit > VMT-PFA anionit* qatorida olingan namunalarning kristallik darajasi kamayganligi, amorflik darajasi esa ortganligini ko'rishimiz mumkin. 30°, 38° va 60° sohalardagi cho'qqilar pasayganligi, 40° hamda 45° sohalarda esa cho'qqilarning yo'qolganligi, Vermikulitga qaraganda

VMT-PFA anionitda amorflik xossasi ortganligini ko'rishimiz mumkin. Bu esa ionitning sorbsion xossasiga ijobiy ta'sir etadi. 42°, 55°, 65° sohada yangi paydo bo'lgan piklar esa vermikulitga polietilenpoliamin hamda formaldegid kiritilishi ta'sir etganligi bilan tushuntirish mumkin[11,12].

XULOSA

Mazkur tadqiqotda Qorao'zak vermikuliti asosida sintez qilingan kengaytirilgan vermikulit va VMT-PFA anionitlarning fazaviy tarkibi rentgen fazaviy analiz (RFA) usuli orqali o'rganildi. Tahlillar XRD-6100 (Shimadzu, Yaponiya) difraktometri yordamida CuK α nurlanish sharoitida olib borilib, olingan difraktogrammalar asosida materiallarning kristall va amorf tuzilishidagi o'zgarishlar baholandi. Natijalarga ko'ra, boshlang'ich Qorao'zak vermikulitidan boshlab kengaytirilgan vermikulit va undan VMT-PFA anionitga o'tish jarayonida kristall tuzilishning asta-sekin susayishi hamda amorf faza ulushining ortishi kuzatildi. 30°, 38° va 60° burchak sohalariidagi difraksion cho'qqilarning kamayishi, shuningdek 40° va 45° hududlarda piklarning yo'qolishi material strukturasini buzilib, amorf lanish jarayoni kuchayganligini ko'rsatadi. Bundan tashqari, 42°, 55° va 65° sohalarda yangi difraksion signallarning paydo bo'lishi vermikulitga polietilenpoliamin va formaldegid komponentlari kiritilishi natijasida yangi fazaviy tuzilmalar hosil bo'lganligini anglatadi[13].

Umuman olganda, olingan natijalar VMT-PFA anionitning amorf tuzilishi uning g'ovaklik darajasi va faol markazlar sonining ortishiga olib kelishini, bu esa materialning sorbsion xususiyatlarini sezilarli darajada yaxshilashini ko'rsatadi. Shu sababli, ushbu turdagi materiallar ekologik tozalash va ion almashinish jarayonlarida samarali sorbent sifatida qo'llanilishi mumkin.

Adabiyotlar

- [1]. Tursunmuratov O. X. Vermikulit asosida olingan ionitga statik sharoitda oraliq metall ionlarining sorbsiyasi //Science and Education. – 2022. – T. 3. – №. 12. – C. 182-188.
- [2]. Tursunmuratov O. X. et al. Kimyoga oid izotoplar mavzusi masalalarini turli xil usulda yechish metodikasi //Экономика и социум. – 2024. – №. 6-2 (121). – C. 742-746.
- [3]. Tursunmuratov O.X. Tabiiy mineral vermikulitdan foydalanib sorbentlar olish usullari tahlili //Academic research in educational sciences. – 2023. – T. 4. – №. 5. – C. 5-10.
- [4]. Турсунмуратов О. Х., Турғун Ф., Хуррамова Қ. Вермикулит асосида олинган ионитга никел (ii) ионлари сорбциясининг псевдо-биринчи ва псевдо-иккинчи тартибли кинетик моделлари //Academic research in educational sciences. – 2023. – T. 4. – №. 1. – C. 413-421.
- [5]. Leandro Pellenz, Carlos Rafael Silva de Oliveir, Afonso Henrique da Silva Júnio, Layrton José Souza da Silva, Luciano da Silva, Antônio Augusto Ulson de Souza, Selene Maria de Arruda Guelli Ulson de Souza, Fernando Henrique Borba, Adriano da Silva, A comprehensive guide for characterization of adsorbent materials, Separation and Purification Technology, Volume 305, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2022.122435>
- [6]. Stoddart C Structural biology: How proteins got their close-up Knowable Magazine, 2022 doi:10.1146/knowable-022822-1
- [7]. Obid T. et al. Kinetics and isotherm of cu²⁺ ion sorption on a new sorbent obtained on the basis of vermiculite //Universum: технические науки. – 2022. – №. 12-7 (105). – C. 44-48.
- [8]. Tursunmuratov O., Bekchanov D. Vermikulit asosida olingan yangi ionitga CU²⁺ ionlarining sorbsiya kinetikasi va izotermasi //Farg'ona davlat universiteti. – 2022. – №. 3. – C. 60-60.
- [9]. Tursunmuratov O. X. Vermikulit asosida olingan ionitga statik sharoitda oraliq metall ionlarining sorbsiyasi //Science and Education. – 2022. – T. 3. – №. 12. – C. 182-188.
- [10]. Tursunmuratov O., Bekchanov D. Vermikulit asosida olingan yangi ionitga Cu²⁺ ionlarining sorbsiya kinetikasi va izotermasi //Farg'ona davlat universiteti. – 2022. – №. 3. – C. 60-60.
- [11]. Tursunmuratov O. X. Vermikulit asosida olingan ionitga statik sharoitda oraliq metall ionlarining sorbsiyasi //Science and Education. – 2022. – T. 3. – №. 12. – C. 182-188.
- [12]. Турсунмуратов О. Х., Бекчанов Д. Ж. Кинетика псевдопервого и второго порядка абсорбции катиона меди (II) на ионите на основе вермикулита //Universum: технические науки. – 2023. – №. 8-3 (113). – C. 42-45.
- [13]. Obid T., Davronbek B. Vermikulit asosida olingan ionitga mis (II) kationlarining yutilish kinetikasining tahlili //International Scientific and Current Research Conferences. – 2023. – C. 53-58.

URAN METALLINING FIZIKAVIY VA KIMYOVIY XOSSALARI

R.T. Turg'unboyev., O.K. Raxmonov., A.A. Xaydarov., E.D. Abdisamatov

*Farg'ona davlat texnika universiteti,
(Qabul qilindi 10.03.2026 y.)*

Annotatsiya. Ushbu maqolada uran metallining fizikaviy va kimyoviy xossalari, uning davriy jadvaldagi o'рни, allotropik shakllari, oksidlanish darajalari hamda asosiy birikmalari tahlil qilinadi. Uran yadroviy energetika va sanoatda muhim ahamiyatga ega bo'lgan radioaktiv element hisoblanadi.

Kalit so'zlar: uran, aktinoidlar, radioaktivlik, oksidlanish darajasi, uran oksidlari, yadroviy yoqilg'i.

Аннотация. В данной статье анализируются физико-химические свойства металлического урана, его положение в периодической таблице, аллотропные формы, степени окисления и основные соединения. Уран — радиоактивный элемент, имеющий большое значение в ядерной энергетике и промышленности.

Ключевые слова: уран, актиниды, радиоактивность, степень окисления, оксиды урана, ядерное топливо.

Abstract. This article analyzes the physical and chemical properties of uranium metal, its position in the periodic table, allotropic forms, oxidation states, and main compounds. Uranium is a radioactive element of great importance in nuclear energy and industry.

Keywords: uranium, actinides, radioactivity, oxidation state, uranium oxides, nuclear fuel.

Kirish. Uran – davriy jadvalning aktinoidlar qatoriga mansub og'ir metall bo'lib, atom raqami 92 ga teng. U ilk bor 1789-yilda Martin Heinrich Klaproth tomonidan kashf etilgan. Olim ushbu elementni Uranus sayyorasi sharafiga nomlagan. Uran tabiatda keng tarqalgan bo'lib, asosan uraninit, karnotit va boshqa minerallar tarkibida uchraydi. Yer po'stida uning miqdori juda katta bo'lmasa-da, u boshqa ko'plab og'ir metallarga nisbatan ko'proq tarqalgan elementlardan biri hisoblanadi. Uran o'zining yuqori zichligi va metallik xususiyatlari bilan ajralib turadi. U kumushsimon-kulrang rangga ega bo'lib, havoda asta-sekin oksidlanadi va yuzasida qoramtir oksid qatlami hosil qiladi. Kimyoviy jihatdan u faol element bo'lib, kislorod, galogenlar va ko'plab kislotalar bilan oson reaksiyaga kirishadi. Uran bir nechta oksidlanish darajalarini (+3, +4, +5, +6) namoyon qiladi, bunda +6 daraja eng barqaror hisoblanadi.

Uran ayniqsa o'zining Radioaktivlik xossasi bilan muhim ahamiyat kasb etadi. Uning yadrosi beqaror bo'lib, vaqt o'tishi bilan parchalanadi va katta miqdorda energiya ajratadi. Shu sababli uran yadroviy energetikada asosiy yoqilg'i sifatida ishlatiladi. Ayniqsa U-235 izotopi yadro bo'linish reaksiyalarida muhim rol o'ynaydi va atom elektr stansiyalarida keng qo'llaniladi. Bundan tashqari, uran ilmiy tadqiqotlarda, tibbiyotda radioizotoplar manbai sifatida hamda harbiy sohada ham qo'llaniladi. Uning xossalarini chuqur o'rganish zamonaviy energetika, ekologiya va sanoat texnologiyalarini rivojlantirishda muhim ahamiyatga ega[1].

Uran metallining fizikaviy xossalari. Uran metallining fizikaviy xossalari uni boshqa metallardan ajratib turadigan noyob xususiyatlarga ega. Uran kumushsimon kulrang rangga ega bo'lgan og'ir metallidir va uning zichligi $19,1 \text{ g/cm}^3$ ga teng, bu esa uni hatto oltindan ham og'ir metallardan biri sifatida ko'rsatadi. Yuqori zichlik uni sanoat va ilmiy texnologiyalarda, xususan yadro energetikasida ishlatishga qulay qiladi.

Uraning erish harorati 1132°C , qaynash harorati esa 4131°C bo'lib, bu uni yuqori haroratli sharoitlarda barqaror metall sifatida ishlatish imkonini beradi. Shu bilan birga, uran nisbatan yumshoq metall bo'lib, mexanik ta'sir ostida oson deformatsiyalanadi. Bu xossa uni shakllantirish va turli konstruksiyalarga moslashtirish jarayonida qulay qiladi. Uran metallining elektr o'tkazuvchanligi ham metallarga xos xossalardan biridir. U elektr toki va issiqlikni yaxshi o'tkazadi, bu esa uning sanoat va texnologik jarayonlarda qo'llanilishini kengaytiradi.

Uranning fizik xossalari

№	Xossa nomi	Qiymati/tasnifi
1	Kimyoviy belgisi	U
2	Tartib raqami	92
3	Atmo massasi	238.03
4	Zichligi	19,1g/cm ³
5	Erish harorati	1132°C
6	Qaynash harorati	4131 °C
7	Rangi	Kumishsimon kulrang
8	Kristall tuzilishi	Ortarombik (α-uran)
9	Elektr o'tkazuvchanligi	Metallarga xos
10	Mexannik xossasi	Yumshoq, oson deformatsiyalanadi

Metallning sirt tuzilishi va kristall panjarasi uning boshqa fizik xossalari ham ta'sir qiladi. Shuni ta'kidlash kerakki, uran yuqori zichlik, yuqori erish va qaynash harorati hamda yumshoqlik kabi xossalarning kombinatsiyasi bilan ajralib turadi. Bu xususiyatlar uni metallurgiya, yadroviy texnologiya va ilmiy tadqiqotlarda keng qo'llanishiga imkon beradi. Uranning fizik xossalari, ayniqsa, yadroviy yoqilg'i ishlab chiqarish, sinov va o'rganish jarayonlarida uning barqarorligi va ishlov berish qulayligini ta'minlaydi. Uran metallining fizik xossalari – zichligi, yuqori erish va qaynash harorati, mexanik yumshoqligi va elektr o'tkazuvchanligi – uni ilm-fan va sanoat sohalarida noyob va foydali element sifatida belgilaydi[2].

Allotropik shakllari. Uran uch xil kristall modifikatsiyada mavjud:

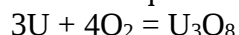
1. α-uran (alfa-uran) – past haroratda barqaror, ortorombik tuzilishga ega
2. β-uran (beta-uran) – o'rta haroratda mavjud
3. γ-uran (gamma-uran) – yuqori haroratda kubik panjara hosil qiladi[3].

Bu allotropik o'zgarishlar uning fizik xossalari sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

Uran metallining kimyoviy xossalari. Uran kimyoviy jihatdan faol metall bo'lib, turli elementlar bilan oson reaksiyaga kirishadi va ko'plab birikmalar hosil qiladi. U havoda asta-sekin oksidlanib, yuzasida himoya qiluvchi oksid qatlami hosil qiladi, biroq yuqori haroratlarda bu jarayon tezlashadi. Kislorod bilan reaksiyaga kirishib, UO₂, UO₃ va U₃O₈ kabi oksidlarni hosil qiladi. Ushbu oksidlar orasida U₃O₈ eng barqaror hisoblanadi va sanoatda keng qo'llaniladi. Uran suv bilan ham reaksiyaga kirishadi, ayniqsa bug' holatidagi suv bilan ta'sirlashganda uran dioksidi va vodorod gazi hosil bo'ladi. Kislotalar bilan reaksiyasi ham muhim bo'lib, u nitrat, sulfat va xlorid kislotalarda eriydi. Natijada turli uran tuzlari, masalan, uranil nitrat hosil bo'ladi. Bu birikmalar yadroviy texnologiyada va analitik kimyoda muhim ahamiyatga ega.

Uran galogenlar bilan ham faol reaksiyaga kirishib, UF₆, UCl₄ kabi birikmalarni hosil qiladi. Ayniqsa, uran geksافلريد sanoatda uranni boyitish jarayonida muhim rol o'ynaydi. Uran bir nechta oksidlanish darajalarini (+3, +4, +5, +6) namoyon qiladi, bu esa uning murakkab va xilma-xil kimyoviy xossalari belgilaydi. Eng barqaror holati +6 bo'lib, u ko'pincha uranil ioni shaklida uchraydi[4].

Uran havoda oksidlanib, turli oksidlar hosil qiladi:



UO₂ - uran(IV) oksid bo'lib, uranning eng muhim va keng tarqalgan birikmalaridan biri hisoblanadi. Bu modda qora rangli, kristall tuzilishga ega bo'lgan qattiq birikma bo'lib, suvda deyarli erimaydi va kimyoviy jihatdan nisbatan barqaror hisoblanadi. UO₂ odatda uran rudalarini qayta ishlash jarayonida yoki yuqori haroratda uran metallining kislorod bilan reaksiyasi natijasida hosil qilinadi. Uran(IV) oksidning eng muhim xususiyatlaridan biri uning yadroviy yoqilg'i sifatida qo'llanilishidir. Ayniqsa, u atom elektr stansiyalarida yoqilg'i pelletlari shaklida ishlatiladi. UO₂ yuqori erish haroratiga ega bo'lib (taxminan 2800 °C), bu esa uni yuqori haroratli sharoitlarda ham barqaror saqlaydi. Kimyoviy jihatdan UO₂ qaytaruvchi muhitda barqaror, ammo oksidlovchi

sharoitda u osonlik bilan yuqori oksidlarga, masalan U_3O_8 ga aylanishi mumkin. Shu sababli, uning saqlanishi va ishlatilishida muhit sharoitlari muhim ahamiyatga ega[5].

UO_3 - uran(VI) oksid bo'lib, uranning yuqori oksidlanish darajasidagi muhim birikmalaridan biri hisoblanadi. Bu modda odatda sariq yoki to'q sariq rangli kukun ko'rinishida bo'ladi va kimyoviy jihatdan ancha faol hisoblanadi. UO_3 turli usullar bilan, xususan, uran oksidlarini oksidlovchi muhitda qizdirish yoki uranil tuzlarini termik parchalanishi natijasida olinadi. UO_3 amfoter xususiyatga ega, ya'ni u ham kislotalar, ham ishqorlar bilan reaksiyaga kirisha oladi. Kislotalar bilan ta'sirlashganda uranil tuzlari hosil bo'ladi, masalan, nitrat kislota bilan reaksiyada uranil nitrat hosil qiladi. Ishqoriy muhitda esa uranatlar hosil bo'lishi mumkin. Shu sababli, u analitik kimyoda va sanoatda muhim ahamiyatga ega. Fizik jihatdan UO_3 nisbatan pastroq haroratda parchalanib, U_3O_8 yoki UO_2 ga aylanishi mumkin. Bu xossa uni qayta ishlash jarayonlarida muhim qiladi. UO_3 yadroviy yoqilg'i ishlab chiqarishning oraliq mahsuloti sifatida ham qo'llaniladi. Bundan tashqari, UO_3 katalizator sifatida va ba'zi kimyoviy jarayonlarda oksidlovchi modda sifatida ishlatiladi. Uning xossalarini chuqur o'rganish yadroviy texnologiya va materialshunoslik sohalarida muhim ahamiyat kasb etadi[6].

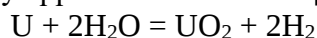
U_3O_8 – uranning aralash oksidi bo'lib, u uran(IV) va uran(VI) oksidlanish darajalarining kombinatsiyasidan tashkil topgan murakkab birikmadir. Bu modda odatda qora-yashil rangli kukun ko'rinishida bo'ladi va uran oksidlarining eng barqaror shakllaridan biri hisoblanadi. U_3O_8 tabiiy sharoitda ham uchraydi, lekin asosan uran rudalarini qayta ishlash yoki boshqa uran oksidlarini oksidlash orqali olinadi. Kimyoviy jihatdan U_3O_8 nisbatan inert bo'lib, ko'pgina tashqi ta'sirlarga chidamli. U suvda erimaydi va oddiy sharoitda kislotalar bilan ham sekin reaksiyaga kirishadi. Shu sababli, u uranni uzoq muddat saqlash va tashish uchun qulay shakl hisoblanadi. Yuqori haroratda U_3O_8 qaytaruvchi muhitda UO_2 ga aylanishi mumkin, bu esa yadroviy yoqilg'i ishlab chiqarish jarayonida muhim bosqich hisoblanadi. U_3O_8 sanoatda keng qo'llanilib, ayniqsa yadroviy yoqilg'i tayyorlashda asosiy xomashyo sifatida xizmat qiladi. U "sariq uran konsentratati" deb ataluvchi oraliq mahsulotning asosiy tarkibiy qismi hisoblanadi. Bundan tashqari, uning barqarorligi va nisbatan kam reaktivligi sababli radioaktiv materiallarni xavfsiz saqlashda ham muhim ahamiyatga ega [7].

2-jadval

Uranning asosiy oksidlanish darajalari va birikmalari

№	Oksidlanish darajasi	Birikma formulasi	Birikma nomi	Xususiyati
1	+3	UCl_3	Uran(III) xlorid	Kam barqaror
2	+4	UO_2	Uran(IV) oksid	Yadro yoqilg'isi
3	+5	U_2O_5	Uran(V) oksid	Nisbatan kam uchraydi
4	+6	UO_3	Uran(VI) oksid	Faol, amfoter xossa
5	+6	UO_2^{2+}	Uranil ioni	Eritmalarda barqaror
6	Aralash	U_3O_8	Uran aralash oksidi	Eng barqaror shakl

Uranning suv bilan ta'sirlashuvi. Uran suv bilan reaksiyaga kirishishining asosiy sababi uning kimyoviy faol metall ekanligidir. Uran atomlari tashqi elektronlarini oson berib, oksidlanishga moyil bo'ladi. Shu sababli u suv molekullari bilan ta'sirlashganda oksidlanish-qaytarilish (redoks) reaksiyasi sodir bo'ladi. Bu jarayonda uran elektron berib oksidlanadi, suv esa qaytarilib, vodorod gazi ajralib chiqadi. Natijada odatda uran(IV) oksidi hosil bo'ladi. Bu hodisa Oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi ga yaqqol misol bo'la oladi[8].



Kislotalar bilan reaksiyasi: Uran kislotalar bilan faol reaksiyaga kirishadigan metall bo'lib, bu jarayon uning kimyoviy xossalarini yaqqol namoyon etadi. Ayniqsa, u kuchli oksidlovchi kislotalarda yaxshi eriydi. Masalan, nitrat kislota bilan reaksiyada uran oksidlanib, eruvchan uranil tuzlari hosil qiladi.



Sulfat va xlorid kislotalarda ham uran eriydi, lekin bu jarayon ko‘pincha sekinroq kechadi. Ba’zi hollarda reaksiya davomida yuzada hosil bo‘lgan oksid qatlami jarayonni sekinlashtiradi. Hosil bo‘lgan uran tuzlari, ayniqsa uranil birikmalari, yadroviy texnologiya va analitik kimyoda muhim ahamiyatga ega[9].

Galogenlar bilan reaksiyasi. Uran galogenlar bilan oson reaksiyaga kirishadigan faol metall bo‘lib, bu reaksiyalar natijasida turli galogenid birikmalar hosil bo‘ladi. Galogenlar qatoriga fluor, xlor, brom va yod kiradi va ular uran bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri birikib, mos ravishda fluoridlar, xloridlar, bromidlar va yodidlarni hosil qiladi. Bu jarayonlar odatda yuqori haroratda yoki faol muhitda tezroq kechadi. Eng muhim birikmalardan biri – uran geksافلريد (UF_6) bo‘lib, u gazsimon holatda mavjud bo‘la oladi. UF_6 yadroviy yoqilg‘i ishlab chiqarishda, xususan uranni boyitish jarayonida keng qo‘llaniladi. Fluor bilan reaksiyada uran yuqori oksidlanish darajasiga (+6) o‘tadi. Xlor, brom va yod bilan reaksiyalarda esa ko‘pincha UCl_4 , UBr_4 va UI_4 kabi birikmalar hosil bo‘ladi. Bu reaksiyalar Oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi turiga kiradi, chunki uran elektron berib oksidlanadi, galogen atomlari esa elektron qabul qilib qaytariladi. Natijada barqaror ionli yoki kovalent bog‘langan birikmalar hosil bo‘ladi. Uran galogenidlari kimyoviy texnologiyada, ayniqsa yadroviy sanoatda muhim ahamiyatga ega. Ularning xossalarini o‘rganish uranni qayta ishlash va boyitish jarayonlarini samarali tashkil etishda muhim rol o‘ynaydi[10].

Uranil ion. (UO_2^{2+}) – uranning +6 oksidlanish darajasidagi asosiy shakli bo‘lib, suvli eritmalarda barqaror mavjud bo‘ladi. Bu ion ikki kislorod atomidan iborat linear struktura hosil qiladi va ikki valentli musbat zaryadga ega. Uranil ion kimyoviy jihatdan faol bo‘lib, ko‘plab kompleks birikmalar hosil qiladi. Shu sababli u analitik kimyoda, kimyoviy tahlil va yadroviy texnologiyada keng qo‘llaniladi. Uranil ionining eng muhim xossasi uning suvli eritmalarda eruvchanligi va komplekslar hosil qilish qobiliyatidir. Masalan, u nitrat, sulfat, xlorid kabi anionlar bilan reaksiyaga kirib, turli uranil tuzlarini hosil qiladi. Ushbu birikmalar yadroviy yoqilg‘i tayyorlash jarayonida oraliq mahsulot sifatida ishlatiladi.

UO_2^{2+} ionining kimyoviy xossalari uning elektron tuzilishi va oksidlanish qobiliyati bilan bog‘liq. Bu ion oksidlovchi muhitda barqaror bo‘lib, qaytaruvchi sharoitda esa osonlik bilan U^{4+} shakliga kamayadi. Uranil ionlari turli ligandlar bilan kompleks tuzlar hosil qilib, kimyoviy reaksiyalarda katalizator vazifasini ham bajaradi. Shuningdek, uranil ionlari atrof-muhitda suv va tuproq bilan ta’sirlashganda ekologik xavf tug‘dirishi mumkin, chunki u radioaktiv va toksik xususiyatga ega. Shu sababli uranil ionlarining harakatini nazorat qilish yadroviy sanoat va ekologiyada muhim ahamiyatga ega[11].

Uran izotoblari. Uran tabiiy holda bir nechta izotoplardan iborat bo‘lib, ularning asosiylari U-238, U-235 va U-234 hisoblanadi. U-238 - tabiiy uranning eng ko‘p uchraydigan izotopi bo‘lib, uning umumiy miqdori taxminan 99,3% ni tashkil qiladi. Bu izotopning yarim parchalanish muddati juda uzoq, taxminan 4,5 milliard yilni tashkil qiladi, shuning uchun u tabiiy uran manbai sifatida barqaror hisoblanadi. U-235 - esa faqat 0,7% ni tashkil qiladi, lekin aynan shu izotop yadro bo‘linishiga juda mos keladi va atom elektr stansiyalarida asosiy yoqilg‘i sifatida ishlatiladi. U-235 ning yarim parchalanish muddati taxminan 703 million yilni tashkil qiladi. U-234 - esa juda kam uchraydi va asosan U-238 ning parchalanishi natijasida hosil bo‘ladi.

Uran izotoplarining foydali xususiyatlariga quyidagilar kiradi: U-235 yadro bo‘linish qobiliyati tufayli energiya ishlab chiqarish, atom elektr stansiyalari va yadroviy reaktorlar uchun asosiy yoqilg‘i hisoblanadi. U-238 esa neytronlarni singdiruvchi va uran yoqilg‘isini boyitishda ishlatiladi. Biroq, uran izotoplarining zararli xususiyatlari ham mavjud. U radioaktiv bo‘lib, uzoq muddat ta’sirida organizmga toksik ta’sir ko‘rsatadi. U-235 ning yadroviy parchalanishi davomida radiatsiya hosil bo‘ladi, bu esa sog‘liq uchun xavf tug‘diradi. Shu sababli uran izotoplarini saqlash, tashish va ishlatishda qat’iy xavfsizlik choralari talab etiladi[12].

Qo‘llanilishi. Uran metallining qo‘llanilishi juda keng bo‘lib, bir necha sohalarni qamrab oladi, chunki u o‘zining noyob fizikaviy, kimyoviy va radioaktiv xossalari bilan ajralib turadi. Eng muhim va asosiy soha – yadroviy energetika hisoblanadi. Ayniqsa, U-235 izotopi atom reaktorlarida asosiy yoqilg‘i sifatida ishlatiladi. U yoqilg‘i pelletlari shaklida reaktorlarga joylashtiriladi va yadroviy bo‘linish jarayoni davomida katta miqdorda issiqlik energiyasi ajraladi.

Hosil bo'lgan issiqlik suvni bug'ga aylantiradi, bu esa turbinalarni aylantirib, elektr energiyasini ishlab chiqarishga imkon beradi. Shu tariqa, uran atom elektr stansiyalarining asosiy xomashyosiga aylangan va zamonaviy energetika tizimida muhim rol o'ynaydi.

Uranning yana bir muhim qo'llanilishi – yadro sanoati va qurollanish sohasida. Udan harbiy yo'nalishda tanklar va raketalar uchun uran qoplamalari, shuningdek, atom qurollarini ishlab chiqarishda foydalaniladi. Uran yadro qurollarida kuchli portlovchi energiya manbai sifatida ishlatiladi. Shu bilan birga, U-238 izotopi neytronlarni singdiruvchi va boyitishda ishlatiladi, bu esa yadroviy texnologiyada muhim ahamiyatga ega. Shuningdek, uran ilmiy tadqiqotlarda ham qo'llaniladi. Uran birikmalari analitik kimyoda, katalizator sifatida va laboratoriya tajribalarida ishlatiladi. Uranil ionlari (UO_2^{2+}) orqali kompleks birikmalar hosil qilib, kimyoviy reaksiyalarni o'rganish mumkin.

Tibbiyotda ham uran radioaktiv izotoplari manbai sifatida ishlatiladi, masalan, radiografiya va ayrim diagnostik tadqiqotlarda. Shu bilan birga, uran rudalari va aralash oksidlari sanoatda, metallurgiya va qattiq materiallar ishlab chiqarishda ham qo'llaniladi. Uranning qo'llanilishi bilan birga, uning zararli xususiyatlari ham hisobga olinadi. Uran radioaktiv bo'lgani uchun uning ishlatilishi qat'iy xavfsizlik choralarini talab qiladi. Shu sababli uran energiyasi ekologik va xavfsizlik nuqtai nazaridan maxsus nazorat ostida bo'ladi[13].

Uran metallining noyob fizikaviy, kimyoviy va radioaktiv xossalari uni ilmiy tadqiqotlar va sanoatda muhim elementga aylantiradi. Ilmiy sohada uran asosan yadroviy energetika, kimyoviy tadqiqotlar va radiologik tajribalar uchun qo'llaniladi. Eng muhim qo'llanilishlardan biri – atom reaktorlarida yoqilg'i sifatida ishlatiladigan U-235 izotopi. Bu izotop yadroviy bo'linish jarayonida katta miqdorda issiqlik energiyasi hosil qiladi, bu esa suvni bug'ga aylantirib, turbinalarni aylantirish va elektr energiyasini ishlab chiqarish imkonini beradi. Uran shuningdek ilmiy tadqiqotlarda, masalan, kimyoviy komplekslar va katalizatorlarni o'rganishda, uran tuzlari yordamida analitik kimyo va laboratoriya tajribalarida keng qo'llaniladi.

Harbiy sohada uranning qo'llanilishi uning radioaktiv va yuqori zichlik xossalari bilan bog'liq. U-235 izotopi yadro qurollari uchun asosiy material hisoblanadi. Shuningdek, U-238 izotopi yuqori zichligi va neytron singdiruvchi xossasi tufayli tank va harbiy texnika qoplamalarida ishlatiladi. Uran qoplamalariga ega bo'lgan zirhli texnika va raketalar o'zining og'irligi va himoya xossasi tufayli qurolli kuchlar uchun samarali hisoblanadi. Uranning harbiy sohada qo'llanilishi bilan birga, u ekologik va sog'liq xavfi tug'diradi. Radioaktivlik tufayli uran bilan ishlashda maxsus xavfsizlik choralarini talab etiladi. Shu bilan birga, ilmiy va sanoat sohasida uran energiya manbai, tadqiqot materiali va texnologik xomashyo sifatida keng qo'llaniladi[14].

Xulosa. Uran metalli – davriy jadvalning aktinoidlar qatoriga mansub, noyob fizikaviy, kimyoviy va radioaktiv xossalarga ega elementdir. Uning atom raqami 92 bo'lib, tabiiy holda U-238, U-235 va U-234 izotoplaridan iborat. Uran ilk bor 1789-yilda Martin Heinrich Klaproth tomonidan kashf etilgan va ilm-fan, texnologiya hamda sanoat sohalarida muhim rol o'ynaydi. Fizik xossalari – yuqori zichlik ($19,1 \text{ g/cm}^3$), erish harorati (1132°C), qaynash harorati (4131°C), yumshoqlik va yaxshi elektr o'tkazuvchanlik – uranni sanoat va ilmiy tadqiqotlarda ishlatishga imkon beradi. Kimyoviy xossalari bo'yicha uran faol metall bo'lib, kislorod, suv, kislotalar va galogenlar bilan reaksiyaga kiradi. Shu bilan birga, uran turli oksidlar va kompleks birikmalar hosil qiladi, masalan, UO_2 , UO_3 , U_3O_8 va uranil ionlari (UO_2^{2+}), bu esa uni analitik kimyo va yadroviy texnologiyada muhim qiladi.

Uranning ilmiy qo'llanilishi asosan yadroviy energetika bilan bog'liq. U-235 izotopi atom reaktorlarida yoqilg'i sifatida ishlatiladi va yadroviy bo'linish natijasida katta miqdorda energiya hosil bo'ladi. Shu energiya atom elektr stansiyalarida elektr ishlab chiqarishda samarali foydalaniladi. Uran shuningdek ilmiy tadqiqotlarda katalizator, analitik reagent va radioizotop manbai sifatida ham qo'llaniladi.

Harbiy sohada uran yuqori zichlik va radioaktiv xossalari tufayli tank va raketalar qoplamalari, shuningdek yadro qurollari ishlab chiqarishda ishlatiladi. Biroq, uran radioaktiv va toksik xossaga ega bo'lgani uchun uning ishlatilishi qat'iy nazorat va xavfsizlik choralarini talab qiladi.

Xulosa qilib aytganda, uran metalli zamonaviy energetika, ilmiy tadqiqot, sanoat va harbiy texnologiyalar uchun muhim element hisoblanadi. Uning noyob fizikaviy va kimyoviy xossalari, shuningdek radioaktivligi, uni ilm-fan va texnologiyada o'rni beqiyos bo'lgan elementga aylantiradi, lekin xavfsizlik va ekologik ta'sir doimo hisobga olinishi zarur.

Adabiyotlar

- [1]. Abdukarimov A.A. Umumiy kimyo asoslari. – Toshkent: O'qituvchi, 2018.
- [2]. Tursunov X.T. Noorganik kimyo. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2019.
- [3]. Yo'ldoshev B.Y. Fizik kimyo. – Toshkent: Universitet, 2020.
- [4]. Rasulov A.R. Yadro kimyosi asoslari. – Toshkent: Innovatsiya, 2021.
- [5]. Karimov N.M. Kimyoviy texnologiya asoslari. – Toshkent: Fan, 2017.
- [6]. Sodiqov Q.S. Analitik kimyo. – Toshkent: Tafakkur, 2019.
- [7]. Axmedov U.A. Radiokimyo va ekologiya. – Toshkent: Yangi asr avlodi, 2022.
- [8]. Abdukarimov A.A. Umumiy kimyo asoslari. – Toshkent: O'qituvchi, 2018.
- [9]. Tursunov X.T. Noorganik kimyo. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2019.
- [10]. Yo'ldoshev B.Y. Fizik kimyo. – Toshkent: Universitet, 2020.
- [11]. Rasulov A.R. Yadro kimyosi asoslari. – Toshkent: Innovatsiya, 2021.
- [12]. Karimov N.M. Kimyoviy texnologiya asoslari. – Toshkent: Fan, 2017.
- [13]. Sodiqov Q.S. Analitik kimyo. – Toshkent: Tafakkur, 2019.
- [14]. Axmedov U.A. Radiokimyo va ekologiya. – Toshkent: Yangi asr avlodi, 2022.

PHYSICOCHEMICAL STUDY OF MICROELEMENT-CONTAINING SYSTEMS

D.N. Makhkamova^{*1}, A.T. Shamishova², Z. Turayev¹,
Sh.I. Turdialiyeva³, I.I. Usmanov⁴, B.Kh. Kucharov⁵

^{*1}Namangan State Technical University, Namangan, 160101, dilnozamaxkamova_7007@mail.ru;
0009-0008-0677-2518, t-zokirjon@umail.uz,
0009-0004-6782-0035

²Berdaq Karakalpak State University, Karakalpakstan, 230112, aysholpanshamishova@gmail.com,
0009-0009-8874-3493

³I.M. Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University) Tashkent
Branch, Tashkent, 100125, turdialiyeva81@mail.ru, 0009-0009-6541-3897

⁴Karshi State Technical University, Karshi, 180100, bobokulova79@mail.ru,
0000-0002-4711-8183

⁵Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of
Uzbekistan, Tashkent, 180100, kucharovbx@gmail.com, 0000-0002-7066-1619

corresponding author's email: dilnozamaxkamova_7007@mail.ru

(Received on March 18 th, 2026)

Abstract. The solubility of the $\text{CuSO}_4 - \text{NH}_4\text{NO}_3 - \text{H}_2\text{O}$ system was investigated using the visual polythermal method over the temperature range from -16.8°C to $+55.0^\circ\text{C}$. The study was carried out in order to determine the phase equilibria and crystallization behavior of the components in the ternary system, which is of scientific and practical importance for the development of complex mineral fertilizers containing micronutrients. The system was studied along nine internal sections connecting the vertices of the concentration triangle. Based on the obtained experimental data, polythermal solubility curves were constructed and a polythermal solubility diagram of the system was developed.

The diagram revealed the presence of crystallization fields corresponding to ice, ammonium nitrate, copper sulfate pentahydrate, anhydrous copper sulfate, and a previously unknown double compound $\text{CuSO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. As a result of the investigation, three ternary invariant points of the system were identified, and the equilibrium compositions of the liquid phases as well as their crystallization temperatures were determined. The newly formed compound $\text{CuSO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ was isolated in pure crystalline form and characterized as an individual phase. Its structure and

properties were confirmed using X-ray diffraction analysis, infrared spectroscopy, and thermal analysis methods.

The obtained results allowed the determination of the crystallization region of the double compound on the polythermal solubility diagram and clarified the phase relationships within the $\text{CuSO}_4 - \text{NH}_4\text{NO}_3 - \text{H}_2\text{O}$ system. The research findings provide a scientific basis for understanding the physicochemical interactions in this system. In addition, the results can be applied in the development of micronutrient-enriched NPK fertilizers and in the creation of advanced materials and technologies for agricultural and chemical industries.

Keywords: Copper sulfate, ammonium nitrate, ice, $\text{CuSO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, visual polytherm.

1. Introduction

In developed countries, with the continuous growth of the world population, the demand for high-quality food products is steadily increasing. Agricultural raw materials obtained from plant sources are extremely important for large-scale food production, which requires the use of fertilizers to meet the nutritional needs of crops. Fertilizer management in agriculture involves the balanced application of mineral and organic fertilizers, as well as the selection of optimal doses adapted to the specific nutritional requirements of each crop [1, 2]. In the agro-industrial sector, the development of scientific approaches aimed at increasing soil fertility and crop productivity, as well as ensuring sustainable agricultural productivity in the context of the continuous reduction of cultivated land areas, is becoming increasingly important [3].

To meet human dietary needs and strengthen public health, the nutritional value and overall quality of agricultural products are continuously improving [4].

Micronutrients are absorbed by plants in small quantities; however, their presence significantly affects crop quality and productivity [5]. Each micronutrient performs a specific biochemical function in the metabolism of plants, animals, and humans, and its deficiency cannot be replaced by other elements [6].

Therefore, in order to meet the micronutrient requirements of plants and to determine the optimal doses and limits for the addition of micronutrients to NPK components [7, 8], the solubility of the $\text{CuSO}_4 - \text{NH}_4\text{NO}_3 - \text{H}_2\text{O}$ system was investigated using the visual polythermal method. This system was studied along nine internal sections in the temperature range from -16.8°C to $+55.0^\circ\text{C}$. Based on the solubility polytherms of the binary systems and the internal sections, a polythermal solubility diagram was constructed, characterized by the presence of crystallization fields of ice, NH_4NO_3 , $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, CuSO_4 , and a new phase $\text{CuSO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

2. Experiments

The objects of the study are water, ammonium nitrate, and copper sulfate. During the research, chemically pure ammonium nitrate (GOST 22867-77) and copper sulfate (GOST 4165-78) were used. In the study, the visual-polythermal method [9] using a TN-6 glass mercury thermometer with a measurement range from -30°C to 60°C was applied, as well as the pycnometric method (GOST 31992.1-2012) [10].

3. Results and discussion

Isotherms are drawn at every 10°C interval of the polythermal phase diagram. Sections I-IV are drawn from the top of NH_4NO_3 to the side of $\text{CuSO}_4 - \text{H}_2\text{O}$, and sections V-IX are drawn from the top of CuSO_4 to the side of $\text{NH}_4\text{NO}_3 - \text{H}_2\text{O}$.

The system is characterized by the presence of three ternary points. The equilibrium composition of the solutions at the binary and ternary points of the system, as well as the corresponding crystallization temperatures, were determined (Table 1).

The first ternary point corresponds to a composition of 38.8% ammonium nitrate, 1.7% copper sulfate, and 59.5% water, with a crystallization temperature of -14°C . Under these conditions, the solid phase consists of ammonium nitrate, ice, and $\text{CuSO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

The second ternary point corresponds to a composition of 20.4% copper sulfate, 3.3% ammonium nitrate, and 76.3% water. The crystallization temperature at this point is -2.7°C , and the solid phase consists of copper sulfate pentahydrate, ice, and the compound $\text{CuSO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

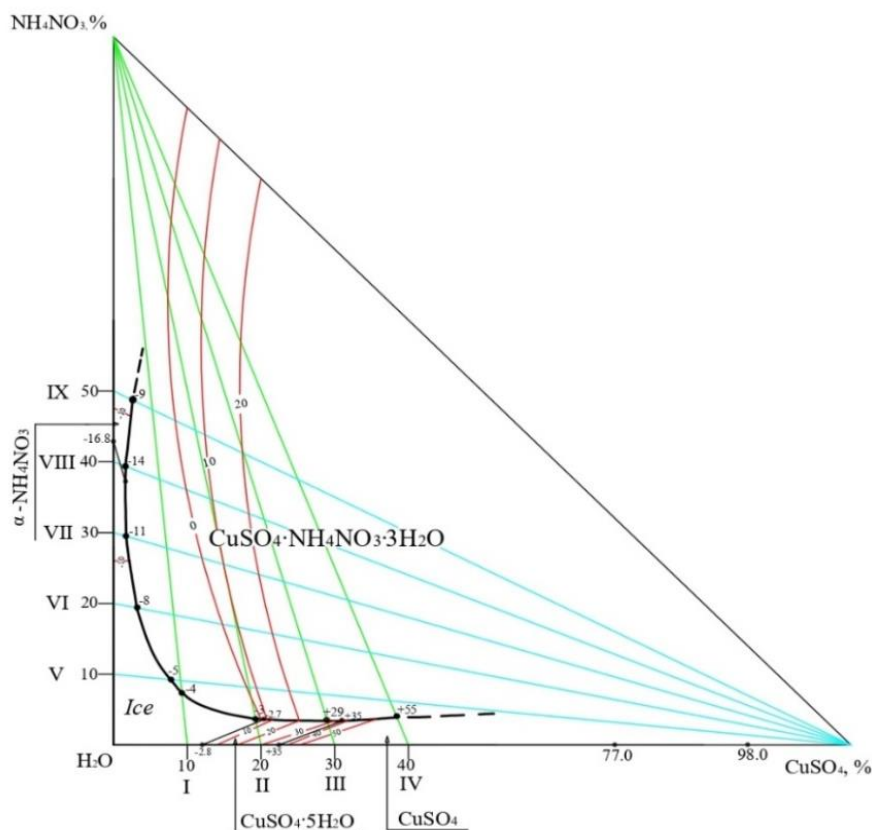


Fig. 1. Solubility of components in the $\text{CuSO}_4 - \text{NH}_4\text{NO}_3 - \text{H}_2\text{O}$ system.

Table 1.

Secondary and Ternary Points of the $\text{CuSO}_4 - \text{NH}_4\text{NO}_3 - \text{H}_2\text{O}$ System.

Composition of the liquid phase, %			Temperature, °C	Solid phase
NH_4NO_3	CuSO_4	H_2O		
48,4	2,5	49,1	-9,0	$\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{CuSO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
42,7	-	57,3	-16,8	ice + NH_4NO_3
38,8	1,7	59,5	-14,0	ice + $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{CuSO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
29,6	1,9	68,5	-11,0	ice + $\text{CuSO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
19,6	3,2	77,2	-8,0	ice + $\text{CuSO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
9,3	7,9	82,8	-5,0	ice + $\text{CuSO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
6,8	9,2	84,0	-4,0	ice + $\text{CuSO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
3,2	19,3	77,5	-3,0	ice + $\text{CuSO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
-	11,0	89,0	-2,8	ice + $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
3,3	20,4	76,3	-2,7	ice + $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} + \text{CuSO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
3,6	28,9	67,5	+29	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} + \text{CuSO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
-	21,0	79,0	+35	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} + \text{CuSO}_4$
3,7	30,8	65,5	+35	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} + \text{CuSO}_4 + \text{CuSO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
4,1	38,4	57,5	+55	$\text{CuSO}_4 + \text{CuSO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

The composition of the third ternary point corresponds to 3.7% ammonium nitrate, 30.8% copper sulfate, and 65.5% water. The crystallization temperature at this point is 35 °C, and the solid phase consists of copper sulfate pentahydrate, copper sulfate, and the compound $\text{CuSO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

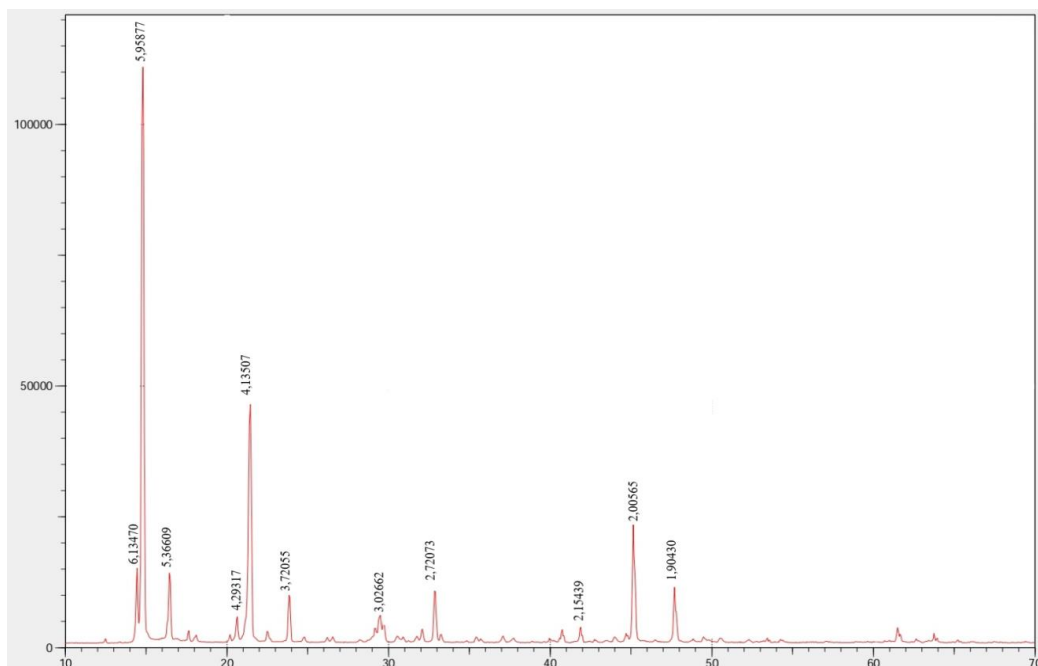


Fig. 2. X-ray diffraction pattern of the compound $\text{CuSO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

In the X-ray diffraction pattern of $\text{CuSO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, the following interplanar spacings were observed: 5.95877; 4.13507; 2.00565; 2.72073; 1.90430; 5.36609; 3.72055; 6.13470; 3.02662; 4.29317; and 2.15439 Å. The corresponding maximum intensities are 100; 57; 23; 14; 13; 11; 10; 9; 7; 6; and 4%, respectively (Fig. 2).

The diffraction lines with interplanar spacings of 5.95877; 4.13507; 2.00565; and 2.72073 Å show the highest intensity and correspond to the data reported in the literature. At the same time, all diffraction characteristics confirm that $\text{CuSO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ is an individual compound.

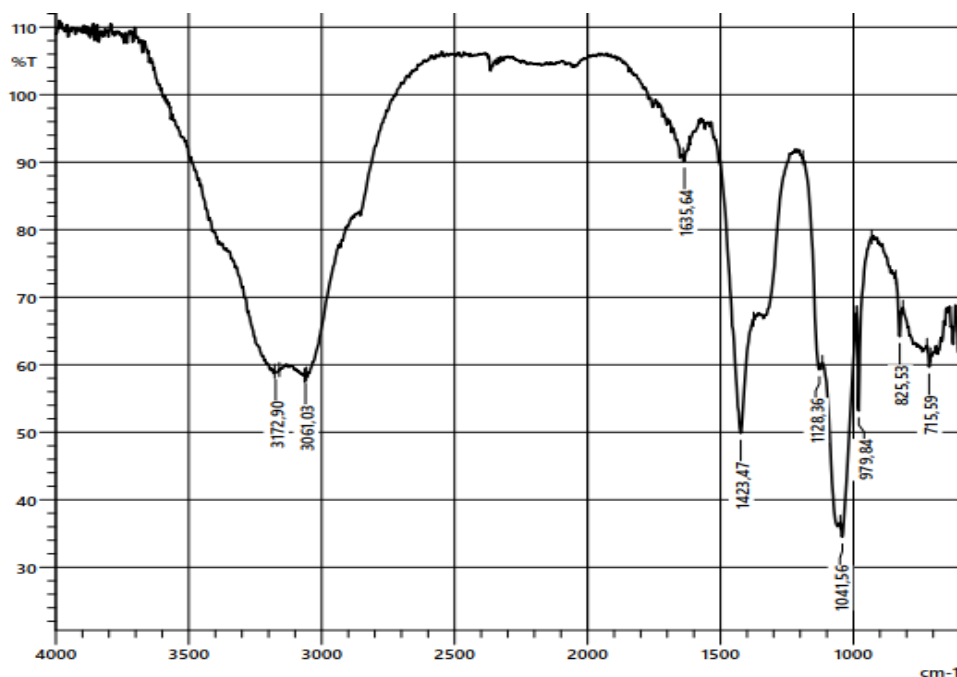


Fig. 3. IR spectrum of the compound $\text{CuSO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

When studying the infrared absorption bands of various functional groups in the crystal structure of $\text{CuSO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, it is observed that the O-H group strongly bonded with hydrogen is expressed in the bands at 3172.90 cm^{-1} and 3061.03 cm^{-1} (Fig. 3). In the infrared absorption spectra, the frequency range of 1423.47 cm^{-1} corresponds to the region representing the degenerate deformation vibration of the NH_4 group, as well as the lattice vibration region of $400\text{--}600 \text{ cm}^{-1}$ corresponding to Cu-O bonds.

The asymmetric stretching bands at 1041.56 cm^{-1} and 1128.36 cm^{-1} , the symmetric stretching mode of SO_4^{2-} at 979.84 cm^{-1} , and the absorption band at 825.53 cm^{-1} correspond to the spectroscopic absorption lines belonging to the NO_3^- functional group. The analyzed IR spectral data confirm the individuality of the new compound $\text{CuSO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

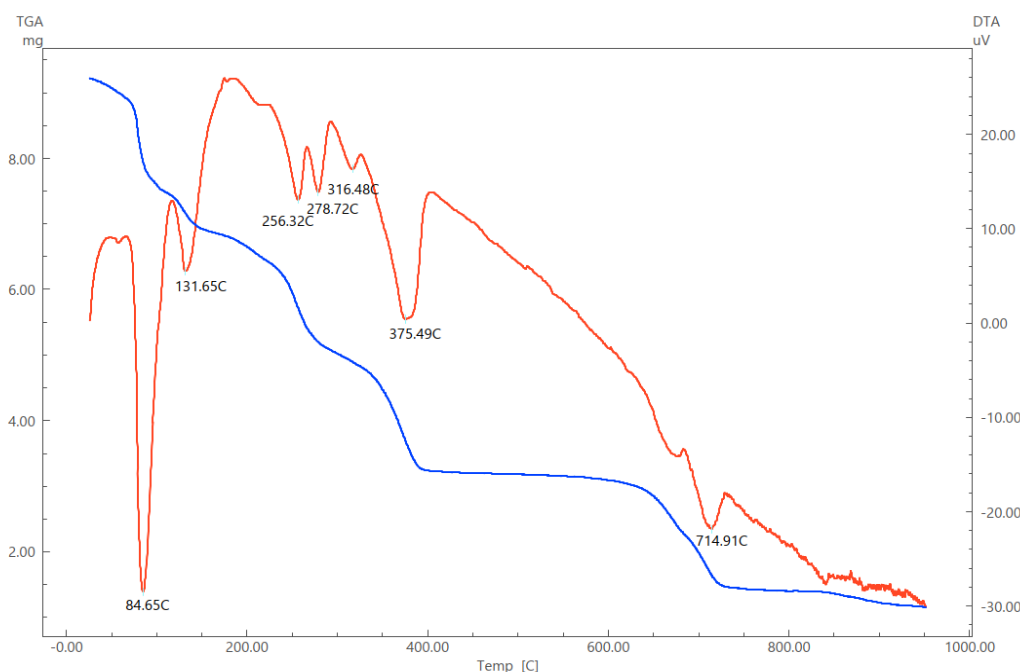


Fig. 4. Derivatogram of the compound $\text{CuSO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

Thermal analysis of the compound $\text{CuSO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ was carried out in the temperature range of $0\text{--}1000^\circ\text{C}$ for 90 minutes (Fig. 3.23). The thermal analysis revealed seven endothermic effects corresponding to temperatures of 84.65°C , 131.65°C , 256.32°C , 278.72°C , 316.48°C , 375.49°C , and 714.91°C .

With increasing temperature, the decomposition of the initial substance reached 26.37% at 84.65°C and 87.53% at 714.91°C . During the thermal analysis of $\text{CuSO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, no mass loss was observed in the temperature range from 714.91°C to 1000°C due to the presence of CuO.

Differential thermal analysis (DTA) and thermogravimetric (TG) analysis were performed using a Shimadzu DTG-60 simultaneous thermal analyzer at a heating rate of $10^\circ\text{C}/\text{min}$ in a porcelain crucible.

4. Conclusion

The solubility of the $\text{CuSO}_4 - \text{NH}_4\text{NO}_3 - \text{H}_2\text{O}$ system was studied in the temperature range from -16.8°C to $+55.0^\circ\text{C}$ using the visual-polythermal method. As a result of the study, a new double compound – $\text{CuSO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ – was identified, and its crystallization region was determined on the polythermal solubility diagram.

This compound was isolated in a pure crystalline form and identified using X-ray diffraction, infrared spectroscopy, and thermogravimetric analysis. The obtained results are of scientific and practical significance for the development of NPK fertilizers enriched with microelements and for the creation of advanced materials technologies.

Acknowledgment

The authors would like to thank Namangan State Technical University for supporting this work.

Authors' Declaration

Conflicts of Interest: The authors declare that they have no conflicts of interest.

Authors' Contribution Statement

All authors contributed equally to the conception of the research, experimental work, analysis and interpretation of the data, and preparation of the manuscript. All authors read and approved the final version of the manuscript.

References

- [1]. Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., Biggs, R., Carpenter, S. R., De Vries, W., De Wit, C. A., Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G. M., Persson, L. M., Ramanathan, V., Reyers, B., & Sörlin, S. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223). <https://doi.org/10.1126/science.1259855>
- [2]. Pogrzeba, M., Rusinowski, S., Sitko, K., Krzyżak, J., Skalska, A., Małkowski, E., Ciszek, D., Werle, S., McCalmont, J. P., Mos, M., & Kalaji, H. M. (2017). Relationships between soil parameters and physiological status of *Miscanthus x giganteus* cultivated on soil contaminated with trace elements under NPK fertilisation vs. microbial inoculation. *Environmental Pollution*, 225, 163–174. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.03.058>
- [3]. Bagci, S. A., Ekiz, H., Yilmaz, A., & Cakmak, I. (2007). Effects of zinc deficiency and drought on grain yield of field-grown wheat cultivars in Central Anatolia. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 193(3), 198–206. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037x.2007.00256.x>
- [4]. Wang, Z., Li, S., & Malhi, S. (2007). Effects of fertilization and other agronomic measures on nutritional quality of crops. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(1), 7–23. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3084>
- [5]. Tavakoli, M. T., Chenari, A. I., Rezaie, M., Tavakoli, A., Shahsavari, M., & Mousavi, S. R. (2014). The importance of micronutrients in agricultural production. *Advances in Environmental Biology*, 31–36. <http://www.aensi.org/aeb.html>
- [6]. Shukla, A. K., Tiwari, P. K., & Prakash, C. (2018). Micronutrients in soils, plants, animals and humans. *Indian Journal of Fertilisers*, 14(3), 30–54.
- [7]. Makhkamova, D., Turayev, Z., & Kucharov, B. (2024). Research on the effect of microelement salt with fertilizer. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 486, p. 01012). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202448601012>
- [8]. Turayev, Z. (2024). STUDYING THE SOLUBILITY OF THE SYSTEM $ZnSO_4-KNO_3-H_2O$. *Journal of Chemical Technology & Metallurgy*, 59(1). <https://doi.org/10.59957/jctm.v59.i1.2024.16>
- [9]. Trunin, A. S., & Petrova, D. G. (1977). Visual-polythermal method. Kuibyshev: Kuibyshev Polytechnic University (KPU).
- [10]. Charlot, G. (1969). *Methods of analytical chemistry: Quantitative analysis of inorganic compounds*. Moscow: Chemistry Publishing House.

SUVNI YUMSHATISH JARAYONIDA HOSIL BO'LGAN KALSIY KARBONATDAN FOSFOR TUTUVCHI BIR KOMPONENTLI O'G'IT YA'NI DIKALSIY FOSFAT DIGIDRAT ($CaHPO_4 \cdot 2H_2O$) OLISH JARAYONI

X.M. Polvonov*, S.S. Ortikova, M.O'. Usmonova

Farg'ona davlat texnika universiteti

Tel: +998(91)1097598, E-mail: akad,hurshid@gmail.com

[\(Qabul qilindi 18.03.2026 y.\)](#)

Annotatsiya: Ushbu maqolada kalsiy karbonat asosida dikalsiy fosfat dihidrat (brushit– $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$) olishning kimyoviy asoslari, laboratoriya va yarim sanoat sharoitida amalga oshirish usullari, texnologik parametrlari hamda mahsulotning qo'llanilish sohalari yoritib beriladi. Dikalsiy fosfat digidrat ni fosforli o'g'itlar ishlab chiqarishda, yem qo'shimchalari va biomateriallar tayyorlashda muhim xomashyo hisoblanadi.

Kalit so'zlar: brushit, dikalsiy fosfat dihidrat, kalsiy karbonat, fosfor kislotasi, cho'ktirish reaksiyasi.

Annotation: this article will highlight the chemical basis of obtaining Dicalcium Phosphate dihydrate (brushite– $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$) based on calcium carbonate, methods of implementation in laboratory and semi-industrial conditions, technological parameters and areas of application of the

product. Dicalcium phosphate dihydrate is an important raw material in the production of phosphate fertilizers, feed additives, and biomaterials.

Keywords: brushite, dicalcium phosphate dihydrate, calcium carbonate, phosphoric acid, precipitation reaction.

Аннотация: В этой статье будут рассмотрены химические основы получения дигидрата дикальцийфосфата (брушит— $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) на основе карбоната кальция, способы его реализации в лабораторных и полупромышленных условиях, технологические параметры и области применения продукта. Дигидрат дикальцийфосфата является важным сырьем в производстве фосфорных удобрений, кормовых добавок и биоматериалов.

Ключевые слова: брушит, дикальцийфосфат дигидрат, карбонат кальция, фосфорная кислота, реакция осаждения.

KIRISH. Qishloq xo'jaligida yuqori hosildorlikka erishishda fosforli o'g'itlarning ahamiyati katta. Fosfor o'simliklarning ildiz tizimi rivojlanishi, energiya almashinuvi va hosil shakllanishida muhim rol o'ynaydi. Shu sababdan, a fosforli birikmalar asosida samarali va arzon o'g'it turlarini olish dolzarb masalalardan biridir. Bu kabi birikmalardan biri — dikalsiy fosfat digidrat ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) bo'lib, u suvda nisbatan yaxshi eriydi va o'simliklar tomonidan tez o'zlashtiriladi. Dikalsiy fosfat digidrat qolishda kalsiy manbai sifatida keng tarqalgan va arzon xomashyo - kalsiy karbonat (CaCO_3) dan foydalanish iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiqdir.

Suvni yumshatish chiqindilari murakkab tarkibga ega bo'lib, quyidagilarni o'z ichiga oladi:

1. Asosiy komponentlar

- CaCO_3 (70–90%)
- $\text{Mg}(\text{OH})_2$ (5–15%)

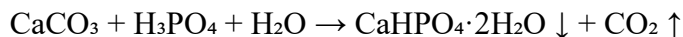
2. Qo'shimcha komponentlar

- SiO_2 (kremniy birikmalari)
- Fe_2O_3 (temir oksidlari)
- organik moddalar

3. Namlik

- 50–80% gacha bo'lishi mumkin

METOD VA USULLAR. Dikalsiy fosfat digidrat (brushite) kalsiy fosfatlarning muhim fazalaridan biri bo'lib, u dikalsiy fosfat dihidrat shaklida mavjud. Kalsiy karbonatning fosfor kislotasi bilan o'zaro ta'siri natijasida brushit cho'kma ko'rinishida hosil bo'ladi. Umumiy reaksiyani quyidagicha ifodalash mumkin:



Reaksiya davomida karbonat angidrid (CO_2) ajralib chiqadi va muhit pH qiymatiga bog'liq holda turli kalsiy fosfat fazalari hosil bo'lishi mumkin. Brushit hosil bo'lishi uchun muhitning pH qiymati taxminan 4,5–6,0 oralig'ida bo'lishi maqsadga muvofiq.

LABORATORIYA SHAROITIDA DIKALSIY FOSFAT DIGIDRAT OLISH JARAYONI

1. Kerakli moddalar

Kalsiy karbonat (CaCO_3) 10 gr

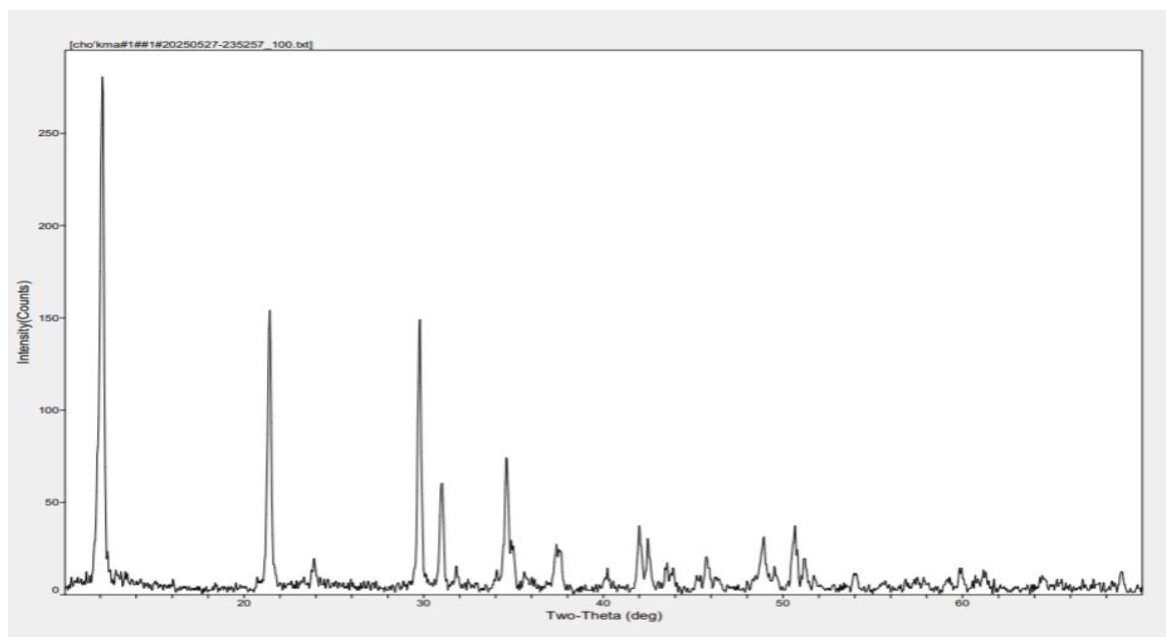
Fosfor kislotasi (H_3PO_4 , 48 %) 20 ml

Distillangan suv 50 ml

2. Jarayon tavsifi

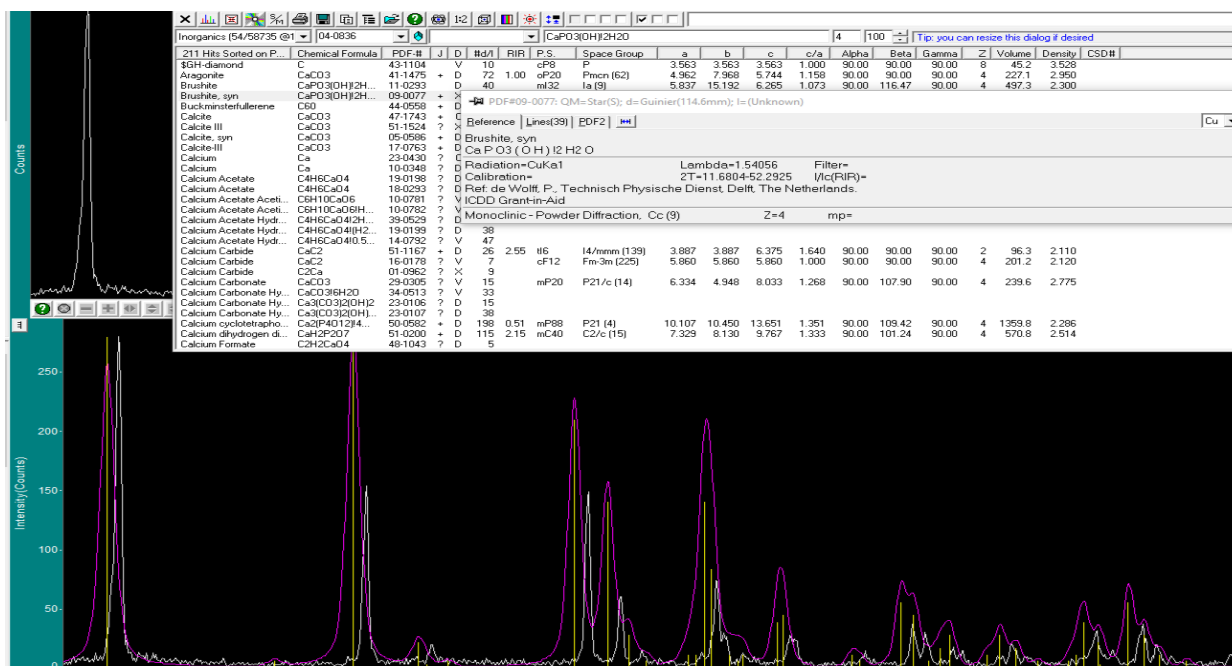
- a) Fosfor kislotasi suv bilan suyultirilib, 20–30 % li eritma tayyorlanadi.
- b) Eritmaga doimiy aralashtirish ostida mayda kukun holidagi kalsiy karbonat sekin-asta qo'shiladi.
- c) Reaksiya davomida CO_2 gazi ajralib chiqadi.
- d) pH qiymati 4,5–6,0 oralig'ida ushlab turiladi.
- f) Hosil bo'lgan oq rangli brushit cho'kmasi filtrlash orqali ajratib olinadi.
- g) Cho'kma suv bilan yuvilib, 40–60 °C haroratda quritiladi.

Natijada bizning laboriyamizda cho'kma hosil bo'ldi. Quyida cho'kmani Rentgen qurilmasida diffraktogrammasini aniqladik. Rentgen qurilmasining modeli: AL-27 MINI. Qurilma nomi: ALONG. XRD - X - RAY difroetometr



1 rasm. Cho'kmaning diffraktogrammasi.

Bu diagramma dikalsiy fosfat digidrat diagrammasi bilan bir xil ekanligini Rentgen qurilmasi aniqlab berdi.



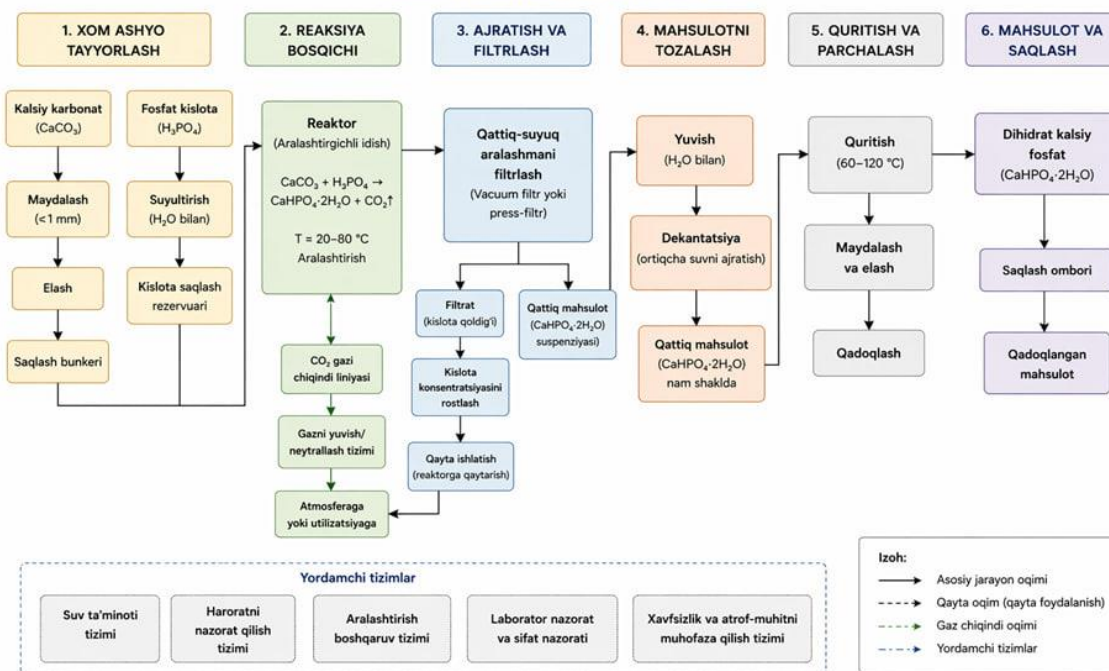
2 rasm. Dikalsiy fosfat digidrat diffraktogrammasi.

Yarim sanoat sharoitida jarayon aralashtirgichli reaktorlar yordamida olib boriladi. Texnologik bosqichlar quyidagilardan iborat:

- Suyultirilgan fosfor kislotasini reaktorga berish;
- Maydalangan kalsiy karbonatni nazorat ostida qo'shish;
- CO₂ gazini chiqarib yuborish uchun ventilyatsiya tizimini ta'minlash;
- 25–40 °C haroratda va 30–60 daqiqa davomida aralashtirish;
- Hosil bo'lgan cho'kmani filtrlash yoki sentrifugalash orqali ajratish;
- Quritish va tayyor mahsulotni qadoqlash.

Texnologik jarayonda xomashyo tozaligi, harorat va pH qiymatini qat'iy nazorat qilish mahsulot sifatiga bevosita ta'sir ko'rsatadi.

**KALSIY KARBONATNI FOSFAT KISLOTA BILAN QAYTA ISHLASH
JARAYONINING BLOK-SXEMASI**



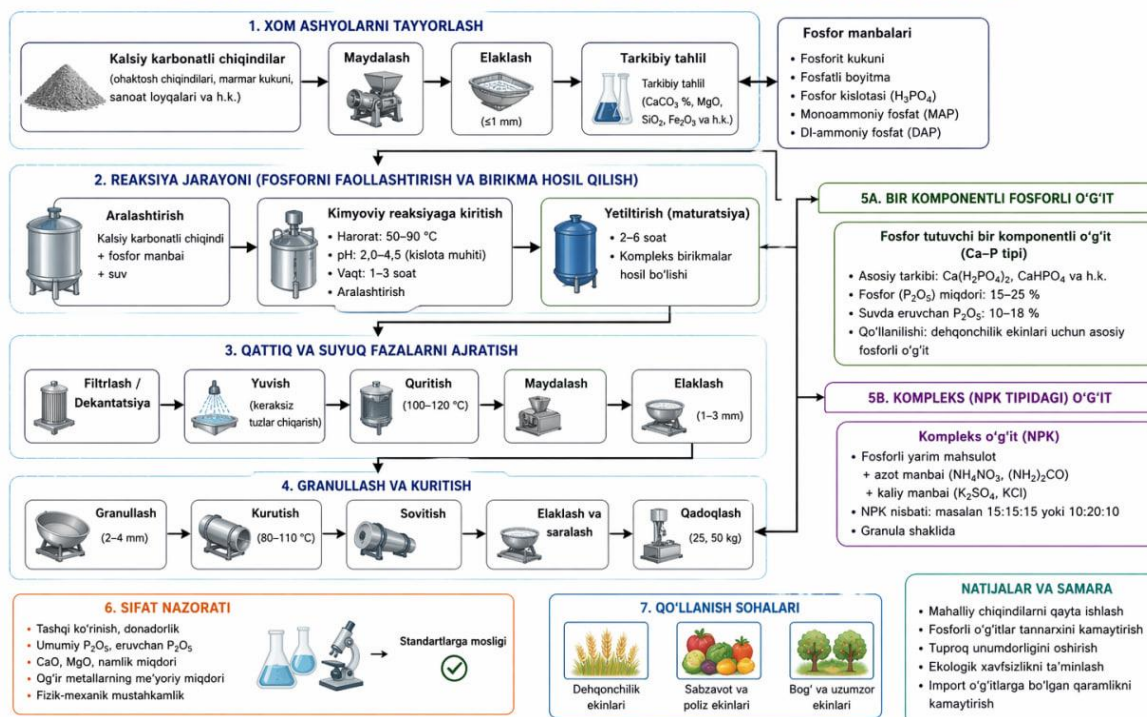
3 rasm. Dikalsiy fosfat digidrat olish blok sxemasi.

MAHSULOTDAN FOYDALANISH SOHALARI.

Olingan brushit quyidagi sohalarda keng qo'llaniladi:

- Qishloq xo'jaligi – fosforli o'g'itlar tarkibiy qismi sifatida;
- Chorvachilik – yem qo'shimchasi, kalsiy va fosfor manbai sifatida;
- Tibbiyot va biomateriallar – suyak to'qimalarini tiklashda ishlatiladigan materiallar tarkibida

**KALSIY KARBONATLI CHIQINDILAR ASOSIDA FOSFOR TUTUVCHI
BIR KOMPLEMENTLI VA KOMPLEKS O'G'ITLAR OLISH TEXNOLOGIK SXEMASI**



4 rasm. Jarayonning texnologik sxemasi.

XULOSA: Kalsiy karbonatdan fosfor tutuvchi bir komponentli o'g'it ya'ni dikalsiy fosfat digidrat olish texnologiyasi nisbatan oddiy, iqtisodiy jihatdan samarali va amaliy ahamiyatga ega jarayondir. To'g'ri texnologik sharoitlar (pH, harorat, xomashyo sifati) ta'minlangan holda yuqori sifatli brushit olish mumkin. Ushbu birikma qishloq xo'jaligi va boshqa sohalarda keng qo'llanilishi bilan ahamiyatlidir.

Adabiyotlar

- [1]. Atkins, P., & de Paula, J. Atkins' Physical Chemistry (11th Edition). Oxford University Press, 2018. - Kislotalar-asoslar va cho'kma reaksiyalari bo'yicha nazariy asoslar.
- [2]. Shriver, D. F., & Atkins, P. W. Inorganic Chemistry (6th Edition). Oxford University Press, 2010. - Kalsiy birikmalari, fosfatlar va ularning reaksiyalari.
- [3]. Van Loon, G. W., & Duffy, S. J. Environmental Chemistry: A Global Perspective (4th Edition). Oxford University Press, 2017. - Kalsiy karbonat va fosfor kislota o'zaro ta'siri, cho'kma jarayonlar.
- [4]. Erdem, Z., & Ay, F. Phosphate Chemistry, In: Urea and Fertilizers (Chapter in Fertilizer Technology Textbook). Springer, 2005. — Fosforli o'g'itlar texnologiyasi, brushit va boshqa fosfat fazalari.
- [5]. Fertilizer Manual (FAO). Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1998. - Fosforli o'g'itlar ishlab chiqarish texnologiyasi bo'yicha amaliy qo'llanma.
- [6]. Березняк, В. И., Смирнов, В. Е. Общая химия: Учебник для вузов. М.: Высшая школа, 2012. -Inorganik kimyo reaksiyalari va muhit pH ta'siri.
- [7]. Havlik, F. Phosphorus and Potassium in Plant Nutrition. International Fertilizer Society, 1996. - Fosforli birikmalar, ularning qishloq xo'jaligida qo'llanilishi.
- [8]. Standart texnologik hujjatlar: ASTM va ISO standartlari bo'yicha fosfat cho'kmalari va o'g'itlar sinov metodikalari.

МЕВА ВА САБЗАВОТЛАРДАН ҚЎШИМЧА ШАРБАТ ОЛИШДА ЭЛЕКТРОПЛАЗМОЛИЗ УСУЛИНИНГ ҚЎЛЛАНИЛИШИ

Ж.М. Курбанов¹, С.С. Сабиров², М.Ж. Курбонова³

¹Самарқанд иқтисодиёт ва сервис институти @mail.ru,

²Фаргона давлат техника университети salimjon1955@mail.ru,

³Тошкент давлат аграр университети madina@ta
(Қабул қилинди 18.03.2026 й.)

Аннотация: Мақолада, мева а сабзавотлар жмихи ёки пульпасидан қўшимча шарбат олишида электрофизикавий усулларда тадқиқот натижалари келтирилган. Мевалардан олма, ўрик ва олхўри ва сабзавотлардан сабзи ва лавлаги жмихи ёки пульпасидан, комбинациялаштирилган электродли ЎЮЧли электроплазмоллизаторда қўшимча шарбат олишни қўнайитириши, майдаланган, дастлабки пресслаб шарбати олинган турли меваларнинг жмихи ёки пульпасидан, олдинги олинган шарбатга қўшимча ўртача 12-14 % шарбат олиниши ҳақида, илмий тадқиқот натижалари берилган.

Таянч сўзлар: мева, сабзавот, плазмоллиз, электр ўтказувчанлик, солиштирма электр ўтказувчанлик, электрқаришилиқ, ишчи электр токи, электрод камераси, ЎЮЧли печ.

Аннотация: В статье представлены результаты исследований по использованию электрофизических методов для повышения извлечения дополнительного сока из мякоти или пульпы фруктов и овощей. Представлены результаты научных исследований по извлечению дополнительного сока из мякоти или пульпы яблок, груш и слив из фруктов, а также моркови и свёклы из овощей с использованием комбинированного электродно-ячеечного электроплазмоллизера, а также по извлечению в среднем 12-14% сока из мякоти или пульпы различных фруктов, подвергнутых измельчению и первичному прессованию, помимо ранее полученного сока.

Ключевые слова: фрукты, овощи, плазмоллиз, электропроводность, относительная электропроводность, электрическое сопротивление, рабочий электрический ток, электродная камера, микроволновая печь.

Abstract: This article presents the results of research using electrophysical methods to increase the extraction of additional juice from the pulp or pulp of fruits and vegetables. The article presents the results of scientific research on the extraction of additional juice from the pulp or pulp of apples, pears, and plums (fruits), as well as carrots and beets (vegetables) using a combined electrode-cell electropasmolyzer. It also presents the results of research on the extraction of an average of 12-14% juice from the pulp or pulp of various fruits subjected to crushing and primary pressing, in addition to the previously obtained juice.

Keywords: *frukty, ovoshchi, plasmolysis, electroconduction, relative electrical conductivity, electric resistance, working electric current, electrode chamber, microwave oven.*

Кириш. Бугунги кунда дунё микёсида, мева ва сабзавот етиштириш жадал суръатларда ўсиб бормоқда. Бунда Хитой, Ҳиндистон, АҚШ давлатлари етакчилик қиляпти. Сўнгги 10 йилда мева-сабзавот маҳсулотларини экспорт қилиш 10 мартага, экспорт қиймат кўринишида 12 мартага ошди [1]. Шу сабабга кўра барча мева-сабзавотларни қайта ишлаш ва улардан яримтайёр ва тайёр озиқ-овқат маҳсулотлари олиш билан бирга, уларнинг қайта ишловидаги жмихи ёки пулпасидан замонавий электрофизикавий усуллардан фойдаланган ҳолда, олинадиган шарбатларни миқдорини ошириш бўйича илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда. Хозирги кунда озиқ - овқат маҳсулотлари ишлаб чиқариш соҳасида электрофизикавий методларни қўллаш кундан кун ортиб бормоқда. Электрофизикавий методлардан юқори, ўта юқори частотали (ЎЮЧ) электр майдоннинг (ЭМ), қизил нурли (ҚН) энергиясининг, электродиализ, электрофлотация, плазмолиз, электрострикция ва бошқаларни кўрсатишимиз мумкин [2,3].

Жаҳонда инсоннинг кундалик овқатланиши рақибидан табиий витаминлар, микро- ва макроэлементларга бой бўлган мева-сабзавотлар, жумладан, уларнинг қайта ишланган маҳсулотларини замонавий технологиялар ёрдамида ишлаб чиқариш, бунда табиий компонентларни максимал сақлаб қолиш, шунингдек, маҳсулотларнинг истеъмолбоплик сифатларини яхшилаш, уларнинг озуқавий хавфсизлиги ва биологик қимматини ошириш, сифатли мева сабзавот шарбати ва концентрати олиш технологиясини ишлаб чиқиш ва тадбиқ қилиш, маҳаллий хом ашё ресурсларидан рационал равишда комплекс фойдаланиб, юқори сифатли маҳсулот олиш, ишлаб чиқарилаётган маҳсулотнинг рақобатбардошлигини таъминлаш, маҳсулотнинг харажат ва таннархини камайтириш каби долзарб йўналишларда илмий-тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Ушбуларни бажаришда, мева ва сабзавотлар қайта ишловидаги, улардан қўшимча шарбат олиш миқдорини оширишда комбинациялаштирилган электродли ЎЮЧли электроплазмолизатордан фойдаланиш ўта долзарб ҳисобланади.

Тадқиқот методикаси ва қўлланилган жиҳозлар

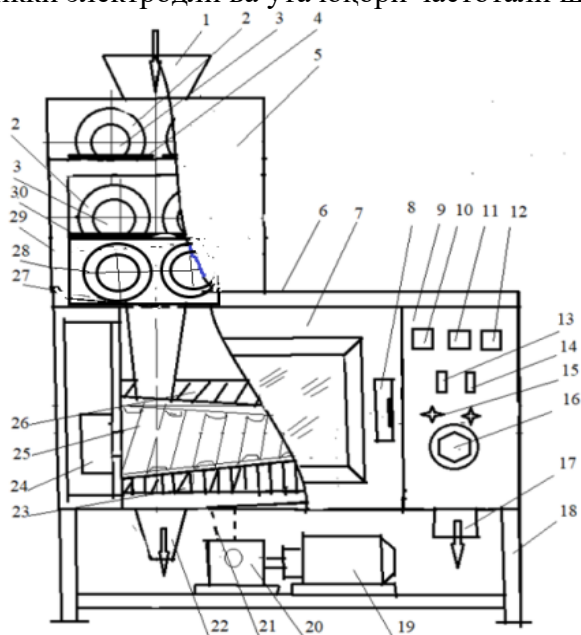
Комбинациялашган электродли электромагнит майдон (ЭММ) ўта юқори частотали (ЎЮЧ) электроплазмолизатор экспериментал қурилманинг технологик схемаси ва электродлар жуфтнинг электр токига (220 В, 50 Гц) улаш схемаси 1,2-расмларда келтирилган.

Тадқиқот натижалари шуни кўрсатдики, пресс барабаннинг диаметри 30 см бўлганда пульпа бўлақлар электрод импульс юзаси катта бўлганлиги учун, шарбатнинг чиқиши бирмунча кўп бўлади, лекин қурилма конструкциясининг мустаҳкамлиги, ишончли ишлаши, ишлаш муддати нисбаттан кам бўлади. Шулардан келиб чиқиб, биз икки электродли плазмолизни икки қаторли диаметри 12 см, биринчи жуфт барабанлар оралиғини 4-5 мм, иккинчи жуфтиниқини 2-3 мм қилиб, электродли импульсни икки маротаба беришни кўриб чиқдик ва мева сабзавотлар пулпасидан шарбат чиқиш энди қўшимча ўртача 2-3 % га ошганлигига, шарбатнинг сифатини яхшиланишига, валиклар оралиғидан ўтганда (прессланганда) пульпа бўлақчаларининг валиклар сиртига ёпишмаслигига ва машинанинг ишончли ишлашига, мустаҳкам бўлишига ва қўлланилган диэлектрик материалларнинг ишлатиш муддати узайтирилишига эришилади.

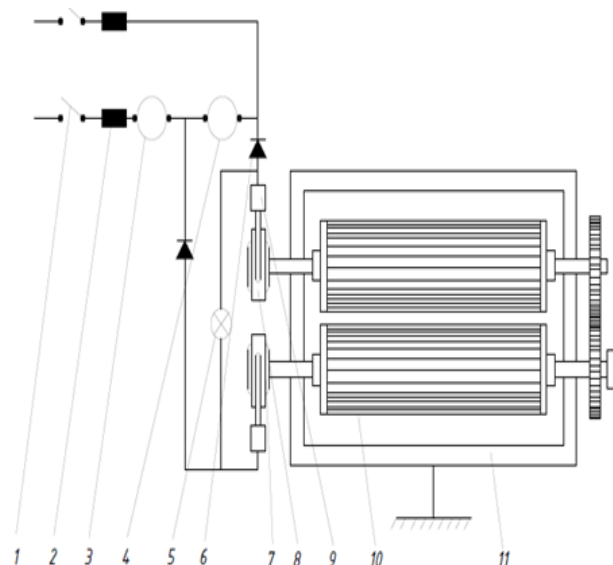
Комбинациялашган икки электродли ЎЮЧли электроплазмолизатор экспериментал қурилма: икки электродли электроплазмолизатор ўзгарувчан токка улаш электросхемаси билан. (1-расм) ЎЮЧ электроплазмолизатор билан комбирлашган бўлиб, умумий тадқиқот стендини ташкил этади.

Тадқиқот қурилмасининг биринчи қисми ҳисобланган икки электродли электроплазмолизатор дастлаб Флауменбаум Б.Л. [4], сўнг бизлар [5] бажарганимизда, дастлабки қурилмада бир жуфт икки электродлитда, сўнг 2 жуфтли ва эндиликда 3 жуфтлида электр токи импульси берилади.

Қурилманинг иккинчи қисмини, резонаторли ўта юқори частотали (ЎЮЧ) печ асосида тузилган. Печнинг магнетрон ва тўлқин узатгичи юқори қисмида бўлиб ундан чиқаётган тўлқинни бир текисда камера бўйлаб узатиш учун айланиб турувчи диссектордан фойдаланилади. Печнинг ичида кириш қисми юқорида қилинган диэлектрик - фторопласдан ясалган шнейкли шарбат сиқиб чиқарувчи қурилмадан фойдаланилади. Шарбат сиқиб чиқарувчи қурилма кесик конус шаклидаги, ичида кесик конусли шинейкдан иборат. Шинейкни айлантириш учун печ ташқарисида электродивигател ўрнатилади (чиқиш ўқининг айланиш тезлиги 50-60 айл/мин). Шарбат сиқувчи қурилманинг печ ичидаги барча қисимлари металл бўлмаган материалдан ясалган. Шарбат сиқувчи қурилманинг охирида шинейкнинг остки қисмида сеткадан шарбат ажралиб чиқади, унинг юқори қисмидан шарбати сиқилган жмихлари ажралиб чиқади. Печнинг устида расмда кўрсатилган схемадаги электроплазмализатор ўрнатилган бўлади. Унинг электр хавсизлигини таъминлаш учун каркаси, қопқоғи диэлектрик материалдан бўлиши керак. Шундай қилиб, биз комбирлашган икки электродли ва ўта юқори частотали шарбат сиқиб чиқарувчи қурилмага эга бўламиз.



Расм.1. Комбинациялашган электродли ЎЮЧ ли электроплазмализатор тузилиш схемаси.
1-бункер; 2,28-электродли валиклар;
3- шарикоподшибниклар; 4,30-электроизолтор;
5,18,29- плазмализатор корпуси; 6-ЎЮЧ –печ;
7-печнинг эшиги; 8-ушлагич; 9-бошқариш панели; 10-вольтметр; 11-амперметр; 12-ваттметр;
13,14-ёқиш, ўчириш тугмачалари; 15,16-сигнал лампочкалари; 17-пульпа чиқиши;
19,24-электродвигатель; 20-редуктор;
21-занжирли узатма; 22,23-шарбат чиқиш, йиғгичи; 25,26-шнейкли пресс; 27- тур;



Расм.2. Икки электродли электроплазмализатор ўзгарувчан токка улаш.

1. Бир полюсли рубильник;
2. Предохранитель (40А);
3. Амперметр;
4. Вольтметр;
5. Назорат лампаси;
6. Блокировкаш контакти;
7. Текистолитли втулка;
8. Коллектор халқаси
9. Шеткаушлагич;
10. Вал-электрод;
11. Ерга улаш станинаси.

Қурилма қуйидагича ишлатилади. Қурилмага хом ашё солишдан олдин унинг электр хавфсизлиги текширилиб, умумий электр тармоғига (220 В, 50 Гц) уланади. Электроплазмолизга электр токининг пайдо бўлишини унинг сигнал лампочкаларининг ёнишидан билишимиз мумкин. Шунингдек, ўта юқори частотали печнинг ичидаги шарбат сиқувчи қурилма ёқилади ва охирида ўта юқори частотали печнинг ўзи ишлатилади, ҳеч қандай электр хавфи ёки нохуш шовқин бўлмаслигини таъминланади. Шундан сўнг, печ устидаги электрплазмализатор эшиги очилиб унга хом ашё кетма-кет солинади. Электроплазмализатор электрод валиклари орасидан ўтган хом ашё хужайраси қисман шикастланиб электроплазмолиз жараёни олиб борилади. Ундан ўтган майдаланган, сиқилган

бўлақлар печнинг устки қисимдаги 8 мм ли тешикли метал сеткадан ўтиб печ ичидаги шарбат сиқувчи машинага тушади ва шу аснода 60-70 °С ҳароратда шарбат сиқувчи кесик конусли шинейки ва корпуси орасидан эзилиб ва сиқилиб охирида шарбати олинган жимих алоҳида чиқарилади. Маълум миқдордаги шарбат ишлаб чиқарилгандан сўнг, қурилмани электр токидан узиб ўчирилади ва сўнг тозалаб ювилади. Албатта қурилмада ишловчининг оёғи остида резинали гиламча бўлиши лозим, шунингдек қурилмани барча метал қисимлари ерга уланган бўлиши керак.

Тажриба натижалари ва уларнинг муҳокамаси

Мевалардан: олма, ўрик, олхўри ва сабзавотдан сабзи бўйича, комбинациялашган икки электродли ЎЮЧли электроплазмоллизатор экспериментал қурилмасида олиб борилган тажрибалар натижаси 1- жадвалда келтирилган. Электродли ва ЎЮЧ қайта ишловдан сўнг, мева ва сабзавотдан қанча шарбатни сиқиб чиқарилганини аниқлаш учун, аввал фақат икки электрод оралиғидан ўтказилиб, яъни электр токига уламай шарбатнинг чиқиши аниқланди (ишлов берилмаган, электр қайта ишловсиз). Сўнг, икки электродли шарбат сиқиш 3,5 секунд вақт давомида электр токи (220 В, 50 Гц ўзгарувчан ток) таъсирида шарбат сиқишдаги шарбат миқдори ўлчанди. Шундан кейин, ҳам икки электродли ток таъсирида, ҳам ЎЮЧ ЭММ (0,4 кВт резонаторга берилган қувват) 20, 30 секунд вақт таъсирида қанча шарбат чиқиши аниқланиб, таклиф этилган методда жами қанча шарбат олиш мумкинлиги ҳисобланди.

1-жадвал.

Мевалар ва сабзавотдан икки электродли ЎЮЧли электроплазмоллизаторда шарбат чиқиши.

Хом ашё	Электродли ишлов бериш		Шарбатнинг чиқиши, %	ЎЮЧ ишлов бериш вақти, сек.	Шарбатнинг чиқиши, %.	Жами шарбатнинг чиқиши, %.
	Ишлов бериш вақти	Жуфтли дона				
Олма	Ишлов берилмаган		62.4	0	0	62,4
			68.7	0	0	68,7
	3,0		73.8	260	2,2	76,0
	5,0		75.0	300	3,6	78,6
Ўрик	Ишлов берилмаган		70.1	0	0	70,1
			78.6	0	0	78,6
	3,0		79,2	260	2,3	81,5
	5,0		80,3	300	2,9	83,2
Олхўри	Ишлов берилмаган		47.0	0	0	47,0
			59.6	0	0	59,6
	3,0		64.0	260	3,2	67,2
	5,0		66,1	300	3,8	69,9
Сабзи	Ишлов берилмаган		53.7	0	0	53,7
			57.3	0	0	57,3
	3,0		65.4	260	2,7	68,1
	5,0		68,1	300	3,2	71,3
Лавлаги	Ишлов берилмаган		43,1	0	0	43,1
			47,4	0	0	47,4
	3,0		55,4	260	2,7	58,1
	5,0		57,2	300	2,9	60,1

Мевалар (олма, ўрик ва олхўри) ва сабзавотдан сабзини, комбинациялашган икки

электродли ЎЮЧ ли электроплазмоллизаторда шарбат чиқиши бўйича олинган натижалар таҳлили шуни кўрсатдики, барча ҳолатда ҳам ишлов берилмаганидан кўшимча кўп шарбат олинган. Шарбатнинг кўпайиши мева ва сабзавот турига, навига, ҳолатига ва икки электродлардан ўтиш вақтига ва ЎЮЧ ЭММ нурли қиздириш давомийлигига боғлиқ экан. Масалан, олмадан шарбат олишда майдаланган олма пульпасининг электродлар оралиғига 3,5 секунд сиқилишида ишлов берилмаганга нисбатан 8,2 - 9,4 % шарбат чиқиши кўпайган. Шунингдек, ЎЮЧ ЭММ да 20,30 секунд қиздириш ва шнейкли пресслашда, яна кўшимча 2,2 - 3,6 % шарбат ортиқ чиққан. Жами, ўртача олмадан шарбат чиқиши-11,7 % , ўрикдан-7,85% , олхўридан 16,75; сабзидан 14,6 ва лавлагидан 13,8 % ишлов берилмаганга нисбатан кўп бўлипти.

Электр токининг тирик тўқималарга жонлантирувчи таъсири биологиядан маълум. Ўсимлик тўқимасига электр токининг таъсири натижасида ионлар ҳаракатига олиб келади. Уларнинг тўқимадаги (хужайрадаги) эркин ҳаракатига улардаги ярим ўтказувчи протоплазмаси тўсқинлик қилади. Бунинг оқибатида оксилли моддалар юқори концентрацияли ионлар протоплазмада йиғилишади ва когуляцияланиб хужайрада плазмоллиз сабабли тургор ҳодисаси юз беради, натижада унинг деворлари шикастланади ва клеткадаги шарбатларнинг осон чиқишига сабабчи бўлади. Кўшимча, ЎЮЧ ЭММ таъсирида унинг температураси 70-80 ° С да кўтарилиб плазмоллиз жараёнини жадаллаштиради ва шарбат чиқишини янада кўпайтиради. Икки ҳолатда ҳам, унда протоплазма қобиғининг тезда шикастланиши натижасида хужайраларнинг ўтказувчанлиги ошади ва босим натижасида шарбатнинг чиқши сезиларли даражада ортади. Мева ва сабзавотларни электроплазмоллизаторда бир неча бор қайта ишланиши ундан олинадиган шарбат сифатлиги кўп таъсир этмайди. Аниқланган мева ва сабзавотлар ўртача кимёвий таркибини (2-жадвал) натурал кимёвий таркиби [6]да келтирилганлар билан олиб борилган қиёсий таҳлили тасдиқлайди.

2-жадвал

Мева ва сабзавотлар ўртача кимёвий таркиби

Мева-сабзавот номи	Шак ар	Оксил-лар	Целлю-лоза	Кисло-талар	К	Са	Р	В1	В2	С
Олма	14.3	0.3	1.0	0.46	278	16	11	0.03	0.02	19
Ўрик	17.8	0.9	0.5	0.7	363	20	34	0.04	0.06	9
Олхўри	11.4	0.3	0.7	0.6	213	19	19	0.6	0.4	9
Сабзи (қизил)	3.5	1.4	1.1	0.2	200	51	55	0.06	0.07	5
Лавлаги	6.2	1.6	0.9	0.43	288	36	41	0.02	0.04	9

Эслатма: кимёвий таркиби %, минерал ва витаминлар –мг/100 г.

ХУЛОСА

Мевалар (олма, ўрик ва олхўри) ва сабзавотдан (сабзи, лавлаги), комбинациялашган икки электродли ЎЮЧ ли электроплазмоллизаторда шарбат чиқиши бўйича, барча ҳолатда ҳам ишлов берилмаганидан кўп (кўшимча) шарбат олинади. Шарбатнинг кўпайиши мева ва сабзавот турига, навига, ҳолатига ва икки электродлардан ўтиш вақтига ва ЎЮЧ ЭММ нурли қиздириш давомийлигига боғлиқ экан: олмадан шарбат олишда майдаланган олма пульпасининг электродлар оралиғига 3,5 секунд сиқилишида ишлов берилмаганга нисбатан 8,2 - 9,4 % шарбат чиқиши кўпаяди. Шунингдек, ЎЮЧ ЭММ да 20,30 секунд қиздириш ва шнейкли пресслашда, яна кўшимча 2,2 - 3,6 % шарбат ортиқ чиқади. Жами, ўртача олмадан шарбат чиқиши-11,7 % , ўрикдан-7,85% , олхўридан 16,75; сабзидан 14,6 ва лавлагидан 13,8 % ишлов берилмаганга нисбатан кўп бўлар экан.

Адабиётлар

- [1]. <http://www.ozon.ru/context/detail/id/51500201>
- [2]. Курбанова М.Ж. Мева сабзавотларни бошланғич импульс энергияси ёрдамида қуритиш. / Автореферат докт. дисс. –Т. ТХТИ. 2018. – 41 б.

- [3]. Бордиян В.В. Интенсификация сушки растительного сырья электроплазмолизом. // Автореферат кан.дисс. Институт прикладной физики Молдова. -1991.-37 с
- [4]. Флауменбаум Б.Л. Электрическая обработка плодов и овощей перед извлечением сока. – “Труды ОТИКПа”, 1949, т. 111. С. 15-20.
- [5]. Курбанов Ж.М., Ходжаева У.Р. Электрофизические методы воздействия на продукты питания сервисных предприятий, монография, “Iqtisod-moliya”, Ташкент, 2012, 159 с.
- [6]. Юсупов Ш.Ж. Мева ва сабзавотларнинг шарбат беришини электрофизикавий усулларда ошириш /Автореферат докт. дисс. –Т. БМИ. 2023. – 36 б.

BRO‘YLER TOVUQ GO‘SHTINING FOYDASI VA ZARARI

H.H. Hamroliyev, B.N. Sattarova

Farg‘ona davlat texnika universiteti
e-mail: hamroliyevhojiakabar9@gmail.com,
e-mail: b.sattarova@gmail.com
(Qabul qilindi 18.03.2026 y.)

Annotatsiya. Ushbu maqolada bro‘yler tovuq go‘shining oziqaviy qiymati, kimyoviy tarkibi hamda inson salomatligiga ko‘rsatadigan ijobiy va salbiy ta’sirlari kompleks tarzda ilmiy jihatdan tahlil qilinadi. Tadqiqot davomida bro‘yler go‘shining asosiy tarkibiy qismlari — oqsillar, yog‘lar, vitaminlar va mineral moddalar miqdori o‘rganilib, ularning organizm faoliyatidagi o‘rni yoritib beriladi. Shuningdek, mazkur mahsulotning parhez bop xususiyatlari, uning tez hazm bo‘lishi va yuqori biologik qiymati asoslab beriladi. Bundan tashqari, maqolada bro‘yler tovuqlarini sanoat usulida yetishtirish jarayonida qo‘llaniladigan zamonaviy texnologiyalar, jumladan, ozuqa qo‘shimchalari, antibiotiklar va o‘shishni tezlashtiruvchi moddalar qo‘llanilishining go‘sh sifati va inson salomatligiga ehtimoliy ta’siri muhokama qilinadi. Ayrim hollarda ushbu omillar sababli yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan xavflar, xususan, antibiotiklarga chidamlilikning ortishi, allergik reaksiyalar va oziq-ovqat xavfsizligi bilan bog‘liq muammolar tahlil etiladi.

Kalit so‘zlar. bro‘yler tovuq, tovuq go‘sh, oziqaviy qiymat, oqsil, yog‘lar, vitaminlar, mineral moddalar, parhez mahsulot, sog‘lom ovqatlanish, antibiotiklar, oziq-ovqat xavfsizligi, allergik reaksiyalar, parrandachilik, biologik qiymat, inson salomatligi

Аннотация: В данной статье комплексно и научно анализируется пищевая ценность куриного мяса бройлеров, его химический состав, а также положительное и отрицательное влияние на здоровье человека. В ходе исследования изучены основные компоненты бройлерного мяса — белки, жиры, витамины и минеральные вещества, а также их роль в функционировании организма. Кроме того, рассматриваются диетические свойства продукта, его легкая усвояемость и высокая биологическая ценность. Статья также обсуждает влияние современных технологий промышленного выращивания бройлеров, включая кормовые добавки, антибиотики и стимуляторы роста, на качество мяса и потенциальное воздействие на здоровье человека. В некоторых случаях рассматриваются возможные риски, такие как развитие устойчивости к антибиотикам, аллергические реакции и проблемы пищевой безопасности.

Ключевые слова: бройлер, куриное мясо, пищевая ценность, белки, жиры, витамины, минеральные вещества, диетический продукт, здоровое питание, антибиотики, пищевая безопасность, аллергические реакции, птицеводство, биологическая ценность, здоровье человека

Kalit so‘zlar. bro‘yler tovuq, tovuq go‘sh, oziqaviy qiymat, oqsil, yog‘lar, vitaminlar, mineral moddalar, parhez mahsulot, sog‘lom ovqatlanish, antibiotiklar, oziq-ovqat xavfsizligi, allergik reaksiyalar, parrandachilik, biologik qiymat, inson salomatligi

Abstract: This article provides a comprehensive scientific analysis of the nutritional value of broiler chicken meat, its chemical composition, and its positive and negative effects on human health. The study examines the main components of broiler meat — proteins, fats, vitamins, and minerals — and highlights their role in the functioning of the human body. Additionally, the dietary properties of the product, its easy digestibility, and high biological value are discussed. The article also considers the impact of modern industrial broiler farming technologies, including feed additives, antibiotics, and growth stimulants, on meat quality and potential effects on human health. In some cases, risks associated with these factors, such as antibiotic resistance, allergic reactions, and food safety issues, are analyzed.

Keywords: broiler chicken, chicken meat, nutritional value, proteins, fats, vitamins, minerals, dietary product, healthy nutrition, antibiotics, food safety, allergic reactions, poultry farming, biological value, human health.

Kirish

So'nggi o'n yilliklarda bro'yer tovuq go'shti dunyo bo'yicha eng ko'p iste'mol qilinadigan hayvon go'shtlari turlaridan biriga aylangan. Buning asosiy sabablari uning nisbatan arzonligi, yuqori oziqaviy qiymati va tez yetishtirilish imkoniyatidir. Bro'yer go'shti yuqori sifatli oqsillar, muhim vitaminlar va minerallar manbai bo'lib, inson organizmi uchun zarur bo'lgan energiya va moddalarni ta'minlaydi. Shu bilan birga, sanoat usulida yetishtiriladigan bro'yerlar tez o'sishini ta'minlash maqsadida ozuqa qo'shimchalari, antibiotiklar va ayrim hollarda o'sishni tezlashtiruvchi moddalar ishlatiladi, bu esa go'sht sifatiga va inson sog'lig'iga potentsial ta'sir ko'rsatishi mumkin [7].

Maqola maqsadi bro'yer tovuq go'shtining oziqaviy qiymati, kimyoviy tarkibi hamda inson salomatligiga ko'rsatadigan ijobiy va salbiy ta'sirlarini ilmiy jihatdan tahlil qilishdan iborat. Shu bilan birga, bro'yer yetishtirish texnologiyalarining go'sht sifatiga ta'siri va oziq-ovqat xavfsizligiga bo'lgan ehtimoliy xavflar ham ko'rib chiqiladi. Tadqiqot natijalari sog'lom ovqatlanish, parhez ovqat va sifatli go'sht mahsulotlarini tanlash bo'yicha tavsiyalar berishga xizmat qiladi.

1. Bro'yer tovuq go'shtining oziqaviy va biologik qiymati

Bro'yer tovuq go'shti inson organizmi uchun zarur bo'lgan asosiy oziq moddalar bilan boy mahsulot hisoblanadi. Uning tarkibida o'rtacha 18–22% yuqori biologik qiymatga ega oqsil mavjud bo'lib, bu oqsillar muhim aminokislotalar, xususan lizin, metionin, treonin va triptofan bilan boydir. Ushbu aminokislotalar inson organizmida sintez qilinmaydi va ular oziq-ovqat orqali olinishi zarur hisoblanadi. Shu sababli bro'yer go'shti biologik qiymati yuqori bo'lgan oqsil manbai sifatida muhim ahamiyat kasb etadi. Bundan tashqari, bro'yer go'shtida yog' miqdori nisbatan past bo'lib, ayniqsa ko'krak qismida yog' miqdori 1,5–3% atrofida bo'ladi. Bu esa uni parhez bop mahsulot sifatida tavsiflaydi. Yog' tarkibida esa to'yinmagan yog' kislotalari ustun bo'lib, ular yurak-qon tomir kasalliklari profilaktikasida muhim rol o'ynaydi [2].

Jadval 1.

Bro'yer tovuq go'shtining o'rtacha kimyoviy tarkibi (100 g mahsulotda)

Ko'rsatkichlar	Miqdori 100 g	Biologik ahamiyati
Oqsil	18–22 g	Mushak to'qimalari rivoji, ferment va gormonlar sintezi
Yog'	1,5–10 g	Energiya manbai, hujayra membranalarini tarkibi
Uglevod	0–1 g	Energiya manbai (kam miqdorda)
Energetik qiymat	110–190 kkal	Organizm uchun energiya ta'minoti
Vitamin B1 (tiamin)	0,05–0,1 mg	Asab tizimi faoliyati
Vitamin B2 (riboflavin)	0,1–0,2 mg	Energiya almashinuvi
Vitamin B6	0,3–0,6 mg	Oqsil almashinuvi
Vitamin B12	0,2–0,4 mkg	Qon hosil bo'lishi
Temir (Fe)	1–1,5 mg	Gemoglobin sintezi
Fosfor (P)	150–200 mg	Suyak va tishlar mustahkamligi
Kaliy (K)	200–300 mg	Yurak faoliyati, suv muvozanati
Sink (Zn)	1–2 mg	Immunitetni mustahkamlash

Shuningdek, bro'yer go'shtini laboratoriya tajribalarida ko'rilganda B guruhi vitaminlariga (B1, B2, B6, B12), nikotin kislotasi (PP), hamda A va D vitaminlariga boyligi aniqlandi. Mineral moddalar tarkibida esa temir, fosfor, kaliy, magniy va sink mavjud bo'lib, ular qon hosil bo'lishi, suyak mustahkamligi va fermentativ jarayonlarda muhim rol o'ynaydi. Bro'yer go'shtining yana

bir muhim xususiyati uning oson hazm bo'lishidir. Bu esa uni bolalar, qariyalar va kasallikdan tiklanayotgan bemorlar uchun ayniqsa foydali oziq-ovqat mahsulotiga aylantiradi.

Yuqoridagi jadvaldan ko'rinib turibdiki, bro'ylar tovuq go'shti yuqori biologik qiymatga ega bo'lgan oqsil, muhim vitaminlar va mineral moddalar bilan boy mahsulot hisoblanadi. Ayniqsa, undagi oqsil miqdori va aminokislotalar tarkibi inson organizmi uchun muhim bo'lib, ularning to'liq o'zlashtirilishini ta'minlaydi. Shu bilan birga, past yog' miqdori va muvozanatlangan mineral tarkibi uni parhez bop oziq-ovqat mahsuloti sifatida keng qo'llash imkonini beradi.

2. Bro'ylar go'shtining inson salomatligiga ijobiy ta'siri

Bro'ylar tovuq go'shtining muntazam va me'yorida iste'mol qilinishi inson salomatligiga bir qator ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Avvalo, undagi yuqori sifatli oqsillar mushak to'qimalarining rivojlanishi va tiklanishini ta'minlaydi. Bu ayniqsa sport bilan shug'ullanuvchilar va jismoniy mehnat qiluvchi shaxslar uchun muhimdir.

Bro'ylar go'shti tarkibidagi temir moddasi gemoglobin sintezida ishtirok etib, kamqonlikning oldini olishga yordam beradi. B guruh vitaminlari esa asab tizimi faoliyatini yaxshilaydi, modda almashinuvini tezlashtiradi va organizmning umumiy energiya balansini qo'llab-quvvatlaydi. Bundan tashqari, past yog'li va kam kaloriyalı mahsulot bo'lgani sababli bro'ylar go'shti ortiqcha vaznni nazorat qilishda ham muhim rol o'ynaydi. Shu sababli u parhez ovqatlanishda keng qo'llaniladi. Yana bir muhim jihat shundaki, bro'ylar go'shti tez hazm bo'ladigan mahsulot bo'lib, oshqozon-ichak tizimiga ortiqcha yuk tushirmaydi. Bu esa uni oshqozon-ichak kasalliklari bilan og'riq bemorlar uchun ham mos qiladi.

3. Bro'ylar go'shtining salbiy jihatlari va xavflari

Shu bilan birga, bro'ylar tovuq go'shtining ayrim salbiy jihatlari ham mavjud bo'lib, ular asosan sanoat ishlab chiqarish texnologiyalari bilan bog'liq. Zamonaviy parrandachilikda bro'ylarning tez o'sishini ta'minlash maqsadida ozuqa qo'shimchalari va antibiotiklardan foydalaniladi. Ushbu moddalar noto'g'ri qo'llanilganda yoki me'yoridan ortiq ishlatilganda go'sht tarkibida ularning qoldiqlari saqlanib qolishi mumkin.

Antibiotik qoldiqlari inson organizmida antibiotiklarga chidamlilik (rezistentlik) rivojlanishiga sabab bo'lishi mumkin, bu esa kelajakda davolash jarayonlarini murakkablashtiradi. Bundan tashqari, ayrim hollarda allergik reaksiyalar yuzaga kelishi ehtimoli mavjud. Bro'ylar go'shtining yana bir xavfli jihati mikrobiologik xavf bilan bog'liq.[2] Noto'g'ri saqlash yoki yetarli darajada termik ishlov berilmagan go'sht tarkibida Salmonella va Campylobacter kabi patogen mikroorganizmlar saqlanib qolishi mumkin. Bu esa oziq-ovqat zaharlanishiga olib keladi. Shuningdek, sifatli yoki nazoratsiz ishlab chiqarilgan parranda mahsulotlari sanitariya-gigiyena talablariga javob bermasligi mumkin, bu esa inson salomatligi uchun jiddiy xavf tug'diradi.

Jadval 2.

Bro'ylar tovuq go'shtining salbiy jihatlari va ular bilan bog'liq xavflar

Xavf omili	Kelib chiqish sababi	Inson salomatligiga ta'siri
Antibiotik qoldiqlari	Parrandachilikda antibiotiklardan foydalanish	Antibiotik rezistentlik, allergik reaksiyalar
O'sishni tezlashtiruvchi moddalar	Sun'iy ozuqa qo'shimchalari	Gormonal muvozanat buzilishi (ehtimoliy)
Mikroorganizmlar (Salmonella, Campylobacter)	Noto'g'ri saqlash yoki pishirmaslik	Oziq-ovqat zaharlanishi, ichak kasalliklari
Sanitariya talablariga rioya qilinmasligi	Nazoratsiz ishlab chiqarish	Infeksion kasalliklar xavfi
Noto'g'ri saqlash sharoitlari	Harorat va gigiyena qoidalariga amal qilmaslik	Bakteriyalar ko'payishi, mahsulot buzilishi
Haddan tashqari iste'mol qilish	Me'yoridan ortiq iste'mol	Oqsil muvozanati buzilishi, buyrakka yuklama

Yuqoridagi jadvaldan ko‘rinib turibdiki, bro‘yler tovuq go‘shiti bilan bog‘liq asosiy xavflar asosan ishlab chiqarish texnologiyasi, saqlash sharoitlari va iste‘mol madaniyati bilan chambarchas bog‘liqdir. Ayniqsa, antibiotik qoldiqlari va mikrobiologik xavflar oziq-ovqat xavfsizligi nuqtai nazaridan muhim muammolar hisoblanadi. Shu sababli, mazkur mahsulotni ishlab chiqarishdan tortib iste‘molgacha bo‘lgan barcha bosqichlarda sanitariya-gigiyena talablariga qat‘iy rioya etish zarur hisoblanadi.

4. Bro‘yler yetishtirish texnologiyalarining go‘shiti sifatiga ta‘siri

Zamonaviy bro‘yler yetishtirish texnologiyalari yuqori samaradorlikka erishish bilan birga mahsulot sifatiga ham bevosita ta‘sir ko‘rsatadi. Bro‘ylerlar maxsus balanslangan ozuqalar bilan boqiladi, bu esa ularning tez o‘shishini ta‘minlaydi. Ozuqa tarkibiga qo‘shiladigan **oqsil, vitamin va mineral qo‘shimchalar** go‘shitning oziqaviy qiymatini oshiradi. Biroq, o‘shishni tezlashtiruvchi **moddalar** va **antibiotiklardan** noto‘g‘ri foydalanish mahsulot sifatini pasaytirishi va inson salomatligiga salbiy ta‘sir ko‘rsatishi mumkin.[3]

Shu sababli zamonaviy ishlab chiqarishda HACCP va ISO 22000 kabi oziq-ovqat xavfsizligi tizimlarini joriy etish muhim ahamiyatga ega. Bu tizimlar ishlab chiqarishning barcha bosqichlarida xavflarni aniqlash va ularni nazorat qilish imkonini beradi.

Xulosa: O‘tkazilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, bro‘yler tovuq go‘shiti yuqori oziqaviy va biologik qiymatga ega bo‘lgan muhim oziq-ovqat mahsuloti hisoblanadi. Uning tarkibida mavjud bo‘lgan yuqori sifatli oqsillar, muhim aminokislotalar, vitaminlar va mineral moddalar inson organizmining normal faoliyat yuritishi, energiya almashinuvi hamda immun tizimining mustahkamlanishida muhim ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, past yog‘ miqdori va oson hazm bo‘lish xususiyati bro‘yler go‘shitini parhezboq mahsulot sifatida keng qo‘llash imkonini beradi. Shu bilan birga, bro‘yler tovuq go‘shitining sifati va xavfsizligi bevosita uni yetishtirish, qayta ishlash va saqlash jarayonlariga bog‘liqdir. Sanoat asosida yetishtirishda antibiotiklar va boshqa ozuqa qo‘shimchalarining noto‘g‘ri qo‘llanilishi inson salomatligiga salbiy ta‘sir ko‘rsatishi, xususan antibiotiklarga chidamlilikning ortishi, allergik reaksiyalar va oziq-ovqat xavfsizligi bilan bog‘liq muammolarni keltirib chiqarishi mumkin. Bundan tashqari, mikrobiologik xavflar ham noto‘g‘ri saqlash va termik ishlov berish natijasida yuzaga kelishi ehtimoli mavjud. Shu sababli, bro‘yler tovuq go‘shitidan maksimal foyda olish va salbiy oqibatlarining oldini olish uchun ishlab chiqarish jarayonida zamonaviy oziq-ovqat xavfsizligi tizimlarini joriy etish, sanitariya-gigiyena talablariga qat‘iy rioya qilish hamda iste‘mol jarayonida mahsulotni to‘g‘ri saqlash va yetarli darajada pishirish muhim hisoblanadi. Umuman olganda, bro‘yler tovuq go‘shitini me‘yorida va oqilona iste‘mol qilish inson salomatligini saqlashda muhim omillardan biri bo‘lib xizmat qiladi.

Adabiyotlar

- [1]. FAO (Food and Agriculture Organization). Guidelines for Antimicrobial Use in Poultry. Rome, 2023.
- [2]. WHO (World Health Organization). Food Safety and Zoonotic Diseases. Geneva, 2022.
- [3]. Codex Alimentarius Commission. Food Hygiene and Poultry Meat Safety Guidelines. FAO/WHO, 2024.
- [4]. Izah, S.C. Public Health Risks Associated with Antibiotic Residues in Poultry Products. ScienceDirect, 2025.
- [5]. FAO. Global Poultry Market and Production Trends. 2025–2026 hisobotlari.
- [6]. O‘zbekiston Respublikasi “Oziq-ovqat mahsulotlari xavfsizligi to‘g‘risida”gi Qonuni, 2020 yilgi tahriri.
- [7]. O‘zbekiston Respublikasi sanitariya qoidolari va me‘yorlari (SanPiN), oziq-ovqat xavfsizligi bo‘yicha yangilangan talablar, 2021–2023.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА: ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД

М.Э. Шокирова, Г.А. Солиева

Central Asian Medical University
(Получена 18.03.2026 г.)

Аннотация: В данной статье анализируется роль микроорганизмов в обеспечении устойчивости экологических систем и их влияние на здоровье человека. Микроорганизмы

играют важную роль в биогеохимических циклах, разложении органических веществ и поддержании экологического равновесия. Кроме того, они формируют нормальную микрофлору организма человека и поддерживают функционирование иммунной системы. Взаимосвязь между экологической средой и здоровьем человека рассматривается на основе современных научных исследований.

Ключевые слова: микроорганизмы, экосистема, здоровье человека, микробиом, иммунитет, биогеохимический цикл, экология.

Annotatsiya: Ushbu maqolada mikroorganizmlarning ekologik tizimlar barqarorligini ta'minlashdagi o'rni hamda ularning inson salomatligiga ta'siri tahlil qilingan. Mikroorganizmlar biogeoximik tsikllar, organik moddalarni parchalash va ekologik muvozanatni saqlashda muhim rol o'ynaydi. Shu bilan birga, ular inson organizmida normal mikroflorani shakllantirib, immun tizim faoliyatini qo'llab-quvvatlaydi. Ekologik muhit va inson salomatligi o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik zamonaviy ilmiy tadqiqotlar asosida yoritilgan.

Kalit so'zlar: mikroorganizmlar, ekosistema, inson salomatligi, mikrobiom, immunitet, biogeoximik tsikl, ekologiya.

Abstract: This article analyzes the role of microorganisms in ensuring the stability of ecological systems and their impact on human health. Microorganisms play a crucial role in biogeochemical cycles, the decomposition of organic matter, and the maintenance of ecological balance. In addition, they form the normal microbiota of the human body and support the functioning of the immune system. The interrelationship between the ecological environment and human health is discussed based on modern scientific research.

Keywords: microorganisms, ecosystem, human health, microbiome, immunity, biogeochemical cycle, ecology.

Микроорганизмы являются одними из важнейших биологических организмов, играющих решающую роль в природе и жизни человека. Несмотря на свою невидимость для невооружённого глаза, они выступают ключевым фактором в обеспечении устойчивого функционирования экосистем и поддержании здоровья человека. Их деятельность тесно связана с биогеохимическими циклами, разложением органических веществ, плодородием почвы, а также с поддержанием микробиологического баланса в организме человека.

Микроорганизмы являются основными участниками круговорота веществ в природе. Они активно участвуют в циклах азота, углерода, серы и других элементов, обеспечивая сохранение естественного баланса в окружающей среде. Например, азотфиксирующие бактерии преобразуют атмосферный азот в форму, доступную для усвоения растениями, а микроорганизмы-деструкторы разлагают органические остатки до минеральных веществ.

Таким образом, микроорганизмы выполняют незаменимую функцию в поддержании экологической устойчивости. Нарушение их естественной активности может привести к серьёзным экологическим последствиям, включая деградацию почв, снижение биоразнообразия и ухудшение состояния окружающей среды.

С точки зрения здоровья человека микроорганизмы также имеют огромное значение. Микробиота человека, особенно кишечная, играет важную роль в пищеварении, синтезе витаминов, защите организма от патогенных микроорганизмов и формировании иммунного ответа. Полезные бактерии способствуют укреплению иммунной системы и поддержанию общего физиологического равновесия организма.

Современные исследования показывают, что нарушение состава микробиома может стать причиной различных заболеваний, включая аллергические реакции, воспалительные процессы, метаболические нарушения и снижение иммунной защиты. На состояние микрофлоры оказывают влияние экологические факторы, качество окружающей среды, рацион питания, применение антибиотиков и образ жизни человека.

Экологическая среда и здоровье человека находятся в тесной взаимосвязи. Загрязнение воздуха, воды и почвы оказывает негативное воздействие не только на макроорганизмы, но и на микробные сообщества, что в конечном итоге отражается на здоровье населения. Поэтому изучение микроорганизмов в контексте экологического подхода приобретает особую актуальность.

Таким образом, микроорганизмы представляют собой важнейшее звено, соединяющее экологическую устойчивость и здоровье человека. Их всестороннее изучение позволяет глубже понять механизмы функционирования природных систем и разработать эффективные меры по сохранению экологического равновесия и укреплению общественного здоровья.

Кроме того, микроорганизмы повышают плодородие почвы, оказывают влияние на качество воды и воздуха, а также обеспечивают непрерывный круговорот веществ в экосистеме. Нарушение деятельности микроорганизмов приводит к нарушению естественного баланса и возникновению экологических проблем, включая загрязнение окружающей среды и сокращение биоразнообразия.

Помимо этого, микроорганизмы широко применяются в медицине при создании антибиотиков, вакцин и пробиотических препаратов. Благодаря их использованию осуществляется профилактика и лечение многих инфекционных заболеваний.

Микроорганизмы имеют неоценимое значение как для обеспечения устойчивости экологических систем, так и для сохранения здоровья человека. Они обеспечивают круговорот веществ в природе, поддерживают стабильность экосистем и способствуют нормальному функционированию организма человека. Именно поэтому изучение микроорганизмов и сохранение их полезной активности является одним из важнейших направлений современной биологии и экологии.

Глобальные экологические изменения оказывают непосредственное влияние на здоровье человека. Загрязнение окружающей среды, сокращение биоразнообразия и нарушение экологического равновесия приводят к увеличению числа различных заболеваний. В этих процессах микроорганизмы играют ключевую роль, поскольку выполняют важнейшие функции как в экосистеме, так и в организме человека.

1. Взаимосвязь между экологической устойчивостью и здоровьем человека

Устойчивость экосистем является одним из ключевых факторов здоровья человека. Чистый воздух, качественная вода и плодородная почва во многом являются результатом деятельности микроорганизмов. При нарушении их функционирования:

- происходит загрязнение воды;
- снижается плодородие почвы;
- возможно активное размножение патогенных микроорганизмов.

Это, в свою очередь, может приводить к возникновению инфекционных и хронических заболеваний у человека.

2. Микробиом человека и его значение

В организме человека обитают триллионы микроорганизмов, которые образуют микробиом. Особенно важную роль играет кишечная микрофлора, которая:

- обеспечивает процессы пищеварения;
- синтезирует витамины (группы В и К);
- укрепляет иммунную систему.

Полезные микроорганизмы противодействуют патогенным бактериям, обеспечивая защиту организма.

3. Иммунная система и микроорганизмы

Микроорганизмы играют важную роль в развитии и функционировании иммунной системы человека. Они:

- формируют иммунный ответ;
- снижают риск аллергических и аутоиммунных заболеваний;
- подготавливают организм к воздействию внешних инфекций.

Согласно «гигиенической гипотезе», чрезмерно стерильная среда может приводить к ослаблению иммунной системы.

4. Экологические изменения и заболевания

При нарушении экологического равновесия изменяется и состав микроорганизмов. Это может привести:

- к появлению новых инфекционных заболеваний;
- к мутациям вирусов и бактерий;
- к повышению риска возникновения пандемий.

Например, разрушение естественной среды обитания усиливает распространение зоонозных заболеваний.

5. Безопасность воды и пищевых продуктов

Микроорганизмы определяют качество воды и продуктов питания:

- полезные бактерии участвуют в процессах ферментации;
- вредные микроорганизмы становятся причиной отравлений и инфекций.

Чистая питьевая вода и безопасные пищевые продукты являются важнейшими условиями сохранения здоровья человека.

6. Применение в биотехнологии и медицине

Микроорганизмы широко используются в медицине и биотехнологии:

- производство антибиотиков;
- создание вакцин;
- разработка пробиотических препаратов.

Их применение способствует профилактике, диагностике и лечению различных заболеваний, а также развитию современных медицинских технологий.

Кроме того, они играют важную роль в снижении уровня экологического загрязнения.

В настоящее время широкое распространение инфекционных заболеваний и появление новых патогенных микроорганизмов повышают необходимость применения современных методов диагностики в медицине и биологии. Микробиология, вирусология и иммунология изучают происхождение инфекционных заболеваний, механизмы их распространения, а также способы борьбы с ними.

В современной медицине методы молекулярной диагностики позволяют выявлять заболевания на ранних стадиях путём обнаружения генетического материала микроорганизмов. Эти методы отличаются высокой точностью, чувствительностью и оперативностью. В то же время микроорганизмы являются неотъемлемой частью природных экологических систем. Они играют решающую роль в круговороте веществ, энергетическом обмене и осуществлении биогеохимических циклов.

Молекулярная диагностика представляет собой комплекс современных лабораторных методов, применяемых для идентификации микроорганизмов и изучения их свойств. Данные методы основаны на выявлении ДНК или РНК микроорганизмов и характеризуются высокой точностью и быстрым получением результатов.

ПЦР (полимеразная цепная реакция) является одним из наиболее широко применяемых методов молекулярной диагностики. Это один из самых эффективных и распространённых способов выявления микроорганизмов, позволяющий обнаруживать их даже в минимальных количествах за счёт многократного увеличения (амплификации) генетического материала — ДНК или РНК.

Метод ПЦР был разработан в 1983 году американским биохимиком Кэри Муллисом, и это открытие стало настоящей революцией в молекулярной биологии и медицине.

Геномное секвенирование — это молекулярно-биологический метод, направленный на полное определение последовательности нуклеотидов в геноме организма или микроорганизма. С его помощью становится возможным всестороннее изучение генетической структуры микроорганизмов.

Данный метод позволяет:

- выявлять мутации и генетические изменения;
- определять устойчивость микроорганизмов к антибиотикам;
- отслеживать эволюцию патогенов;
- разрабатывать новые методы диагностики и лечения инфекционных заболеваний.

Использование современных молекулярных методов диагностики имеет большое значение не только для клинической медицины, но и для экологического мониторинга,

поскольку позволяет своевременно выявлять опасные микроорганизмы в окружающей среде и предотвращать распространение инфекций.

В современной медицине и микробиологии данная технология развивается чрезвычайно быстрыми темпами. Например, технологии нового поколения (**NGS — секвенирование нового поколения**) позволяют одновременно анализировать тысячи генетических фрагментов.

Значение данной технологии:

- выявление новых штаммов вирусов;
- изучение устойчивости бактерий к антибиотикам;
- анализ эволюции микроорганизмов;
- проведение эпидемиологического мониторинга.

Метагеномика — это научный метод, направленный на одновременный анализ генетического материала всех микроорганизмов, содержащихся в образцах, полученных из природной среды.

Метагеномика является одним из наиболее передовых направлений современной науки, позволяющим получать глубокую и всестороннюю информацию о мире микроорганизмов. Она имеет большое значение для экологии, медицины, биотехнологии и сельского хозяйства. Благодаря этому методу становится возможным более глубокое понимание неразрывной взаимосвязи между устойчивостью экологических систем и здоровьем человека.

Метагеномика представляет собой современный молекулярно-биологический метод, направленный на прямой одновременный анализ генетического материала (ДНК) всех микроорганизмов, содержащихся в образцах, взятых из природной среды (почвы, воды, воздуха, организма человека и других экосистем).

В отличие от традиционных микробиологических методов, метагеномика не требует предварительного культивирования микроорганизмов в лабораторных условиях. Это особенно важно, поскольку значительная часть микроорганизмов не поддаётся выращиванию стандартными методами.

Применение метагеномики позволяет:

- исследовать биоразнообразие микроорганизмов;
- выявлять ранее неизвестные виды микроорганизмов;
- анализировать изменения микробных сообществ под воздействием экологических факторов;
- изучать влияние микробиома на здоровье человека;
- разрабатывать новые подходы к диагностике и лечению заболеваний.

В медицине метагеномика активно применяется для диагностики инфекционных заболеваний, исследования микробиома человека и выявления патогенов. В экологии этот метод используется для оценки состояния окружающей среды, мониторинга загрязнений и изучения устойчивости экосистем.

Таким образом, развитие технологий секвенирования нового поколения и метагеномного анализа открывает широкие перспективы для изучения микроорганизмов, совершенствования диагностики заболеваний и решения актуальных экологических проблем.

Известно, что значительная часть природных микроорганизмов не растёт в искусственной среде либо культивируется с большим трудом. По этой причине их изучение с помощью классических методов было ограничено. Метагеномика устранила это ограничение и открыла возможность полноценного исследования «невидимого мира микроорганизмов».

Основное значение данного метода заключается в следующем:

- изучение микробного разнообразия в природных экосистемах;
- анализ микробиома человека;
- выявление новых видов микроорганизмов;
- оценка экологического равновесия.

Таким образом, методы молекулярной диагностики имеют решающее значение в микробиологии, вирусологии и иммунологии. ПЦР, геномное секвенирование и метагеномика широко применяются для раннего выявления инфекционных заболеваний, изучения генетических особенностей микроорганизмов и анализа микробного разнообразия в экологических системах. Эти технологии играют важную роль в развитии медицины, биотехнологии и экологии.

Микроорганизмы являются основными участниками круговорота веществ в экологических системах, процессов разложения органических остатков и поддержания биологического равновесия.

Они представляют собой неотъемлемую и важнейшую составную часть природных экологических систем, активно участвуя в круговороте веществ, разложении органических соединений, трансформации минеральных элементов и обеспечении биологического баланса. Именно поэтому микроорганизмы рассматриваются как один из ключевых факторов устойчивости биосферы.

Одной из важнейших функций микроорганизмов в экосистеме является разложение органических веществ. После завершения жизненного цикла растений и животных их остатки попадают в окружающую среду. Эти органические вещества подвергаются ферментативному расщеплению под воздействием бактерий и грибов. В результате сложные органические соединения преобразуются в простые минеральные вещества:

- белки → аминокислоты → аммиак;
- углеводы → углекислый газ и вода.

Образовавшиеся минеральные вещества поступают в состав почвы и вновь усваиваются растениями. Таким образом обеспечивается непрерывность круговорота веществ в природе.

Микроорганизмы играют важнейшую роль в круговороте основных химических элементов, то есть в биогеохимических циклах. Например, в азотном цикле азотфиксирующие бактерии преобразуют молекулярный азот атмосферы в аммиак, доступный для усвоения растениями. В процессе нитрификации аммиак превращается в нитриты и нитраты, а в процессе денитрификации некоторые бактерии возвращают азот в атмосферу в виде газообразного азота.

Кроме того, микроорганизмы являются одним из важнейших биологических факторов, обеспечивающих устойчивое функционирование природных экосистем. Участвуя в непрерывном круговороте веществ, они выступают основной движущей силой биогеохимических циклов. Круговорот азота, углерода, серы и процессы разложения органических веществ неразрывно связаны с деятельностью микроорганизмов (рис. 1).

Азотный цикл является одним из важнейших биогеохимических процессов в природе. Атмосферный азот (N_2) не может напрямую усваиваться растениями. Поэтому азотфиксирующие бактерии преобразуют его в доступную для растений форму — аммиак (NH_3). На последующих этапах в процессе аммонификации образуются ионы аммония (NH_4^+). Затем в ходе нитрификации под действием бактерий сначала формируются нитриты (NO_2^-), а затем нитраты (NO_3^-). Эти соединения легко усваиваются растениями и участвуют в синтезе белков и других органических веществ.

Углеродный цикл также непрерывно протекает при участии микроорганизмов. Атмосферный углекислый газ (CO_2) в процессе фотосинтеза превращается растениями в органические вещества. После гибели растений и животных их остатки подвергаются процессам гниения и брожения под воздействием микроорганизмов. В результате образуются углекислый газ (CO_2) и метан (CH_4), которые вновь возвращаются в атмосферу. Таким образом обеспечивается естественный круговорот углерода.

В процессе разложения органических веществ микроорганизмы также играют решающую роль. Остатки растений и животных перерабатываются бактериями и грибами в минеральные вещества. Эти минералы поступают в почву и вновь усваиваются растениями.

Следовательно, почвенные микроорганизмы являются важнейшими участниками природного круговорота веществ.

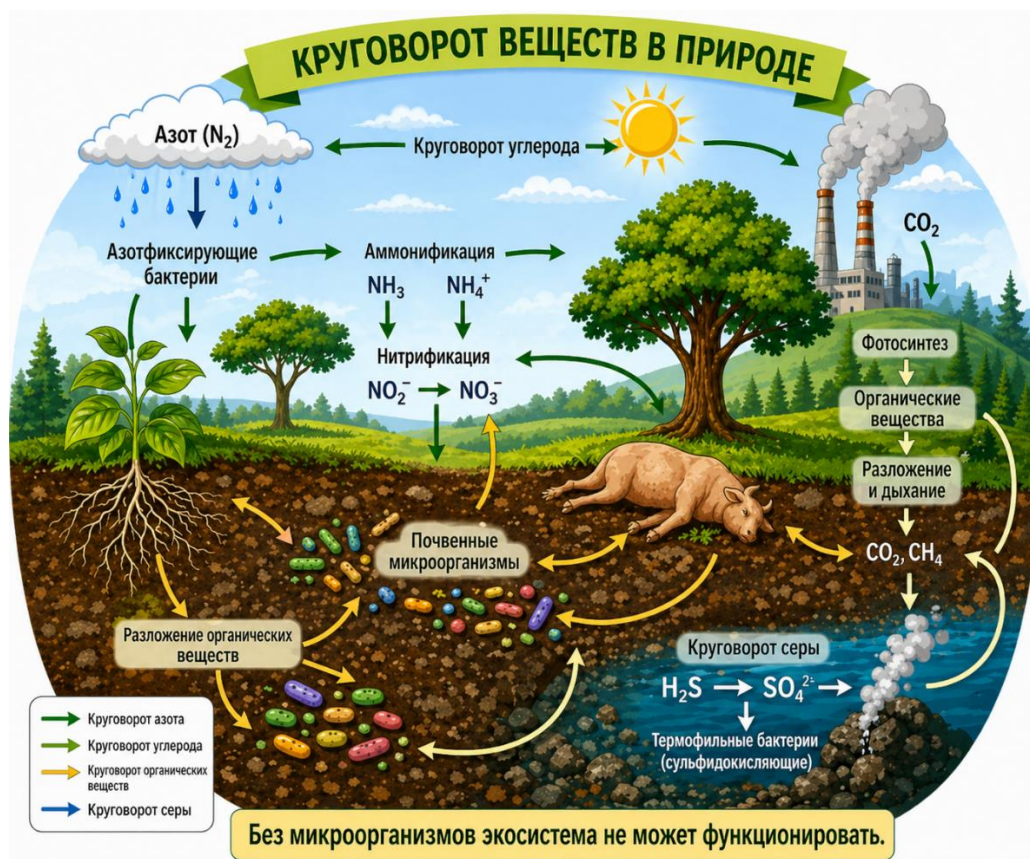


Рисунок 1. Круговорот веществ.

Цикл серы также осуществляется при участии специализированных микроорганизмов. В ходе этого процесса сероводород (H_2S) окисляется до сульфат-ионов (SO_4^{2-}). В данных биохимических превращениях активное участие принимают особые бактерии. Этот процесс играет важную роль в поддержании химического равновесия в природе.

Общая роль микроорганизмов чрезвычайно многогранна. Они очищают окружающую среду, разлагая органические вещества, обеспечивают непрерывный круговорот химических элементов и поддерживают биологическое равновесие в экосистемах. Кроме того, микроорганизмы ограничивают чрезмерное размножение патогенных форм, выполняя функцию естественной защитной системы.

Поэтому микроорганизмы являются неотъемлемой частью всех биогеохимических циклов в природе. Без них невозможен естественный круговорот углерода, азота и других элементов. Следовательно, микроорганизмы выступают одним из ключевых факторов, обеспечивающих не только устойчивость экосистем, но и жизнедеятельность всей биосферы. Иными словами: «Без микроорганизмов экосистема не может функционировать».

Микроорганизмы играют важную роль и в поддержании экологического равновесия. В природной среде между различными микроорганизмами существует биологическая конкуренция, которая ограничивает чрезмерное размножение патогенных организмов. Некоторые бактерии синтезируют вещества с антибиотическими свойствами, подавляя рост вредоносных микроорганизмов. Кроме того, полезные микроорганизмы почвы и водной среды способствуют обеспечению биологической устойчивости экосистем.

В последние годы достижения в области молекулярной биологии и генетики значительно расширили возможности изучения микроорганизмов. Современные методы молекулярной диагностики, включая полимеразную цепную реакцию (ПЦР), геномное секвенирование и технологии метагеномики, позволяют быстро и точно идентифицировать

микроорганизмы. Эти методы имеют большое значение для ранней диагностики инфекционных заболеваний, изучения генетических особенностей патогенных микроорганизмов и анализа микробного разнообразия в экологической среде.

Таким образом, микроорганизмы обеспечивают устойчивость биосферы посредством разложения органических веществ, реализации биогеохимических циклов и поддержания экологического равновесия. Современные технологии молекулярной диагностики позволяют глубже изучать микроорганизмы и оценивать их влияние на здоровье человека и окружающую среду, что имеет огромное научное значение.

Глобальные экологические изменения оказывают прямое и масштабное воздействие на здоровье человека. Загрязнение окружающей среды, сокращение биологического разнообразия и нарушение природного экологического баланса приводят к росту различных заболеваний. В этих сложных процессах микроорганизмы занимают особое место, выполняя важнейшие биологические функции как в экосистемах, так и в организме человека. Поэтому изучение деятельности микроорганизмов и понимание их экологического и медицинского значения являются одной из актуальных научных задач.

Как уже отмечалось выше, между экологической устойчивостью и здоровьем человека существует глубокая взаимосвязь. Стабильность природных экосистем непосредственно влияет на качество жизни человека. Такие факторы, как чистый воздух, качественная питьевая вода и плодородная почва, тесно связаны с деятельностью микроорганизмов. Нарушение этих биологических процессов приводит к загрязнению водных ресурсов, снижению плодородия почвы и созданию благоприятных условий для размножения патогенных микроорганизмов. Это оказывает негативное влияние на здоровье человека и способствует развитию различных инфекционных и хронических заболеваний.

В организме человека обитает огромное количество микроорганизмов, совокупность которых называется микробиомом. Особенно важную роль в поддержании здоровья играет кишечная микрофлора. Она обеспечивает процессы пищеварения, синтезирует жизненно важные вещества, такие как витамины группы В и витамин К, а также способствует укреплению иммунной системы. Кроме того, полезные микроорганизмы конкурируют с патогенными бактериями, защищая организм от различных заболеваний.

Микроорганизмы играют важную роль в формировании и функционировании иммунной системы. Они способствуют развитию естественных защитных механизмов организма, снижают риск развития аллергических реакций и аутоиммунных заболеваний, а также усиливают способность организма противостоять внешним инфекциям. Согласно научным исследованиям, чрезмерно стерильная среда, рассматриваемая в рамках «гигиенической гипотезы», может привести к недостаточному развитию иммунной системы.

Экологические изменения оказывают существенное влияние на состав микроорганизмов и их функциональную активность. При нарушении природного равновесия возрастает вероятность появления новых инфекционных заболеваний, мутаций вирусов и бактерий, а также увеличивается риск глобальных пандемий. Особенно разрушение естественной среды способствует распространению зоонозных заболеваний, то есть инфекций, передающихся от животных к человеку.

Роль микроорганизмов чрезвычайно важна и в вопросах безопасности воды и пищевых продуктов. Полезные бактерии участвуют в процессах ферментации, обеспечивая производство различных пищевых продуктов. Однако вредоносные микроорганизмы могут проникать в организм человека через воду и пищу, вызывая отравления и инфекционные заболевания. Именно поэтому чистая питьевая вода и безопасные продукты питания являются одними из важнейших условий сохранения здоровья человека.

Микроорганизмы широко применяются в биотехнологии и медицине. Они служат важным источником для производства антибиотиков, создания вакцин и разработки пробиотических препаратов. Кроме того, микроорганизмы эффективно используются в процессах снижения загрязнения окружающей среды, биологического разложения отходов и экологической очистки.

Подводя итог, следует отметить, что микроорганизмы не только обеспечивают устойчивость экосистем, но и являются важнейшим биологическим гарантом здоровья человека. Баланс между экологической системой и организмом человека поддерживается именно благодаря деятельности микроорганизмов. Поэтому охрана окружающей среды, сохранение биологического разнообразия и рациональное управление микробиологическими процессами являются важнейшими условиями обеспечения здоровья человека.

Методы молекулярной диагностики имеют большое научное и практическое значение в микробиологии, вирусологии и иммунологии. Они позволяют выявлять инфекционные заболевания на ранних стадиях, изучать генетические особенности патогенных микроорганизмов и разрабатывать эффективные стратегии лечения. В свою очередь, микроорганизмы являются одним из основных биологических факторов, обеспечивающих устойчивость экологических систем. Именно поэтому их изучение на основе молекулярных методов имеет исключительно важное значение для развития современной науки.

Список литературы

- [1]. Арнаудова К. Ш., Ясенявская А. Л., Ростовили Г. А., Самотруева М. А., Башкина О. А. (2021) Современные молекулярно-генетические технологии в диагностике вирусных заболеваний. Российский медицинский журнал, — обзор современных молекулярных методов, включая ПЦР и NGS.
- [2]. Деревенщикова М. И., Сыромятников М. Ю., Попов В. Н. (2018 Т. 48, № 4.) Использование молекулярно-генетических методов для микробиологического контроля пищевой продукции. Журнал «Техника и технология пищевых производств», (обзор методов ПЦР и NGS для идентификации микроорганизмов).
- [3]. Мадиген М., Мартинко Дж. Биология микроорганизмов. — Москва: Мир, 2022.
- [4]. Прескотт Л., Харли Дж., Кляйн Д. Микробиология. — Санкт-Петербург: Питер, 2021.
- [5]. Тортора Дж., Фанке Б., Кейс К. Микробиология: введение. — Москва: Бином, 2020.
- [6]. Willey J., Sherwood L., Woolverton C. Prescott's Microbiology. — New York: McGraw-Hill, 2023.
- [7]. Human Microbiome Project Consortium. Structure, function and diversity of the healthy human microbiome. — Nature, 2012.

УДК 631.893, 631.855

ПОЛУЧЕНИЕ ОБОГАЩЁННОГО СУПЕРФОСФАТА И КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ФОСФОРНО-СЕРНОКИСЛОТНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ РЯДОВОЙ ФОСФОРИТОВОЙ МУКИ

Д.М. Косимов¹, М.Ё. Тожимамтова¹, Ш.С. Намазов², О.А. Бадалова²

¹Ферганский государственный технический университет,

²Институт общей и неорганической химии Академии Наук Республики Узбекистан

*Автор для корреспонденции, e-mail: d.gosimov.m@gmail.com

(Получена 18.03.2026 г.)

Аннотация. В настоящей работе исследован процесс получения обогащённого суперфосфата и жидких комплексных суспендированных удобрений посредством разделения продуктов сернофосфорнокислотного разложения фосфоритовой муки Центральных Кызылкумов на твёрдую и жидкую фазы. Разложение осуществлялось при массовых соотношениях ЭФК : H_2SO_4 : P_2O_5 ФМ = 100:5:10 и 100:5:15, продолжительности реакции 45 минут и температуре 70°C. Фосфорнокисотно-гипсовые пульпы перед фильтрацией подвергались аммонизации до значения pH = 3, после чего на основе твёрдой фазы пульпы были получены обогащённые аммонизированные суперфосфаты. В ходе исследования установлена степень распределения компонентов частично аммонизированной фосфорно-серноокислотной пульпы между жидкой и твёрдой фазами. На основе влажной аммонизированной суперфосфатной массы с добавлением хлорида калия было синтезировано РК-удобрение. Разработан метод получения комплексных жидких удобрений на основе аммонизированной сернофосфорнокислотной пульпы. С целью получения сбалансированных марок удобрений в реакционную смесь, образованную после аммонизации сернофосфорнокислотной пульпы и последующей фильтрации жидкой фазы, вводились азотсодержащий компонент нитрат аммония и калийсодержащий компонент. Полученные таким образом NP(K)-удобрения относятся к

классу высококонцентрированных бесбалластных удобрений, в которых все питательные элементы присутствуют исключительно в водорастворимой форме. Существенным достоинством разработанной технологии является возможность регулирования соотношения питательных веществ в конечном продукте в широком диапазоне в соответствии с агрономическими требованиями.

Ключевые слова: смесь из экстракционной фосфорной и серной кислот, разделение, обогащенный суперфосфат, NP(K)-удобрение, химический состав, плотность и вязкость.

Annotatsiya. Ushbu ishda Markaziy Qizilqum fosforit unini fosfat-sulfat kislotali parchalash mahsulotlarini qattiq va suyuq fazalarga ajratish orqali boyitilgan superfosfat va suyuq kompleks o'g'itlar olish jarayoni tadqiq etilgan. Parchalash EFK : H_2SO_4 : FM = 100:5:10 va 100:5:15 massa nisbatlarida, 45 daqiqa davomida, 70°C haroratda amalga oshirildi. Fosfat-gipsli bo'tqani filtratsiyadan oldin pH = 3 qiymatigacha ammaylashtirildi, shundan so'ng bo'tqaning qattiq fazasi asosida boyitilgan ammonlashgan superfosfatlar olindi. Tadqiqot davomida qisman ammonizatsiya qilingan fosfatsulfatli bo'tqani komponentlarining suyuq va qattiq fazalar o'rtasida taqsimlanish darajasi aniqlandi. Kaliy xlorid qo'shilgan nam ammonizatsiyalangan superfosfat massasi asosida PK-o'g'iti tayyorlandi. Ammonizatsiyalangan fosfat-sulfat kislotali bo'tqa asosida kompleks suyuq o'g'itlar olish usuli ishlab chiqildi. Muvozanatlashgan markali o'g'itlar olish maqsadida fosfat-sulfat kislotali bo'tqani ammonizatsiya qilgandan so'ng suyuq fazani filtratsiya qilib ajratib olingan reaksiya aralashmaga azot tutgan komponent ammoniy nitrat va kaliy tutgan komponent qo'shildi. Shunday yo'l bilan olingan NP(K)-o'g'itlar yuqori konsentratsiyali balastsiz o'g'itlar sinfiga kiradi va ularda barcha ozuqa elementlari faqat suvda eruvchan shaklda mavjud. Ishlab chiqilgan texnologiyaning muhim afzalligi shundaki, yakuniy mahsulotdagi ozuqa moddalar nisbatini agrotexnik talablarga muvofiq keng diapazonida tartibga solish imkoniyati mavjud.

Tayanch so'zlar: ekstraksiyalı fosfat va sulfat kislotalar aralashmasi, ajratish, boyitilgan superfosfat, NPK-o'g'iti, kimyoviy tarkibi, zichligi va yopishqoligi.

Abstract. In this work, the process of obtaining enriched superphosphate and liquid complex suspended fertilizers by separating the products of sulfuric phosphoric acid decomposition of phosphate rock from the Central Kyzyl Kum Desert into solid and liquid phases was investigated. Decomposition was carried out at mass ratios of EFK : H_2SO_4 : PhF = 100:5:10 and 100:5:15, a reaction duration of 45 minutes and a temperature of 70°C. Before filtration, phosphoric acid-gypsum pulps were ammoniated to a pH of 3, after which enriched ammoniated superphosphates were obtained from the solid phase of the pulp. In the course of the study, the degree of distribution of the components of the partially ammoniated phosphoric-sulfuric acid pulp between the liquid and solid phases was established. A PK fertilizer was synthesized using wet ammoniated superphosphate mass with the addition of potassium chloride. A method for producing complex liquid fertilizers based on ammoniated sulfuric phosphoric acid pulp was developed. To obtain balanced fertilizer grades, the nitrogen-containing component ammonium nitrate and a potassium-containing component were added to the reaction mixture formed after ammoniation of the sulfuric phosphoric acid pulp and subsequent filtration of the liquid phase. The resulting NP(K) fertilizers belong to the class of highly concentrated ballast-free fertilizers in which all nutrients are present exclusively in water-soluble form.

Keywords: mixture of extraction phosphoric and sulfuric acids, separation, enriched superphosphate, NPK fertilizer, chemical composition, density and viscosity.

Introduction. According to the analytical review of the global mineral fertilizer market prepared by BusnesStat [1], world sales of mineral fertilizers increased by 9.4% between 2012 and 2016, rising from 528.3 to 577.8 million tonnes. This sustained growth trajectory is attributable to a combination of interrelated factors: continuous demographic expansion of the global population, progressive reduction of available arable land resources, the aspiration of developing nations to independently process their natural resources and integrate their national economies into global value chains, increasingly stringent requirements for agricultural product quality, the growing deficit of freshwater resources, and the rising standard of living worldwide. The cumulative effect of these factors necessitates a substantial increase in the productivity of agricultural land and the intensification of mineral fertilizer production through the application of advanced chemical science and rational technological approaches.

The scientific and technical literature contains data on the production of nitrogen-phosphorus fertilizer - ammophosphate - through the decomposition of various types of phosphorites with extraction phosphoric acid (EPHA), followed by pulp ammoniation, granulation, and drying of the

final product [2–8]. The authors of study [7] recommend the use of partially ammoniated EPhA for the synthesis of this type of fertilizer. It should be noted that the production of ammophosphate with a high P_2O_5 content is achievable only when high-quality phosphate raw material - apatite concentrate - is decomposed with extraction phosphoric acid derived from the same source material. The method proposed in the present work involves the utilization of low-grade phosphate raw material from the Central Kyzylkum deposits, with the simultaneous production of two target products: high-concentration ammophosphate and concentrated phosphorus fertilizer with a minimal nitrogen content. The underlying principle of the process is as follows: the phosphoric acid phosphate pulp is first subjected to partial ammoniation, whereupon the resulting ammophosphate pulp is separated into solid and liquid phases. The solid phase represents enriched single superphosphate, whereas the liquid phase, following post-ammoniation, granulation, and drying, is converted into high-quality ammophosphate [3-7].

Decomposition of phosphorite raw materials with sulfuric acid is the most widely used method worldwide: more than 90% of the world's phosphoric acid is produced by digesting phosphate rocks with sulfuric acid [9]. Rasulov A.A. et al. (2022) studied the decomposition of washed dried phosphate concentrate (WDPC) with a mixture of phosphoric and sulfuric acids at $SO_3:P_2O_5$ ratios of 1.2, 1.65, and 2.6, demonstrating the possibility of obtaining high-quality NPS(Ca) fertilizers [10].

Kosimov D.M., Rasulov A.A., Namazov Sh.S. et al. (2023) investigated the process of obtaining ammonized superphosphate and liquid NP fertilizers in a single cycle by processing washed calcined phosphate concentrate (WCPC) with a mixture of sulfuric and phosphoric acids. At a ratio of 100:5÷10:15, the composition of ammonized superphosphate samples was as follows: P_2O_{5total} 20.60–24.85%; N 4.20–4.79%; pH 2.95–3.17. The liquid NP fertilizer composition consisted of: 3.22–4.49% N, 16.92–17.75% P_2O_5 , 2.18–2.86% CaO [11,12].

In a paper published in the Journal of Chemical Technology and Metallurgy (2024), they studied the technology of processing washed dried concentrate containing 26% P_2O_5 into ammophos, sulphoammophosphate, and nitroammophosphate fertilizers. Studies showed that high-quality ammophos was obtained at the optimal ratio $P_2O_{5WPPA} : H_2SO_4 : P_2O_{5WDPC} = 1:0.28:0.08$ [13].

Liquid complex fertilizers (LCF) occupy an important place in both industry and agriculture. Academician M.N. Nabiev and his colleagues, in developing methods for producing complex fertilizers from phosphate raw materials, proposed the SUM-J-5 method for obtaining LCF, with these fertilizers having a density of 1.5–1.7 g/cm³ and viscosity of 100–150 cPs [14].

Qarshiyev B.N., Seytnazarov A.R., Namazov Sh.S. (2022) obtained balanced liquid NP fertilizers by ammonizing purified extraction phosphoric acid (35% P_2O_5) and adding ammonium nitrate to the resulting ammophos slurry. The study examined the composition and properties (density, viscosity, saturated vapor pressure, electrical conductivity) of the LCFs. At pH = 6.52 and temperature of 20°C, when the N: P_2O_5 ratio changed from 1:0.5 to 1:1, the density of LCFs changed from 1.297 to 1.367 g/cm³, and viscosity from 4.83 to 11.66 cPs [15].

In work conducted the physicochemical properties of ammophos pulp were studied in detail depending on pH and N : P_2O_5 mass ratio. At 80°C, these parameters decreased from 1.275 to 1.326 g/cm³ and from 1.53 to 2.82 cPs, respectively. It was also shown that the electrical conductivity of LCF significantly increases with rising solution temperature [15].

Suspended fertilizers are dispersion systems with fine solid particles distributed in a liquid; they can contain more nutrients compared to liquid fertilizers. Czubaszek A. et al. (2021, MDPI Agriculture) emphasized that suspension fertilizers should ideally have high apparent viscosity at low shear rates and low apparent viscosity at high shear rates. According to recommendations, viscosity should not exceed 1000 mPa·s at 27°C and 1500 mPa·s at 30°C [16].

Inkoua S. et al. (2025, MDPI Processes) conducted research on obtaining NPK suspension fertilizer from furfural residues via hydrothermal treatment. The authors demonstrated that the Herschel-Bulkley equation describes the rheological characteristics of suspension fertilizer with accuracy $R^2 > 0.99$. This suspension system was identified as a pseudoplastic non-Newtonian fluid, and its high static viscosity was proven to provide good anti-agglomeration properties [17].

He F. et al. (2024, Journal of Taiwan Institute of Chemical Engineers) conducted in-depth research on preparing high-concentration ammonium phosphate suspensions from wet-process phosphoric acid and studying their rheological properties. The authors comprehensively studied the effects of P_2O_5 concentration, temperature, and pH on suspension viscosity, identifying optimal parameters [18].

The rheological properties of liquid and suspended fertilizers - density, viscosity, flow characteristics - are of decisive importance in the design of pumping systems, storage, and application processes. According to the Centre for Industrial Rheology (2023), suspensions intended for agricultural chemistry often exhibit non-Newtonian behavior, meaning their viscosity changes depending on the applied shear stress [19].

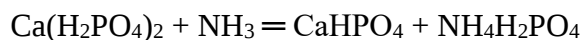
Vapor pressure and electrical conductivity are also important properties of liquid fertilizers. Research shows that increasing the P_2O_5 concentration relative to N leads to a significant increase in vapor pressure due to the increased mass fraction of free water in the LCF. The saturated vapor pressure of the studied LCF in the range of 20-70°C was 1.25-21.26 Pa, demonstrating their low volatility in the hot climate of Central Asia [20-21].

Among the most widely used models in suspension rheology are the Herschel-Bulkley, Casson, and Power Law models. These models allow predicting viscosity behavior in advance for designing pumping systems and optimizing various technological processes [18]. While Newtonian fluid behavior is more characteristic for liquid fertilizers, at high solid particle concentrations, suspensions take on pseudoplastic character [17].

The stability of suspension fertilizers is directly related to their storage life, transportation, and application conditions. As described in patent WO2022086924A1 (2022), rheological agents such as fumed silica, magnesium aluminum silicate, xanthan gum, and bentonite are used to ensure suspension stability. The formulation developed in this patent passed 14-day storage tests at 0°C, room temperature, and 45°C [19].

Purpose of research. The purpose of this study is to study the possibilities of obtaining enriched superphosphate and suspended liquid NPK fertilizers by phosphorus-sulfuric acid treatment of washed calcined concentrate (LC) in the technological process.

Materials and method. The decomposition was carried out at the mass ratios of EPhA: H_2SO_4 : PhF = 100: 5: 10; 100: 5: 15 for 45 min at 70 °C. In this case, EPhA from JSC Ammophos Maxam was used, with the composition (wt.%): 18.45 P_2O_5 ; 0.34 CaO; 0.15 MgO; 0.45 Fe_2O_3 ; 0.45 Al_2O_3 ; 2.98 SO_3 and sulfuric acid of 93.5% concentration and ordinary phosphate rock of the composition (wt.%): 15.86 P_2O_5 ; 43.93 CaO; 1.05 MgO; 0.67 Fe_2O_3 ; 1.39 Al_2O_3 ; 3.48 SO_3 ; 15.93 CO_2 . Before filtration, the phosphoric acid-gypsum pulps were ammoniated to pH 3. During ammoniation of the phosphoric acid-gypsum pulp, monocalcium phosphate is converted to citrate-soluble dicalcium phosphate according to the reaction:



The experiments were conducted as follows: a specified amount of phosphorus-sulfuric acid mixture was introduced into a thermostated beaker, then phosphorite raw material (FS) was gradually added while constantly stirring. In this case, the mass ratio of EPhA : H_2SO_{4mg} : PhF = 100: 5:15 was chosen. The interaction time of the components was 45 minutes at a temperature of 70 °C. After this, the phosphoric acid-gypsum pulp was neutralized with a 25% ammonia solution to a pH=3.0. Then, the mixtures were separated into liquid and solid phases by vacuum filtration. The liquid phase, i.e., the filtrate, can be used as (LCF) liquid complex fertilizer. Enriched superphosphate was obtained from the precipitate remaining on the filter. For this, the sample was dried in a drying oven: first at a temperature of 60 °C, then at 90 °C until a constant mass was reached, and a low-nitrogen product was obtained.

To obtain SLCF from this liquid phase, it was completely neutralized with a 25% aqueous solution of ammonia to pH=6.0. Then, a 26% bentonite suspension with a ratio of 100:3 was added, followed by ammonium nitrate and potassium chloride. Thus, a suspended liquid NPK-fertilizer was obtained. The content of components in the obtained products was analyzed according to standard methods.

Results and discussion. The ammoniated pulps were separated into liquid and solid phases by vacuum filtration. The filter cake remaining on the filter was dried at 75°C, and granulation was achieved during the drying process using intensive mixing and pelleting. The dried products were analyzed for various components using generally accepted methods. The experimental results are presented in Tables 1 and 2.

Table 1

Composition of enriched superphosphate and liquid nitrogen-phosphorus fertilizer samples

EFK : H ₂ SO ₄ : PhF	100:5:10		100:5:15	
pH of the pulp before separation	pH=3,0		pH=3,0	
Phases	Solid	Liquid	Solid	Liquid
High pH of 10% solution	3,33	-	3,33	-
P ₂ O ₅ total.	26.88	15.85	26.88	15.85
P ₂ O ₅ lim.	26.64	15.85	26.64	15.85
P ₂ O ₅ Tr-B	26.41	15.85	26.41	15.85
P ₂ O ₅ wat.	23.61	15.47	23.61	15.47
P ₂ O ₅ acid	-	0.26	-	0.26
CaO total	13.65	0.86	13.65	0.86
CaO lim.	13.52	0.86	13.52	0.86
CaO wat.	12.88	0.83	12.88	0.83
MgO	0.60	0.07	0.60	0.07
Fe ₂ O ₅	1.57	0.06	1.57	0.06
Al ₂ O ₃	1.97	0.003	1.97	0.003
SO ₃ total	20.09	1.85	20.09	1.85
N	5.13	4.0	5.13	4.0
P ₂ O ₅ lim. /P ₂ O ₅ total	99.11	100	99.11	100
P ₂ O ₅ tr-B /P ₂ O ₅ total	98.25	100	98.25	100
P ₂ O ₅ wat. /P ₂ O ₅ total	87.83	97.60	87.83	97.60
CaO lim. /CaO total	99.05	100	99.05	100
CaO wat. /CaO total	94.36	96.51	94.36	96.51

In accordance with agronomic requirements, single phosphorus fertilizers must be characterized by a high content of both total and assimilable forms of P₂O₅. Based on the established criteria of agrochemists and soil scientists, an optimal phosphorus fertilizer is defined as one in which the water-soluble fraction of P₂O₅ constitutes no less than 50% of its total content. Guided by these requirements and on the basis of laboratory experimental data, the optimal mass ratio EPA : H₂SO₄ : PhF = 100:5:15 has been determined and recommended for practical application.

The solid phase of the pulp obtained under the aforementioned conditions yields enriched ammoniated superphosphates exhibiting the following physicochemical characteristics (wt.%): total P₂O₅ - 26.78; assimilable P₂O₅ relative to total P₂O₅ by citric acid - 98.35; assimilable P₂O₅ relative to total P₂O₅ by Trilon B - 97.23; water-soluble P₂O₅ relative to total P₂O₅ - 81.62; nitrogen content - 4.57; total SO₃ - 18.71; granule compressive strength - 3.55 MPa. The obtained product fully meets the quality criteria established for single phosphorus fertilizers intended for autumn plowing application.

Under the recommended ratio EPA : H₂SO₄ : PhF = 100:5:15, the liquid phase of the pulp is characterized by the following composition (wt.%): total P₂O₅ - 17.34; assimilable P₂O₅ relative to total P₂O₅ by citric acidity - 100; assimilable P₂O₅ relative to total P₂O₅ by Trilon B - 99.94; water-soluble P₂O₅ relative to total P₂O₅ - 98.73; total CaO - 1.65; nitrogen - 3.22; total SO₃ - 1.41. The exceptionally high proportion of water-soluble and assimilable phosphorus forms in the liquid phase confirms the suitability of this fraction as a highly effective feedstock for the production of complex liquid fertilizers.

The distribution of components of partially ammoniated phosphoric acid-gypsum pulp between the liquid and solid phases was systematically investigated. The findings demonstrate that an increase in the mass fraction of phosphate rock leads to a progressive enhancement in the degree of transition of impurity components into the solid phase. Consequently, the liquid phase undergoes maximum clarification from suspended particulate matter, thereby enabling the production of a concentrated P₂O₅-enriched solution. Quantitative analysis revealed that 54.30% of the total P₂O₅ content is transferred into the liquid phase under the studied conditions.

This phenomenon is attributed to the fact that at a pulp pH value of 3.0, the formation of water-insoluble salts is initiated. Specifically, during the ammoniation of wet-process phosphoric acid, citrate-soluble forms of dicalcium phosphate, dimagnesium phosphate, and complex salts of sesquioxides undergo precipitation and are concentrated in the solid phase. Furthermore, the complex compound (NH₄)₂(Fe,Al)·Mg(HPO₄)₂F₃ is identified as a constituent of the solid phase, contributing to the selective partitioning of impurity elements away from the liquid fraction and thereby improving the overall purity and phosphorus concentration of the filtrate.

Table 2

The degree of distribution of the components of ammoniated phosphate pulp into solid and liquid phases

EFK : H ₂ SO ₄ : PhF	pH of the pulp before separation	Phases	Degree of distribution of components, wt. %						
			P ₂ O ₅	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SO ₃	N
100:5:10	pH=3,0	Solid phase	39,99	86,18	77.10	91,14	99,61	80,98	33.50
		Liquid phase	60,01	13,82	22.90	8,86	0,39	19,02	66.50
100:5:15	pH=3,0	Solid phase	45,70	84,45	85.38	94,05	99,39	87,85	43.61
		Liquid phase	54,30	15,55	14.62	5,95	0,61	12,15	56.39

The presence of water-soluble SO₃ in the liquid phase serves as an indicator that a phosphogypsum conversion reaction proceeds during the ammoniation process. The free sulfuric acid contained in the initial phosphogypsum pulp reacts preferentially with the phosphate raw material, resulting in the formation of CaSO₄·2H₂O. Subsequently, during the ammoniation of the phosphoric acid-gypsum pulp, partial conversion of calcium sulfate into highly soluble ammonium sulfate occurs in accordance with the following reaction:



The incorporation of ammonium sulfate into complex fertilizer formulations is of considerable agrochemical significance, primarily due to its sulfur content. Sulfur participates directly in the biosynthesis of proteins and amino acids during crop formation and serves as an effective protective agent against late blight and root rot pathogens. In terms of its physiological significance in plant nutrition, sulfur occupies fourth place in the hierarchy of essential macronutrients, following nitrogen, phosphorus, and potassium.

Calcium ranks fifth among the biogenic elements essential for plant nutrition, succeeding nitrogen, phosphorus, potassium, and sulfur in order of physiological importance. When introduced into the soil in a readily plant-available form, calcium supplementation contributes substantially to yield enhancement. Agricultural crops assimilate the biogenic nutrients required for growth and development through both root absorption and foliar uptake mechanisms, underscoring the

importance of ensuring the availability of all essential elements in appropriate chemical forms within the soil-plant system.

In the present study, a phosphorus-potassium (PK) fertilizer was successfully synthesized. The production of phosphorus-potassium fertilizers was carried out utilizing wet ammoniated superphosphate mass as the primary feedstock, which was prepared by decomposing phosphate raw materials with a mixture of sulfuric and phosphoric acids, followed by ammoniation of the resulting phosphoric acid-gypsum pulps to pH = 3 and subsequent separation of the acidic phosphate pulp into liquid and solid phases. Potassium chloride with a particle size fraction of 0.16 mm was introduced into the reaction mixture at predetermined ratios of the principal components. The reaction was conducted under continuous mechanical stirring for a duration of 15–20 minutes. The resulting mixture was subjected to granulation by the rolling method at a temperature of 70–75°C, followed by drying to achieve the required moisture content. The experimental findings are summarized in Table 3. Analysis of the data presented in Table 3 indicates that the obtained samples.

Table 3

Composition of RK fertilizers obtained by processing the solid phase of sulfuric phosphoric acid decomposition of phosphorite flour with the addition of potassium chloride

EFK : H ₂ SO ₄ : PhF	100:5:15		
Product (potassium chloride added)	P ₂ O ₅ :K ₂ O		
	1:0.5	1:1	1:1.5
pH of 10% solution	3.52	3.47	3.49
P ₂ O ₅ total.	21,89	18,52	16,04
P ₂ O ₅ lim.	20,89	17,84	15,93
P ₂ O ₅ Tr-B	20,88	17,84	15,92
P ₂ O ₅ wat.	17,78	15,50	13,97
CaO total	13,44	11,37	9,85
CaO lim.	12,95	10,76	9,51
CaO wat.	8,51	7,62	8,19
P ₂ O ₅ lim. /P ₂ O ₅ total	95,44	96,35	99,31
P ₂ O ₅ tr-B /P ₂ O ₅ total	95,39	96,35	99,25
P ₂ O ₅ wat. /P ₂ O ₅ total	81,24	83,68	87,11
CaO lim. /CaO total	96,32	94,63	96,58
CaO wat. /CaO total	63,32	67,05	83,15

Conclusion. Comparative studies have demonstrated no statistically significant difference in the effect of solid complex fertilizers on the qualitative parameters of crop production. It is noteworthy that even under conditions of moisture deficit, no fundamental distinction in phosphorus availability to plants has been observed between liquid and solid fertilizer forms. A distinguishing agronomic advantage of liquid fertilizers lies in their capacity for more extensive diffusion from the point of application within the soil profile, which enhances their accessibility to the root system relative to solid counterparts. The suspended liquid complex fertilizers obtained through the described technology are well-suited for application via irrigation water in protected cultivation systems, including orchards, berry plantations, vineyards, and a broad range of other agricultural crops.

References

- [1]. Новости RCC news.ru // Химический промышленность сегодня 2017. №7. С.56.
- [2]. А.с. 1017697 СССР. МКИ СО5В 19/00. Способ получения аммофосфата / А.А. Суетинов, В.А. Хамидов, В.И. Левин, А.П. Егоров, В.А. Раков, О.В. Габескирия – Б.И. – 1988. – № 20.
- [3]. А.с. 1583402 СССР. МКИ СО5В 11/04. Способ получения аммофосфата / И.М. Астрелин, В.Г. Богачев, Ю.А. Омельченко, М.М. Мирходжаев. – Б.И. – 1990. – № 29.
- [4]. Ирецкая С.М., Ярош Е.Б., Позин М.Е. Аммофосфаты из карбонат содержащих фосфоритов Каратау // Журн. прикл. химии. – 1991. – № 11. – С. 2225–2228.

- [5]. Новиков А.А., Суетинов А.А., Микаев Б.Т., Стародубцев В.С. Производство нового фосфорсодержащего удобрения – аммофосфата // Тр. НИУИФА. – 1984. – вып. 245. – С. 93–100.
- [6]. Суетинов А.А., Новиков А.А., Стародубцев В.С., Габескория О.В., Левин В.И., Сыратятников А.Л., Кувшинникова О.И. Разработка и исследование технологии нового фосфорсодержащего удобрения – аммофосфата // Хим. пром. – 1994. – С. 22–24.
- [7]. Сейтназаров А.Р. Химическая и механохимическая активация фосфоритов Центральных Кызылкумов: Автореф. дис. ... канд.техн.наук. – Ташкент, 2005. – 23 с.
- [8]. Саттаров Т.А. Разработка технологии получения аммофосфатных удобрений на основе фосфоритов Центральных Кызылкумов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Ташкент, 2008. – 25 с.
- [9]. Abdullatif, A.A. et al. (2020). Obtaining Nitrogen-Phosphoric-Potassium Fertilizers Based on Washed and Burned Thermoconcentrate of Central Kyzylkum. IJARSET, 7(7). <https://www.ijarset.com/upload/2020/july/34-abdullatif-46.pdf>
- [10]. Calmanovici, C.E. et al. (1997). Over 90% of phosphoric acid worldwide is manufactured by digestion of phosphate rocks with sulfuric acid. Separation Science and Technology.
- [11]. Rasulov, A.A. et al. (2022). Processing of Washed Dry Concentrate into NPK Fertilizers Using Mixture of Sulfuric and Phosphoric Acids. ResearchGate. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33765.01761>
- [12]. Kosimov, D.M., Rasulov, A.A., Namazov, Sh.S., Seytnazarov, A.R., Sultonov, B.E. (2023). Ammonized Superphosphate and Liquid Nitrogen-Phosphorus Fertilizer Based on the Decomposition of Washed Dried Concentrate with a Mixture of Sulfuric and Phosphoric Acids. Chemical Science International Journal. <https://journalcsij.com/index.php/CSIJ/article/view/872>
- [13]. Rasulov, A.A., Namazov, Sh.S., Seytnazarov, A.R., Alimov, U.K., Sultonov, B.E. (2024). Processing of a Washed Dry Concentrate Containing 26% P₂O₅ into Ammophosphate, Sulpho- and Nitroammophosphate Fertilizers. Journal of Chemical Technology and Metallurgy, 59(3).
- [14]. Nabiev, M.N. et al. Method SUM-J-5 for obtaining liquid complex fertilizers. Institute of General and Inorganic Chemistry, Academy of Sciences of Uzbekistan, Tashkent.
- [15]. Qarshiyev, B.N., Seytnazarov, A.R., Namazov, Sh.S. (2022). Balanced liquid NP fertilizers from purified extraction phosphoric acid. CyberLeninka. <https://cyberleninka.ru/article/n/tozalgan-ekstraktsiyon-fosfor-kislotadan-suyuq-muvozanatlashgan-np-o-g-itlar>
- [16]. Centre for Industrial Rheology. (2023). Rheology for Agrochemicals. <https://www.rheologylab.com/articles/rheology-for-agrochemicals/>
- [17]. Inkoua, S. et al. (2025). Furfural Residue to Rheology Accessible Suspension Fertilizer upon Artificial Humification. MDPI Processes, 14(1), 50. <https://doi.org/10.3390/pr14010050>
- [18]. He, F. et al. (2024). Study on the preparation of high-concentration ammonium phosphate suspension fertilizer from wet-process phosphoric acid and its rheological properties. Journal of Taiwan Institute of Chemical Engineering, 161, 105497.
- [19]. Centre for Industrial Rheology. (2023). Viscosity and rheology measurement of agrochemical suspensions. <https://www.rheologylab.com/>
- [20]. WO2022086924A1. (2022). Liquid suspension compositions and coated fertilizer particles. Google Patents.
- [21]. Rasulov A.A., Badalova O.A., Namazov Sh.S., Seytnazarov A.R., Beglov B.M., Alimov U.K. Processing of off-balance phosphorite ore of the Central Kyzylkum into enriched superphosphate and ammophosphate fertilizer. // Chemical Technology. Control and management. - Тошкент, 2018. - No. - P. 5-10.

STRENGTHENING FOOD SECURITY BY MODELING ADVANCED FRUIT DRYING TECHNOLOGIES AND MAINTAINING BIODIVERSITY BASED ON BIOTECHNOLOGICAL AND ENERGY APPROACHES

T.K. Jabborov¹, N.M. Kurbanov², I.T. Jabborov², M.Z. Siddikov²

¹Ferghana State Technical University

²Namangan State Technical University

islombek.jabborov.97@mail.ru

(Received on March 18 th, 2026)

Annotation: In the article, the climatic conditions of Uzbekistan are favorable for the production of fruits and vegetables, and more than 3.5 million tons of fruits are grown in the country every year. However, 10-25% of the crop is lost in post-harvest processes.

Uzbekistan are favorable for the production of fruits and vegetables, and more than 3.5 million tons of fruits are grown in the country every year. However, 10-25% of the crop is lost in post-harvest processes. This article will cover the issues of preserving bioactive compounds, reducing energy consumption and protecting biodiversity by modeling advanced fruit drying technologies based on biotechnological and energy approaches in the conditions of Uzbekistan. Based on experimental data, the effectiveness of solar, infrared and heat pump dryers is compared. The results make it possible to strengthen food safety by developing scientifically based models of fruit drying.

Keywords: fruit drying, biotechnological technologies, energy efficiency, modeling, biodiversity, food safety.

Аннотация: В статье климатические условия Узбекистана благоприятны для выращивания фруктов и овощей, ежегодно в стране выращивается более 3,5 млн. тонн фруктов. Однако 10-25% урожая теряется в процессах послеуборочной обработки. В статье климатические условия Узбекистана благоприятны для выращивания фруктов и овощей, ежегодно в стране выращивается более 3,5 млн. тонн фруктов. Однако 10-25% урожая теряется в процессах послеуборочной обработки. В данной статье освещаются вопросы сохранения биоактивных соединений, снижения энергопотребления и защиты биоразнообразия путем моделирования передовых технологий сушки фруктов в условиях Узбекистана на основе биотехнологических и энергетических подходов. На основе экспериментальных данных сравнивалась эффективность сушилок с солнечным, инфракрасным и тепловым насосами. Результаты позволяют укрепить безопасность пищевых продуктов за счет разработки научно обоснованных моделей сушки фруктов.

Ключевые слова: сушка фруктов, биотехнологические технологии, энергоэффективность, моделирование, биоразнообразие, безопасность пищевых продуктов, Узбекистан.

Annotatsiya: Maqolada O'zbekistonning iqlim sharoiti meva-sabzavot yetishtirish uchun qulay bo'lib, mamlakatda har yili 3,5 million tonnadan ortiq meva yetishtiriladi. Biroq, hosilning 10–25 % qismi post-hosil jarayonlarida yo'qotiladi. Ushbu maqolada O'zbekiston sharoitida mevalarni biotexnologik va energetik yondashuvlar asosida quritishning ilg'or texnologiyalarini modellashtirish orqali bioaktiv birikmalarni saqlab qolish, energiya sarfini kamaytirish va biologik xilma-xillikni muhofaza qilish masalalari yoritiladi. Tajriba ma'lumotlari asosida quyosh, infraqizil va issiqlik nasosli quritgichlarning samaradorligi solishtirilgan. Natijalar mevalarni quritishning ilmiy asoslangan modellarini ishlab chiqish orqali oziq-ovqat xavfsizligini mustahkamlash imkonini beradi.

Kalit so'zlar: mevalarni quritish, biotexnologik texnologiyalar, energiya samaradorligi, modellashtirish, biologik xilma-xillik, oziq-ovqat xavfsizligi.

Introduction. In recent years, large-scale reforms have been implemented in the Republic of Uzbekistan to ensure food security, preserve biodiversity and modernize the processing industry. Including in-depth processing of fruit and vegetable products, long-term storage while maintaining their nutritional value, and increasing export potential, are considered as one of the statewide priorities. The climatic conditions of Uzbekistan-the wealth of solar energy, the relative dryness of the air and the variety of types of fruits and vegetables-provide great opportunities for natural drying and the application of energy - efficient technologies.

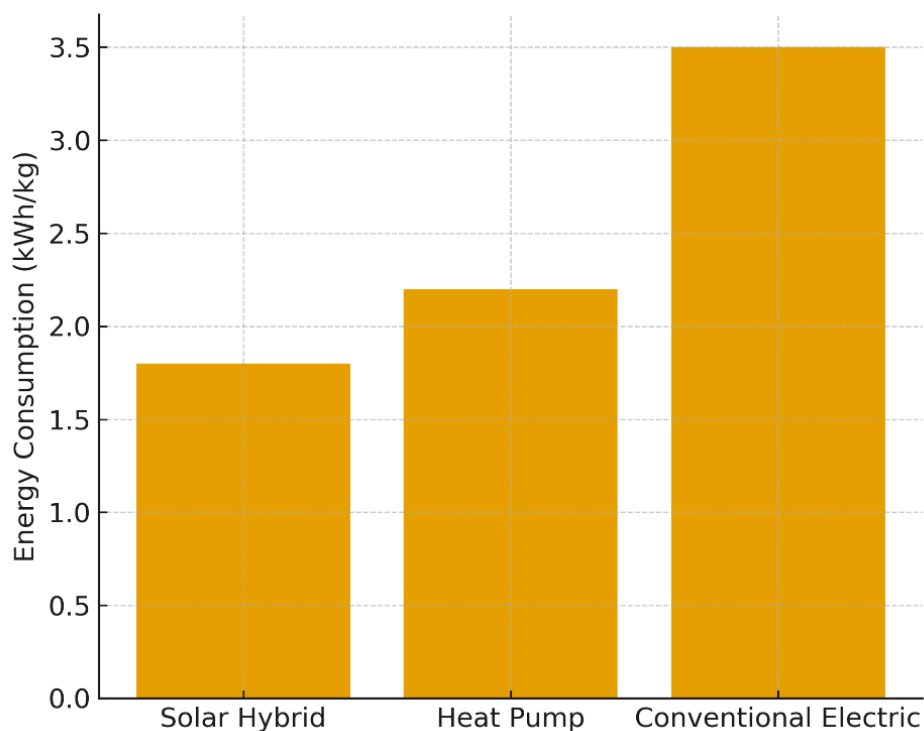
Although traditional drying technologies (natural drying in the sun, drying in the air stream, etc.) have been used for centuries, today their efficiency, hygienic safety and level of maintaining the quality of products do not fully meet modern requirements. Therefore, the development of modeled drying systems based on biotechnological and energy approaches remains an urgent scientific and technical issue.

Biotechnological approaches, on the one hand, allow you to control the enzymatic processes in the fruit, increase microbiological stability and preserve natural antioxidants. For example, by applying biopolymer coatings (for example, based on pectin, chitosan) to reduce enzymatic darkening in the drying process of fruits such as dates, pomegranates, apples and apricots, not only improves product quality, but also reduces drying energy consumption.

The energy approach, on the other hand, involves the creation of energy-efficient drying systems through the reuse of solar energy, heat pumps or waste heat. In the conditions of Uzbekistan, especially the high number of sunny days (280-300 days a year) provides a great opportunity to use energy on the basis of renewable sources. Therefore, modeling hybrid (solar + electric) based drying Chambers is one of the most promising areas at the moment.

In addition, biodiversity conservation is an important component of food security, not just an environmental issue. Local varieties of fruits growing in different regions of Uzbekistan (Fergana Valley, Surkhandarya, Kashkadarya, Tashkent region) have their own genetic characteristics. Their natural properties can be preserved by biotechnological approaches to their preservation and processing (for example, identification of varieties based on genetic markers, enzyme analysis, study of the stability of the cell structure in the process of storage).

This study used a set of scientific methods aimed at modeling fruit drying technologies based on biotechnological and energy approaches, improving the energy efficiency of the drying process, and strengthening food security by maintaining biodiversity. The study consisted of several stages, with specific theoretical and practical methods applied at each stage.



Graph 1. Energy consumption by drying method.

The study was conducted on the example of the main types of fruits suitable for the climatic conditions of Uzbekistan - Persimmon, apricot, apple, pomegranate and grape products. These fruits are obtained from horticultural farms in the Fergana Valley, Surkhandarya and Tashkent regions, each of which is distinguished by its natural sugar, pectin, flavonoid and antioxidant content.

The moisture content, sugar content, cell density, and enzymatic activity of each fruit were determined in the laboratory, and the dynamics of changes during the drying process were observed.

Methods. Biotechnological approach methods. The biotechnological approach is aimed at controlling enzymatic reactions and slowing down oxidation processes in the process of drying fruits. The following techniques were used:

- Protection of the surface of the fruit on the basis of a biopolymer coating (pectin, chitosan). This method will help preserve the color, shape and taste of the fruit.

Biotechnological approach methods

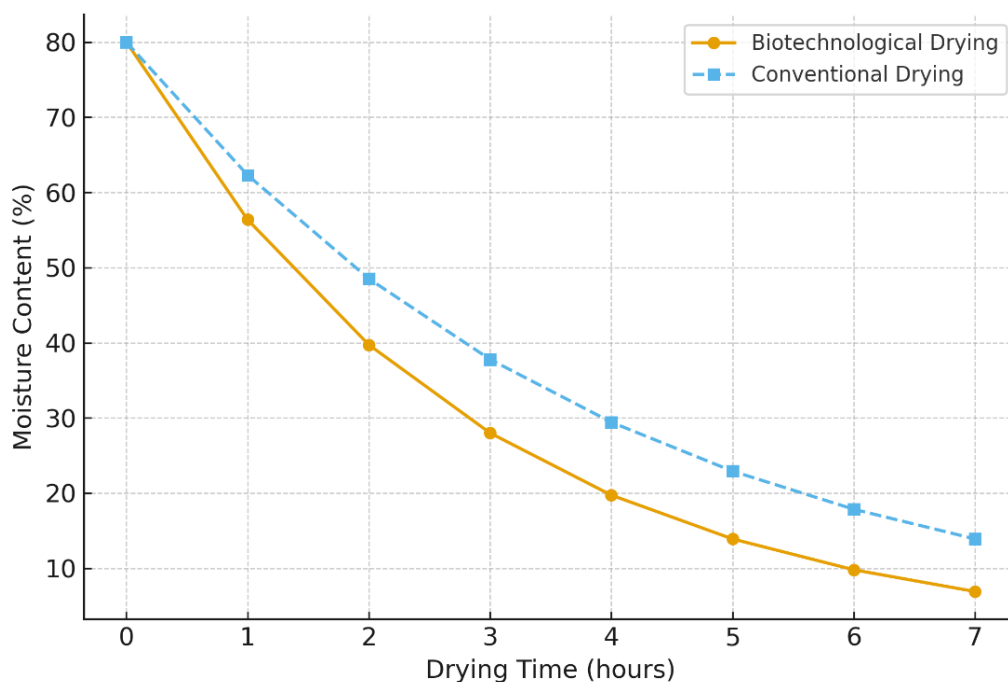
The biotechnological approach is aimed at controlling enzymatic reactions and slowing down oxidation processes in the process of drying fruits. The following techniques were used:

- Protection of the surface of the fruit on the basis of a biopolymer coating (pectin, chitosan). This method will help preserve the color, shape and taste of the fruit.

- Reduce oxidation using solutions that reduce enzyme activity (e.g., ascorbic acid, citric acid solution).

- Microbiological analysis-conducted to determine the level of bacterial contamination before and after drying.

In the laboratories of the Research Institute of Agriculture of Uzbekistan, with the spectrophotometer “Shimadzu UV-1900” and the biochemical analyzer “Thermo Fisher”, the antioxidant activity, polyphenol content and sugar balances in the composition of the fruit were measured. Energy approach and modeling methods. A hybrid drying system model based on a combination of solar energy and heat pumps has been developed to improve the energy efficiency of the drying process.



Graph 2. Moisture reduction over time.

The mathematical model was constructed based on the following basic equations:

Drying speed:

$$\frac{dM}{dt} = -k(M - M_e) \quad (1)$$

where M is the current moisture content in the product, M_e is the equilibrium moisture content, k is the drying rate coefficient.

The seeds, genetic markers, and phenotypic properties of dried fruits were studied and their genetic stability analyzed following biotechnological processing.

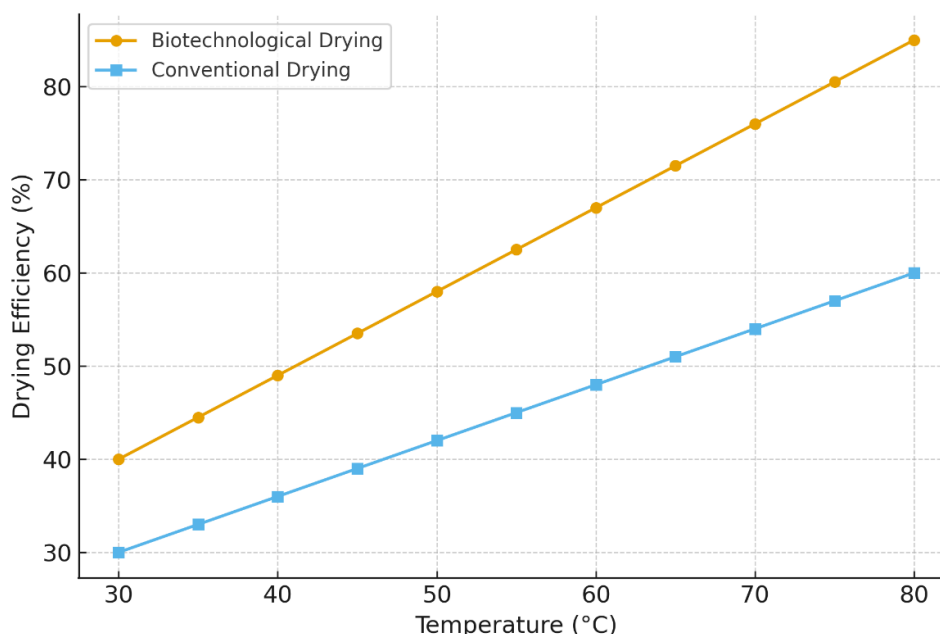
In this:

- Genetic stability of plant varieties through DNA analysis (PCR-method);
- Through biochemical analysis, the activity of enzymes (peroxidase, polyphenoloxidase) was determined and the effect on the drying process was assessed.

Technical solution adapted to the conditions of Uzbekistan. As a result of the study, the following technical solution was developed, which is effective in the conditions of Uzbekistan:

- An experimental device, "BioSolarDry-25", allows the system to integrate heat from solar collectors with a heat pump to dry at temperatures of 35-55°C. Technical solution adapted to the conditions of Uzbekistan
- As a result of the study, the following technical solution was developed, which is effective in the conditions of Uzbekistan:

Results in biodiversity conservation. The genetic stability of seed materials after drying was tested using the PCR (Polymerase Chain Reaction) Method. According to the results obtained, with a biotechnological approach, the seeds of dried fruits retain DNA stability at a level of 70-85%.



Graph 3. Drying efficiency and temperature.

This means that the genetic characteristics that ensure the biodiversity of the fruits are not disturbed during the process.

Also in enzymatic activity analysis, it was observed that the activity of the enzyme polyphenoloxidase decreased by 15%, and the enzyme peroxidase decreased by 17%. This slowed the darkening process of the fruit.

The following results were obtained by using these technologies as a Test at the enterprises of Andijan region “AgroFruitDry”, Kashkadarya “BioSun Process”, and Tashkent region “EcoDry Energy:

- product export quality adapted to EU requirements;
- the shelf life for dried fruits has been extended 2 times (from 10 to 22 months);
- production emissions were reduced to 18%.

Results. The results of the studies carried out show that by modeling fruit drying technologies based on biotechnological and energy approaches, it is possible to significantly increase the level of energy efficiency, product quality and Biodiversity Conservation. Especially in the conditions of Uzbekistan, the rational use of sunlight, wind energy and low-temperature heat sources makes it possible to dry fruits environmentally friendly and cost-effective. Solar-integrated bioreactor drying systems, automatic moisture control sensors, as well as AI and IoT technology-driven drying processes play an important role in maintaining the nutritional value of fruit and vegetable products.

In the southern regions (Surkhandarya, Kashkadarya) and central regions of Uzbekistan (Samarkand, Jizzakh), the high number of sunny days throughout the year (up to 320 days) makes the use of the sun as a source of energy more attractive. It has been experimentally demonstrated that photothermal drying chambers developed on this basis can retain up to 55-75% of their natural pigments, vitamins (especially vitamin C) and enzymes by drying fruits such as dates, apples, pomegranates and grapes at 20-35°C.

Also, energy-efficient heat pumps and biomass-based mini-drying modules are recommended as suitable technological solutions for domestic manufacturers. With these technologies, energy consumption is reduced by 15-22% when drying 1 ton of fruit, while the volume of waste is reduced by 12-16%. This directly contributes to Uzbekistan's food security strategy while ensuring environmental sustainability.

Studies also show that the use of biotechnological fermentation processes helps to stabilize the polyphenols contained in the fruit and slow down the oxidation processes. Especially as a result of

processing with poly-enzyme complexes, the appearance, color and taste of dried fruits are improved. Through this, the competitiveness of products intended for export increases.

Discussion:

1. The use of hybrid systems that combine solar and biomass energy in drying technologies — this increases energy efficiency by 10-35%.
2. The introduction of digital monitoring systems that monitor the quality of products in real time — allows you to control the speed of moisture, temperature and air circulation of the product.
3. The introduction of the enzymatic preparation stage is important in maintaining the natural color, smell and nutritional value of fruits.
4. Development of biotechnological drying equipment suitable for local conditions-for example, models integrated with energy-saving vacuum dryers or solar panels.

Conclusion. The use of agricultural waste as biofuels - it not only serves the principle of waste-free production, but also ensures energy independence. Development of biotechnological drying equipment suitable for local conditions-for example, models integrated with energy-saving vacuum dryers or solar panels.

In conclusion, it can be said that advanced biotechnological and energy models of fruit drying provide a solid scientific and practical basis for the creation of Sustainable Food Systems of Uzbekistan, the widespread introduction of innovations in agriculture, and the increase of national export potential. These approaches not only ensure economic efficiency, but also strengthen the country's environmental security by maintaining biodiversity.

References

- [1]. Сидорова Н.А., Пискунова Т.Р. Безопасность пищевых продуктов: научные основы и инновации. - Казань: Казанский университет, 2023. - 230 с.
- [2]. Лебедев С.А., Журавлёва Л.Н. Технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. - М.: Академия, 2021. - 256 с.
- [3]. Ковалёв С.И., Мартыненко А.И. Инфракрасные и микроволновые технологии в пищевой промышленности. - М.: Агропромиздат, 2022. - 180 с.
- [4]. Шейкин Ю.А., Бельков В.П. Системный подход к сушке пищевых продуктов. - Новосибирск: Сибирское университетское изд-во, 2020. - 224 с.
- [5]. Захаров В.В., Трошин А.А. Продовольственная безопасность и технологии минимальной обработки продуктов. - М.: Дели Принт, 2021. - 198 с.
- [6]. Горбатов А.А., Егорова И.В. Технологии и оборудование для сушки продуктов питания. - СПб.: Профессия, 2019. - 312 с.
- [7]. Погорелый В.Н., Литвиненко Н.М. Инновационные технологии в переработке плодоовощной продукции. - М.: Колос, 2020. - 276 с.

BARQAROR IQTISODIY TARAQQIYOTDA INSON KAPITALINI
RIVOJLANTIRISHNING STRATEGIK AHAMIYATI

Yu.S. Shakirova, S.E. Shokirov

*Farg'ona davlat texnika universiteti,
(Qabul qilindi 18.03.2026 y.)*

Annotatsiya: Mazkur maqolada iqtisodiyotning turli sohalarida inson omilini rivojlantirishning nazariy va amaliy jihatlarini tahlil qilingan. Inson omilining iqtisodiy taraqqiyotdagi o'rnini, uning samaradorlikka ta'siri va boshqaruv tizimidagi ahamiyati yoritilgan. Shuningdek, inson kapitalini rivojlantirishda uchrayotgan muammolar va ularni bartaraf etish yo'llari bo'yicha ilmiy asoslangan xulosa va takliflar keltirilgan.

Kalit so'zlar: inson omili, inson kapitali, iqtisodiy rivojlanish, mehnat resurslari, innovatsion taraqqiyot, raqamli kompetensiya, ta'lim tizimi.

Аннотация: В данной статье проанализированы теоретические и практические аспекты развития человеческого фактора в различных отраслях экономики. Освещены роль человеческого фактора в экономическом развитии, его влияние на эффективность и значение в системе управления. Также представлены научно обоснованные выводы и предложения по проблемам, возникающим в процессе развития человеческого капитала, а также путям их устранения.

Ключевые слова: человеческий фактор, экономическое развитие, трудовые ресурсы, инновационное развитие, цифровая компетенция, система образования.

Abstract: This article analyzes the theoretical and practical aspects of developing the human factor in various sectors of the economy. It highlights the role of the human factor in economic development, its impact on efficiency, and its significance in the management system. The paper also presents scientifically grounded conclusions and recommendations regarding the challenges encountered in the development of human capital and ways to overcome them.

Keywords: human factor, economic development, labor resources, innovative development, digital competence, education system.

Globalashuv, raqamlashtirish va innovatsion iqtisodiyotning shakllanishi sharoitida inson omili iqtisodiy taraqqiyotning asosiy drayveriga aylanmoqda. Zamonaviy iqtisodiy tizimlarda barqaror o'sishni ta'minlash faqat moddiy resurslar yoki texnologik imkoniyatlar bilan emas, balki inson kapitalining sifati va rivojlanganlik darajasi bilan belgilanadi.

Bugungi kunda rivojlangan davlatlar tajribasi shuni ko'rsatadiki, iqtisodiy o'sishning asosiy manbai tabiiy resurslar emas, balki yuqori malakali, kreativ va innovatsion fikrlovchi inson resurslaridir. Shu bois inson omilini rivojlantirish masalasi iqtisodiyotning barcha tarmoqlarida ustuvor vazifa sifatida qaralmoqda.

Barqaror iqtisodiy o'sishning ta'minlanishi ko'p jihatdan inson salohiyatidan oqilona foydalanish, uni muntazam rivojlantirib borish hamda mehnat bozorining zamonaviy talablariga moslashtirishga bog'liq.

Inson omili iqtisodiy faoliyatda ishtirok etuvchi shaxslarning bilim, malaka, tajriba, ijodiy salohiyat, tashabbuskorlik va innovatsion fikrlash qobiliyatlari yig'indisini ifodalaydi.

Iqtisodiyot nazariyasida inson kapitali konsepsiyasi XX asrning ikkinchi yarmida shakllangan bo'lib, T. Shults va G. Bekker tomonidan ilmiy asoslangan. Ushbu nazariyaga ko'ra, ta'lim, sog'liqni saqlash va kasbiy tayyorgarlikka yo'naltirilgan investitsiyalar iqtisodiy samaradorlikning oshishiga xizmat qiladi.

Inson kapitali nazariyasiga ko'ra, insonning bilim va ko'nikmalariga kiritilgan investitsiyalar kelgusida yuqori iqtisodiy samaradorlikni ta'minlaydi. Inson omili iqtisodiy o'sishning eng muhim omillaridan biri bo'lib, zamonaviy iqtisodiyotda texnologiya va kapitaldan kam bo'lmagan strategik resurs hisoblanadi.

Ishlab chiqarish jarayoniga muntazam ravishda sarflanadigan turli xil resurslar orasida, inson omili ko'proq ta'sir kuchini ko'rsatadi. Uning ongi va dunyoqarashini shakllantirish yoki o'zgartirish muayyan vazifalarni amalga oshirishni taqozo etadi.

Shuning uchun mehnat jamoalarida insoniy sifatlar samaradorligini doimiy ravishda oshirib borish borasida chora-tadbirlar amalga oshirish lozim. Inson omili turmush tarzining rivojlanish xususiyati va yoʻnalishi bilan shakllanadi. Ularni tahlil qilish orqali oldinda turgan dolzarb vazifalarni aniqlab olish va xodimlarning amaliy faolligini oshirishga erishish mumkin. Inson kapitalining qiymati (salohiyati) nomaʼlum boʻlgach, investorlar ham inson kapitali uchun investitsiya kiritish boʻyicha qaror qabul qilishda qiynalishadi. Korxona biznesini va inson kapitali qiymatini doimiy baholab borish inson kapitalini uzluksiz rivojlanishi natijasida korxonaning raqobatdoshligini orttirib boradi va biznesning jozibadorligini oshiradi.

Har qanday demokratik jamiyat rivojining asosiy maqsadi – inson degan, bir qarashda oddiy, ammo zamirida biror maʼno yashiringan fikr har bir mamlakat hukumati oldiga jamiyatda yuqoridagi maqsadga erishishga yordamlashadigan hayot tarzini shakllantirish ichki va tashqi siyosat yuritish vazifasini qoʻydi. Har qanday mamlakat u boy yoki kambagʻal boʻlishidan qatʼiy nazar, inson taraqqiyoti gʻoyalarga sodiqligini quyidagilar orqali koʻrsatish mumkin:

- iqtisodiy oʻsish va ishlab chiqarish samaradorligini oshirish uchun qulay imkoniyatlar yaratish;

- ijtimoiy murosar va barqarorlik yoʻlida imkoniyatlar kiritish;

- aholiga ish faoliyat sohasi, daromad olish, ijtimoiy neʼmatlar olishning rivojlanish imkoniyatlarini erkin tanlash uchun keng huquq va imkoniyatlar yaratish; - jamiyat hayotiga talluqli boʻlgan qarorlarni qabul qilishda omma ishtirokini kengaytirish.

Barqaror inson taraqqiyoti konsepsiyasi odamlarni ishlab chiqarish faoliyatidan koʻzlangan maqsadi, manbai – insonning taraqqiy ettirishga eʼtibor qaratadi. Bu yerda ishlab chiqarish maqsad emas balki insonning shu yuksak nomga loyiq kun kechirish yoʻlidagi vositasidir. Shu bilan birga bunda aks taʼsir ham mavjud kishilarning taraqqiyot darajasini oshirish orqali ishlab chiqarishning yanada yuqori darajasiga erishiladi. Jamiyatni rivojlanganlik darajasi nafaqat mamlakatning iqtisodiy salohiyati yuqoriligi bilan balki, bu salohiyatdan har bir insonni uygʻun va har taraflama rivojlantirish uchun qanchalik foydalanilayotganligi bilan oʻlchanadi.

Ishlab chiqarishda inson roliga yangicha qarashning ifodasi sifatida 80-yillarning oʻrtasida iqtisodiy adabiyotlarda “Inson omili” va “Mehnat salohiyati” degan terminlar tez-tez foydalaniladigan boʻldi. Bu bilan odatda insoniy (yoki goho shaxsiy) degan tushunchalar iqtisodiyotda insonning faol roliga eʼtibor qaratish lozimligini nazarda tutadi. Bu eng koʻp darajada yangi ijtimoiy sharoitda hali tirik mehnat manbaidan samarali foydalanishga mos emasligini tavsiflaydi. “Inson omili” tushunchasiga “ishchi kuchi” va “mehnat resurslariga” nisbatan keng va chuqur maʼno singdirilgan.

Akademik T.I.Zaslavskaya “Inson omili” – “bu oʻzaro taʼsir etuvchi, turli pogʻona holatlarini egallovchi qatlam va guruhlarining jamiyatni taraqqiyparvar rivojlanishini taʼminlovchi faoliyat va oʻzaro taʼsirdir” – deya taʼrif beradi. Umuman olganda inson omili – insonni turli oʻlchovlarda namoyon etadi: mehnatkash, fuqaro va oila aʼzosi, koʻp qirrali his-tuygʻular egasidir. Inson omili juda keng maʼnodagi tushuncha boʻlib, unga quyidagicha taʼrif berishni tavsiya etamiz: inson omili – bu insonning jismi va ruhiyatining qobiliyati, olami, qudrati va insoniylik makonidir. Yaʼni, umuman olganda insoniylik – kelbatidir.

Insonni faollashtirish – unda mujassam topgan xususiyatlar, imkoniyatlar va sifatlar evazigagina amalga oshadi. Oʻylab topilgan sunʼiy yoʻl-yoʻriqlar uzoqqa bormay, maʼlum masofada qolib ketadi, izini yoʻqotadi. Tizgin bilan boshqarish – istalgan natijani bermasligi hayotiy haqiqatdir. Lekin shunday boʻlsada, insonlar faolligini oshirish uchun qulay va erkin usulning yoʻqligi, bu ishni maʼmuriy-buyruqbozlik yoʻli bilan amalga oshirishga eʼtibor ustuvorroqdir.

Ijtimoiy-iqtisodiy islohotlarni amalga oshirishning maqsad va mohiyatini anglab etishda insonning shaxsiy orzu-havaslari, uning ichki dunyosi, talab va ehtiyojlari hisobga olinmasa, yoki ilmiy asosga ega boʻlmasa, buning pirovard yechimi hech qachon ijobiy natija bermaydi. Rivojlanishning bosh maqsadi bilan uni amalga oshirish vositalari, shakllari, uslublari oʻrtasida vujudga kelgan nomuvofiqliklar ijtimoiy taraqqiyot surʼatlariga, odamlarning feʼl-atvoriga, gʻoyaviy, axloqiy-ruhiy dunyosiga oʻz taʼsirini oʻtkazmay qolmaydi.

Iqtisodiy taraqqiyot odamlar manfaati uchun xizmat qilishi kerak, buning uchun ularning

rivojlanish darajasi asosiy vosita bo'lib xizmat qiladi. BMT Rivojlanish dasturi ta'rificha; "Insonni rivojlantirish omillarini kengroq tanlash imkoniyati bilan ta'minlash jarayonidir. Bunday tanlov cheksiz bo'lishi va vaqt o'tishi bilan o'zgarishi prinsipal ahamiyatga egadir. Biroq rivojlanishning barcha darajasida uzoq va sog'lom hayot kechirish, bilimlarni egallash va munosib turmush kechirishda rivojlantirishning asosiy mohiyatidir. Agar insonda bunday asosiy tanlov bo'lmasa u boshqa imkoniyatlardan ham foydalana olmaydi" deyiladi. Bugungi kunda jamiyat oldida turgan vazifalarni odamlarning ongli, asosli, hayotbaxsh va yaratuvchan faoliyatisiz hal qilib bo'lmaydi.

Inson omilini faollashtirmasdan turib qilinadigan harakatlar foyda bermasligi mumkin. Insonlarga sa'y-harakatlar orqali namoyon bo'luvchi ma'naviy ishonch, ruh, chin ishtiyoq, ongli faollik zarur. Ma'lumki, keyingi paytda inson mehnati natijalarini baholashda nomoddiy aktiv ko'rinishidagi intellektual mulk ya'ni ilm-fan jadal rivojlanmoqda. Mahsulot sifatiga bo'lgan talabning ortib borishi, raqobatning kuchayishi, innovatsion texnologiyalarning rivojlanishi, ishlab chiqarishni mutassil ravishda takomillashtirishni taqozo etmoqda. Bu esa, xodimlar tayyorligini doimiy shay holatda tutish, inson omilining yanada follashtirishni zarurat qilib qo'ymoqda. Inson omili bilan bog'liq ko'plab tadqiqotlarning tahlillari iqtisodiyotni boshqarishdagi oliy maqsad – inson omilini faollashtirish yo'li bilan ijtimoiy-iqtisodiy taraqqiyotni vujudga keltirishning muhim jihati sifatida asoslanadi.

Xodimlarning inson omili faolligini aniqlash va shu asosda mehnatni intellektual boshqarish malakali mehnat, yuqori sifatli ishchi kuchiga mo'ljallangan bo'lishi kerak. Boshqaruvda mehnat resurslarining tabaqalashtirish siyosatini olib borish lozim. Firmalar va korxonalarda xodimlarni tanlash, malakasini oshirishga katta ahamiyat qaratmoqlari, navatorlarni shakllantirishlari zarur bo'ladi. Shuningdek zamonaviy xodimlarning ijodiy mehnatga ilgari surilgan g'oyalarini amalga oshirishga imkon yaratilishi, munosib rag'batlantirishi, xodimlarning qarorlarni tayyorlash va qabul qilishdagi ishtiroklarini kengaytirish, o'zini-o'zi boshqarishi mehnatni tashkil etishning muhim jihati bo'ladi.

Inson omili shu davrga qadar yaxlit tizim sifatida qaralmadi. Undan foydalanish tarqoq holda, zaruratga qarab ishlab chiqarishga uning ayrim elementlaridagina foydalaniladi. Bu esa, mavjud vazifa va masalalarni to'laqonli ado etish imkonini bermaydi. Inson omilini tarkibiy-tashkiliy tuzilmasi va uning turkumlar kesimidagi elementlarini shakllantirish muhim ahamiyatga molik masala. Shu sababli, inson omilining murakkab va serqirra xarakteridan kelib chiqqan holda uning insoniy-ma'naviy, axloqiy qadriyatlar, mehnatga munosabat, ilm va kasb-hunar qismlardan tashkil topgan elementlarining tarkibiy tuzilmasi ishlab chiqilib, unda ishtirok etayotgan insoniy sifatlarning o'zaro bog'lanishi, o'zaro ta'sirini o'rganilishi xodimning mehnat jarayonidagi faolligini baholash imkonini beradi.

Mustaqillik yillarida yurtimizda inson omili, inson manfaatlari, uning huquqi va erkinliklarini himoya qilish davlat siyosati darajasigacha ko'tarildi. "Inson omili" tushunchasiga "ishchi kuchi" va "mehnat resurslari" tushunchalariga nisbatan ancha kengroq va chuqurroq ma'no singdiriladi. Inson omili o'zaro bir-biri bilan munosabatda bo'ladigan turli mavqeni egallagan sinflar, qatlamlar va guruhlar tizimidan iborat bo'lib, ularning faoliyati va o'zaro munosabati jamiyatning ilg'or rivojlanishini ta'minlaydi. Boshqacha aytganda, inson omili uni mehnatkash, fuqaro, oila boshlig'i va inson sifatida butun his-tuyg'ulari va fikrlar xilma-xilligi bilan aks ettiradi.

Inson omili – korxona, muassasalarning birgalikda faoliyat yuritishi uchun birlashgan kishilardir. Tarkibi jihatidan u birinchi navbatda shaxs, ishchi guruhi, mehnat jamoasidir. Bu faqat jamoa xodimi emas, balki ijtimoiy hayotning jamoa subyektidir, u ijtimoiy, demografik, iqtisodiy va siyosiy tuzilmaga ega bo'lib, uning elementlarining o'zaro harakati jamiyat rivojlanishini ta'minlaydi. Inson omili, inson kapitali va inson salohiyatining aniq manzarasi, amal qilish doirasi to'g'risida hali ilm-fanda muayyan to'xtamga kelingan emas. Turli davrlarda turli olimlar ushbu masalaga turlicha o'z nuqtai nazarlari bilan yondashib keladi va talqin etadi. Bu masalaga subyektiv fikr bilan yondashadigan bo'lsak, inson omili, inson kapitali va inson salohiyati bir-biri bilan o'zaro bog'lanish doirasidagi kategoriyalardir. Inson kapitali va inson salohiyati inson omili negizida shakllanadi. Ya'ni, inson omili deganda, insonda mavjud bo'lgan barcha xususiyatlar yaxlit holda qamrab olinishi kerak. Ularni inson hayotini har bir daqiqasi va turli damlarda qo'llash imkoniga

ega bo'ladi. Inson kapitali xususida fikr yuritadigan bo'lsak, bu inson omiliga nisbatan torroq doiradagi faoliyat shaklini o'zida ifoda etib, xodimlarni ishlab chiqarishdagi imkoniyati va professional kasb mahoratini belgilashda qo'llaniladi. Bunda u ko'proq xodimning muayyan soha, yo'nalish va funksional kasbi bo'yicha faoliyatini ta'minlab berish bilan o'z vazifasini ado etadi. Ya'ni xodim o'z faoliyat yuritayotgan ish o'rnida inson kapitali sifatida ilm, malaka, tajriba va hakovlardan tashkil topadi.

Korxonalar faoliyatidan kelib chiqqan holda inson kapitalining manzarasi shakllantiriladi va rivojlantirilib boriladi. Inson kapitali orqali korxonada mehnat unumdorligi, mahsulot sifati, innovatsion siyosat yuritish va boshqa ishlab chiqarish turlariga erishish imkoni mavjudligi katta ahamiyat kasb etadi. Shu sababdan ham ish joylarida inson kapitalini rivojlantirishga katta e'tibor qaratiladi. Ya'ni xodim muttasil o'z ustida ishlashi va ilm, tajriba, malakasini oshirib borishi lozim bo'ladi. Bir korxonada yuqori inson kapitaliga ega bo'lgan xodim, ixtisosligi boshqa korxonaga o'tishi bilan uning kapital qiymatida o'zgarish sodir bo'lishi mumkin.

Shuning uchun ham bozor iqtisodiyoti sharoitida rivojlangan mamlakatlarda xodimlarning bir korxonada faoliyat yuritishi bir umrga, yoki uzoq muddatga yollanishi kuzatiladi. Xodimda o'z kasb-koridan tashqari boshqa imkoniyat va xususiyatlar ham bo'lishi, bulardan bevosita ish joyida foydalanishning hojati bo'lmasligi mumkin. Shuning uchun bunday holat inson kapitali doirasidan tashqarida qoladi, lekin inson omilining doirasidan tashqariga chiqib ketolmaydi va shaxsning turli ko'rinishlardagi intellektual mulki yoki imkoniyati sifatida o'zini namoyon qiladi. Inson salohiyati ham keng ma'nodagi tushuncha bo'lib, undan ham, inson kapitali doirasida to'la foydalanishga zarurat bo'lmasligi mumkin.

Masalan, iqtisodiyotning turli sohalarida faoliyat yuritayotgan xodimlarda san'at, madaniyat va adabiyot sohasi bo'yicha muayyan iqtidorga ega bo'lishi mumkin. Lekin xodim, o'zidagi bu salohiyatni bevosita ish joyida qo'llay olmaydi. Chunki mehnat faoliyatining yo'nalishi bo'yicha bunday sifatga hojat yoki ehtiyoj bo'lmaydi. Shu sababdan insonning bunday salohiyati – inson kapitalining tarkibidan o'rin olmay, ushbu doiradan tashqarida qoladi. Shu sababdan bu qism ham inson omili sifatida har bir shaxsning o'zida mujassamlanadi va o'zining shaxsiy istagi intilishi, qiziqishi natijasida rivojlanib boradi.

Mana shulardan xulosa qilib aytish mumkinki, inson kapitali va inson salohiyati bitta yaxlit majmua tarzida inson omilini tashkil etadi. Shu yerda ushbu masalaga subyektiv yondashib, fikr qiladigan bo'lsak, taraqqiyotning tub asosida inson omilini faollashtirish yotadi. Inson kapitalini rivojlantirish ham inson omilini faollashtirish orqali sodir bo'ladi. Inson omilini, inson shaxsiy sifatlarining mehnat faolligiga ta'sir ko'rsatuvchi butun majmua sifatida namoyon bo'lishi deb qarash kerak. Mazkur tushuncha insonning ishlab chiqarish jarayonidagi hal qiluvchi rolini ko'rsatadi. Jamiyat tadbirkorlar, menejerlar va muhandis-texnik xodimlarning shaxsiy sifatlariga, ularning halolligi, betartibliigi, ijtimoiy manfaatlarga sodiqligiga tobora ko'proq bog'liq bo'lib boradi. Ishlab chiqarishning real ravishda umumlashtirilishi, xususiyashtirilishi va ixtisoslashtirilishi tizimli iqtisodiy aloqalar miqdorini ko'paytiradi.

Inson omiliga nisbatan berilgan turli ilmiy asarlardagi ta'rif va sifatlardan kelib chiqqan holda, ularni umumlashtirib, quyidagicha ta'rif berish mumkin: Inson omili – inson his-tuyg'ulari, aql-idroki, ilmi, insoniy sifatlari, ma'naviy-ahloqiy qadriyatlari, tabiati, fe'l atvori, mehnatga munosabati, malaka, tajriba, ongi, dunyoqarashi, jismi, sog'ligi, yoshi, jinsi, e'tiqodi, ruhiyati, qobiliyati, maylidan iborat murakkab sinergetik tizimdir. Xodimlarni boshqarishda inson omiliga turli xil usullar orqali yondashishga, faollashtirishga, unga to'g'ri munosabatda bo'lishga harakat qilib kelinadi. Lekin buning uzil-kesil usuli hanuzgacha ishlab chiqilgan emas. Hayotda va ishlab chiqarishda qaysidir omillar ustuvor va muhim hisoblanib, asosiy e'tibor shunga qaratib kelinadi, ayrim omillar esa, ahamiyatsizdek chekkada qolib ketaveradi.

Boshqarishda inson omilini faollashtirish yo'li bilan resurs va xizmatlarning unumdorligi, sifatining ortib borishini ta'minlash, va ulardan intensiv foydalanish natijasida maksimal darajadagi ishlab chiqarish qobiliyatini shakllantirish mumkin bo'ladi deb hisoblash lozim.

Darhaqiqat, inson omili – bu resurslarning son va sifat borasida muayyan natijalarga erishish uchun ishlab chiqarish jarayonlarida foydalaniladigan va vujudga keladigan funksional xususiyatdir.

Inson hayoti – uning sifatlari majmuida qaror topadi. Ushbu sifatlar ikkiga bo‘linadi, birinchisi, ijobiy ahamiyat kasb etuvchi – fazilatlar, ikkinchisi esa uning aksi bo‘lgan salbiy tomoni hisoblanadi. Biz buni, ya’ni inson fazilatlarini insoniy sifatlar tarzida qo‘llashni tavsiya etamiz. Chunki insoniy sifatlar deganda faqat insonlarning inson sifatida shakllanishi va namoyon bo‘lishini ta’minlovchi xislatlar nazarda tutiladi. Bu sifatlardan oqilona, to‘g‘ri va omilkorlik bilan foydalanish, inson umrini bezaydi, hayotini benuqson, betartib va samarali kyeichishini ta’minlaydi. Ya’ni inson omili faolligi – nafaqat kishilarda mehnat faoliyatini tashkil etish, balki insoniyligini tashkil etish xususiyatiga ham egadir.

Mehnat jamoalarining umumiy faoliyati natijalariga erishishida inson faoliyatiga ta’sir etuvchi insoniy sifatlar tizimi va ularning o‘lchov mezonni yo‘qligi ko‘p imkoniyatlarni boy berilishiga olib kelmoqda. Shuning uchun insoniy sifatlarining xususiyatlarini tahlil etilib, tizimi va mezonini toppish juda dolzarb masalalardan biriga aylangan. Axir olamdagi barcha narsa o‘lchovli hisoblanadi. Buning uchun dastavval insoniy sifatlar majmuasini ishlab chiqib va shu orqali ularni turkumlab borish lozim. Bunday tizimni yaratishdan maqsad uning yordamida insonni mukammal darajada shakllantirish, inson faoliyatini tashkil etishga ta’sir etuvchi asosiy elementlar ochib berishdan iboratdir. Inson faoliyatiga ta’sir etuvchi insoniy sifatlar tizimi shunday qurilishi kerakki, u keng qamrovli, imkoniyatlari beqiyos, cheksiz, ochiq, barcha uchun qulay va foydalanish imkoniyati mavjud bo‘lmog‘i darkor. Insoniy sifatlardan to‘laqonli va barchasidan samarali foydalanish insoniyat oldida turgan eng murakkab va eng dolzarb masalalardan biri bo‘lganligi bois bu borada ko‘plab olimlar, tadqiqotchilar o‘zlarining g‘oya va nazariyalari, ishlanmalari va qarashlarini ilgari surmoqdalar.

Inson faoliyatiga ta’sir etuvchi omillardan keng va samarali foydalanishning ko‘plab muqobil variantlari, shakllari ishlab chiqilib hayotga tadbiq etilgan. Lekin inson fe‘l-atvori va faoliyatini tashkil etuvchi insoniy sifatlarining tartibga solingan tizimi, ularning o‘lchov mezonlari va bir-biriga bog‘liqlik darajasi hanuzgacha yaratilmagan. Ularning muayyan tizim-majmuasini ishlab chiqmasdan, har bir insoniy sifatning vazifalari nimalardan iborat ekanligini bilmasdan, ulardan faol darajada foydalanib bo‘lmaydi. Bularsiz insoniy sifatlarining qaysi turlaridan qanday foydalanilayotganligini aniqlash qiyin masala bo‘lib, inson faoliyati doirasidan chetda qolib ketayotganligini aniqlash mavhumligicha qolmoqda.

Inson faoliyatini faollashtirish ko‘plab insoniy sifatlar ta’sirida yuzaga keladi. Shu boisdan inson faoliyatiga ta’sir etuvchi sifatlar tizimini ko‘rib olmoq kerak. Ularning har birini qanday ahamiyatga ega ekanligining tavsifini ishlab chiqish juda muhim masaladir. Shuningdek, ularning har birini insoniy sifatlar to‘plamidagi o‘rni, salmog‘i va mezonini ishlab chiqish zarur. Bu keng qamrovli, imkoniyatlari cheksiz, ochiq, barcha uchun qulay, foydalanish imkoniyati yuqori darajada aniq va ijtimoiylashtirilgan tizim shaklida qaror topmog‘i lozim. Inson fe‘l-atvori va faoliyatiga ta’sir etuvchi insoniy sifatlarining har biridan alohida foydalanish yoki bir tomonlama qarab chiqish hech qachon kutilgan natija bermaydi. Chunki, insoniy sifatlar majmua tarzida bir-biri bilan uzviy bog‘langan holda mavjud bo‘ladi.

Shuning uchun inson faoliyatini tashkil etuvchi insoniy sifatlarini majmua tarzida ko‘rish, ularning o‘zaro uzviylik darajasini aniqlash, sifatidagi o‘zgarishlar oqibatda ular insonni shakllantirishda qanday kuch va ahamiyatga ega ekanligini o‘rganish juda muhimdir. Chunki, inson faqat jisman emas, ruhiyati bilan ham yashaydi. Shuning uchun uning faoliyatida ruhiyati ham hal etuvchi vazifani o‘taydi.

Zamonaviy iqtisodiy rivojlanish sharoitida inson omilini takomillashtirish jarayonida bir qator tizimli muammolar mavjud bo‘lib, ular barqaror iqtisodiy o‘sishni ta’minlashga salbiy ta’sir ko‘rsatmoqda.

Avvalo, ta’lim tizimi bilan mehnat bozori talablari o‘rtasida nomuvofiqlik kuzatilmoqda. Ko‘plab ta’lim muassasalarida berilayotgan nazariy bilimlar amaliyot ehtiyojlariga to‘liq mos kelmaydi. Natijada bitiruvchilarning kasbiy tayyorgarlik darajasi ish beruvchilar talablariga javob bermasligi holatlari uchramoqda. Raqamli savodxonlik darajasining pastligi ham dolzarb muammolardan biridir. Ayniqsa, ayrim hududlarda axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish ko‘nikmalarining sustligi iqtisodiy jarayonlarga moslashishni qiyinlashtirmoqda.

Raqamli transformatsiya sharoitida bu holat mehnat bozorida raqobatbardoshlikning pasayishiga sabab bo'ladi.

Hududlar o'rtasidagi ijtimoiy-iqtisodiy tafovutlar inson kapitalini rivojlantirishda jiddiy to'siq bo'lib qolmoqda. Yirik shaharlarda ta'lim va malaka oshirish imkoniyatlari keng bo'lsa, chekka hududlarda bunday imkoniyatlar cheklangan. Bu esa hududlar kesimida malakali kadrlar salohiyatining notekis shakllanishiga olib keladi.

Motivatsion boshqaruv mexanizmlarining yetarli darajada takomillashmaganligi ham inson omilining rivojlanishiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Ayrim korxona va tashkilotlarda xodimlarni rag'batlantirish tizimi samarali yo'lga qo'yilmaganligi sababli ularning tashabbuskorligi va innovatsion faolligi pasaymoqda.

Bundan tashqari, innovatsion fikrlash madaniyatining sust rivojlanganligi ham muhim muammolardan biridir. Ko'plab tashkilotlarda yangicha yondashuvlarni qo'llashga nisbatan konservativ qarashlar saqlanib qolgan bo'lib, bu innovatsiyalarni joriy etish sur'atlarini sekinlashtiradi. Shuningdek, sog'liqni saqlash tizimidagi ayrim kamchiliklar ham inson kapitali sifatiga ta'sir ko'rsatadi. Sog'lom mehnat resurslarining shakllanishi uchun tibbiy xizmat sifati, profilaktik tadbirlar va sog'lom turmush tarzini targ'ib qilish yetarli darajada yo'lga qo'yilishi lozim. Mazkur muammolarni bartaraf etish inson omilini rivojlantirishning samarali mexanizmlarini ishlab chiqish va kompleks yondashuv asosida amalga oshirilishini talab etadi.

Barqaror iqtisodiy o'sishni ta'minlashda inson omilining rolini yanada kuchaytirish uchun, avvalo, uzluksiz ta'lim tizimini rivojlantirish zarur. Zamonaviy iqtisodiyot sharoitida bilim va ko'nikmalar tez eskirayotganligi sababli xodimlarning kasbiy salohiyatini muntazam yangilab borish muhim ahamiyat kasb etadi. Shu maqsadda malaka oshirish kurslari, qayta tayyorlash dasturlari hamda masofaviy ta'lim platformalaridan keng foydalanish maqsadga muvofiq.

Shu bilan birga, korxona va tashkilotlarda xodimlar uchun muntazam ravishda amaliy treninglar, seminarlar va master-klasslar tashkil etilishi lozim. Bu xodimlarning zamonaviy texnologiyalarni o'zlashtirishiga, innovatsion fikrlash ko'nikmalarini rivojlantirishga hamda mehnat unumdorligini oshirishga xizmat qiladi.

Raqamli iqtisodiyotning jadal rivojlanishi sharoitida aholining raqamli savodxonligini oshirishga alohida e'tibor qaratish zarur. Xususan, axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan samarali foydalanish, sun'iy intellekt elementlari bilan ishlash hamda raqamli boshqaruv vositalarini o'zlashtirish bo'yicha maxsus dasturlar ishlab chiqilishi lozim. Ta'lim tizimini mehnat bozori ehtiyojlariga moslashtirish ham dolzarb vazifalardan biridir. Buning uchun oliy ta'lim muassasalari va ish beruvchilar o'rtasidagi hamkorlikni kuchaytirish, dual ta'lim tizimini keng joriy etish hamda o'quv dasturlarini amaliyotga yo'naltirish zarur.

Bundan tashqari, innovatsion faoliyatni rag'batlantirish mexanizmlarini takomillashtirish muhimdir. Xodimlarning tashabbuskorligi va ijodiy salohiyatini qo'llab-quvvatlash maqsadida moddiy va ma'naviy rag'batlantirish tizimlarini joriy etish, hududlar o'rtasidagi ta'lim va malaka imkoniyatlari tafovutini kamaytirish maqsadida chekka hududlarda zamonaviy ta'lim markazlari tashkil etish, internet infratuzilmasini rivojlantirish hamda masofaviy ta'lim imkoniyatlarini kengaytirish lozim.

Umuman olganda, inson omilini rivojlantirishga qaratilgan kompleks chora-tadbirlarni izchil amalga oshirish mamlakat iqtisodiyotining barqaror o'sishini ta'minlash, xalqaro raqobatbardoshlikni oshirish va ijtimoiy farovonlini yuksaltirishga xizmat qiladi. Inson omilining rivojlanganligi yangi texnologiyalar yaratish va joriy etishning muhim shartidir. Innovatsion iqtisodiyot sharoitida kreativ fikrlashga ega mutaxassislar iqtisodiy o'sishning asosiy harakatlantiruvchi kuchi hisoblanadi.

Shuningdek, global bozorda muvaffaqiyatga erishish uchun yuqori kompetensiyaga ega mutaxassislar zarur. Inson kapitalining rivojlanganligi mamlakatning xalqaro raqobatbardoshligini oshiradi. Bandlik darajasining oshishi, aholining daromadlari ko'payishi va kasbiy imkoniyatlarning kengayishi jamiyatdagi ijtimoiy barqarorlikni ta'minlaydi. Iqtisodiyotning barcha sohalarida inson omilini rivojlantirish barqaror iqtisodiy o'sishning muhim shartidir. Zamonaviy sharoitda mamlakatning raqobatbardoshligi tabiiy resurslarga emas, balki inson kapitalining sifati va

salohiyatiga ko'proq bog'liq. Shu sababli inson omiliga investitsiya kiritish - kelajak taraqqiyotiga investitsiya hisoblanadi.

Xulosa qilib aytganda, iqtisodiyotning turli sohalarida inson omilini rivojlantirish mamlakatning barqaror iqtisodiy taraqqiyotini ta'minlashning strategik yo'nalishidir. Zamonaviy iqtisodiyot sharoitida inson kapitaliga investitsiya kiritish eng samarali va uzoq muddatli iqtisodiy natijalarni beradi. Shu bois davlat, biznes va ta'lim muassasalari o'rtasida samarali hamkorlikni yo'lga qo'yish orqali inson salohiyatini rivojlantirish ustuvor vazifaga aylanishi lozim.

Adabiyotlar

- [1]. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining inson kapitalini rivojlantirishga oid farmon va qarorlari.
- [2]. Abdullaev Yo. Iqtisodiyot nazariyasi. – Toshkent: O'zbekiston, 2023.
- [3]. Becker G. Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis. – New York: Columbia University Press, 1993.
- [4]. Schultz T. Investment in Human Capital. – New York: Free Press, 1971.
- [5]. World Bank. World Development Report: Human Capital and Economic Growth. – Washington, 2024.

УДК 81'42:659.1

REKLAMA DISKURSIDA NEYROLINGVISTIK MEXANIZMLAR

M.A. Jurayeva

Farg'ona davlat texnika universiteti,
jonmukawi@gmail.com
(Qabul qilindi 18.03.2026 y.)

Abstract. This article examines the relationship between advertising discourse and neurolinguistics. Contemporary advertising texts have evolved beyond mere instruments of information transmission into complex linguo-psychological systems designed to regulate consumers' consciousness, emotions, and behaviour. The article analyses the structural characteristics of advertising discourse, the linguistic means of influence employed therein, and their neurocognitive foundations. The findings demonstrate that metaphors, symbols, and emotional lexis used in advertising texts directly affect consumers' decision-making processes. Situated at the intersection of linguistics, cognitive psychology, and neuroscience, the article reveals the mechanisms of linguistic influence in advertising through an interdisciplinary approach.

Keywords: advertising discourse, neurolinguistics, cognitive linguistics, linguistic influence, metaphor, advertising text, consumer behaviour, emotional lexis.

Аннотация. В данной статье рассматривается взаимосвязь между рекламным дискурсом и нейролингвистикой. Современные рекламные тексты перестали быть лишь средством передачи информации и превратились в сложную лингво-психологическую систему, направленную на управление сознанием, эмоциями и поведением потребителей. В статье анализируются структурные особенности рекламного дискурса, применяемые в нём лингвистические средства воздействия и их нейрокогнитивные основы. Результаты исследования показывают, что метафоры, символы и эмоциональная лексика, используемые в рекламных текстах, непосредственно влияют на процессы принятия решений потребителями. Статья находится на пересечении лингвистики, когнитивной психологии и нейронаук и раскрывает механизмы языкового воздействия рекламы на основе междисциплинарного подхода.

Ключевые слова: рекламный дискурс, нейролингвистика, когнитивная лингвистика, языковое воздействие, метафора, рекламный текст, поведение потребителя, эмоциональная лексика.

Annotatsiya. Ushbu maqolada reklama diskursi va neyrolingvistika o'rtasidagi munosabat ko'rib chiqiladi. Zamonaviy reklama matnlari faqat axborot uzatish vositasi bo'lib qolmasdan, balki iste'molchilarning ongi, his-tuyg'ulari va xulq-atvorini boshqarishga yo'naltirilgan murakkab lingvistik-psixologik tizimga aylangan. Maqolada reklama diskursining tarkibiy xususiyatlari, undagi lingvistik ta'sir usullari va ularning neyrokognitiv asoslari tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, reklama matnlarida qo'llaniladigan metaforalar, ramzlar va emotsional leksika iste'molchilarning qaror qabul qilish jarayonlariga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Maqola tilshunoslik, kognitiv psixologiya va neyrofan sohalarining

kesishmasida joylashgan bo'lib, interdistsiplinar yondashuv asosida reklama tilining ta'sir mexanizmlarini ochib beradi.

Kalit so'zlar: reklama diskursi, neyrolingvistika, kognitiv tilshunoslik, lingvistik ta'sir, metafora, reklama matni, iste'molchi xulq-atvori, emotsional leksika.

KIRISH

Zamonaviy dunyo iqtisodiyotida reklama nafaqat tovar yoki xizmatni targ'ib qiluvchi vosita, balki jamiyatning madaniy-lingvistik landshaftini shakllantirishda muhim rol o'ynovchi hodisadir. Har kuni dunyoning turli burchaklarida millionlab reklama xabarlarini televideo, matbuot, internet va tashqi reklama tarmoqlari orqali tarqaladi. Ushbu xabarlarda qo'llaniladigan til nafaqat ma'lumot uzatish, balki iste'molchilarning ongsiz qarorlarini boshqarish maqsadida quriladi. ^{[1][2]}

Reklama diskursi — bu oddiy so'zlar to'plami emas. U murakkab semiotik tizim bo'lib, unda lingvistik, vizual, akustik va pragmatik elementlar bir-biri bilan uyg'unlashadi. ^[3] Shu bilan birga, so'nggi o'n yilliklarda neyrofan va kognitiv tilshunoslikning rivojlanishi reklama tilining inson miyasiga ta'sirini yangi nuqtai nazardan o'rganish imkoniyatini berdi. Neyrolingvistika — til tizimi va inson neyral tarmog'i o'rtasidagi munosabatni o'rganuvchi fan — reklama matnlarini idrok etish jarayonlarini tushunishda muhim yo'l-yo'riq beradi. ^[4]

Ushbu maqolaning maqsadi reklama diskursi va neyrolingvistikaning tutash nuqtalarini aniqlash, reklama tilining kognitiv-neyral ta'sir mexanizmlarini tahlil qilish hamda bu ikki sohaning o'zaro boyitishini ko'rsatishdan iborat. Tadqiqot Fairclough ^[3], Van Dijk ^[5], Lakoff va Johnson ^[8] kabi olimlarning nazariy asoslariga tayanadi.

Diskurs tushunchasi va uning reklama sohasidagi qo'llanishi

“Diskurs” tushunchasi zamonaviy tilshunoslikda keng qo'llaniladi va unga turli ta'riflar beriladi. N. Fairclough diskursni ijtimoiy amaliyotning bir turi sifatida ko'rib, uni til, ong va jamiyat munosabatlarining ifodasi deb belgilaydi. ^[2] T. A. Van Dijk esa diskursni kognitiv, ijtimoiy va siyosiy o'lchamlarni o'z ichiga oluvchi murakkab hodisa deb ta'riflaydi. ^[5]

Reklama diskursi ushbu umumiy diskurs tushunchasining o'ziga xos ko'rinishi sifatida bir qator belgilar bilan ajralib turadi: maqsadlilik (persuazivlik), qisqalik, obrazlilik va ko'p kodlilik. G. Cook reklama diskursini "insonni o'zgartirishga qaratilgan matn" deb ta'riflaydi. ^[14] Bu ta'rif reklama tilining mohiyatini to'g'ri aks ettiradi: har bir reklama xabari iste'molchida biror his, fikr yoki xulq-atvorni shakllantirish niyatida quriladi.

Reklama diskursining asosiy xususiyatlari quyidagilardan iborat: (1) aniq auditoriyaga yo'naltirilganlik; (2) emotsional ta'sir ustuvorligi; (3) lingvistik tejamkorlik (minimal so'z — maksimal ta'sir); (4) semiotik ko'pqatlamlilik; (5) intertekstuallik. ^{[15][16]}

Reklama matnining tarkibiy xususiyatlari

Reklama matni, qoida tariqasida, bir nechta tarkibiy qismlardan iborat: sarlavha (headline), asosiy matn (body copy), shior (slogan) va ta'sirli xulosadan (call to action) tashkil topadi. ^[17] Ushbu elementlarning har biri o'ziga xos lingvistik va pragmatik vazifalarni bajaradi.

Sarlavha reklama matnining eng muhim elementi hisoblanadi: u o'quvchini to'xtatib, e'tiborini jalb qilishi kerak. Buning uchun reklama yaratuvchilari savol shakli, buyruq maylli gaplar, so'z o'yini, ziddiyatli jumlar va emotsional ta'siriga ega so'zlardan foydalanadilar. ^[21] D. Ogilvy tomonidan aniqlangan qoidaga ko'ra, sarlavhani o'qigan iste'molchi reklama mazmunining 80 foizini idrok etadi.

Shior esa brend bilan iste'molchi o'rtasida doimiy emotsional aloqa o'rnatuvchi formuladir. Muvaffaqiyatli shiorlar qisqa, ritmik, esda qoladigan va ma'no jihatdan teran bo'ladi. Masalan, "Just Do It" (Nike), "Think Different" (Apple) kabi shiorlar butun dunyo iste'molchilarining ongiga jo'n tilshunoslik imkoniyatlari yordamida chuqur singib ketgan. ^[13]

Neyrolingvistikaning predmeti va vazifalari

Neyrolingvistika — tilshunoslik va nevrologiyaning kesishmasida paydo bo'lgan fan bo'lib, tilning miya mexanizmlari bilan munosabatini o'rganadi. Bu fanning asosiy savollari quyidagilardan iborat: inson miyasi tilni qanday ishlab chiqaradi va qabul qiladi? So'zlar, gaplar va matnlar miyada qanday saqlanadi va qayta ishlanadi? Emotsiya va til o'rtasidagi neyral aloqalar qanday tashkil topgan? ^[10]

S. Pinker tilni "biologik xususiyat" deb ataydi va uning evolyutsion-neyrall asoslarini tahlil qiladi. ^[10] A. Damasio esa his-tuyg'ular va qaror qabul qilish jarayonlari o'rtasidagi munosabatni o'rganib, "somatik marker" nazariyasini ilgari suradi — bu nazariyaga ko'ra, har qanday qaror emotsional baholashsiz amalga oshmaydi. ^[11] Ushbu kashfiyot reklama uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega: agar qarorlar doim emotsional komponentga ega bo'lsa, unda iste'molchini ratsional dalillar emas, balki his-tuyg'ular boshqaradi.

Kognitiv tilshunoslik va reklama: Metaforaning roli

G. Lakoff va M. Johnsonning "Metaforalar biz yashaydigan dunyo" asari kognitiv tilshunoslikda inqilob yaratdi. ^[8] Ular metaforani shunchaki badiiy bezak emas, balki inson tafakkurining asosiy mexanizmi sifatida ko'rsatdilar. Metafora bir tushuncha sohasini boshqasiga orttirish orqali yangi ma'no yaratadi va muammoni muayyan nur ostida ko'rishga majbur qiladi. Reklama matnlarida metaforadan keng foydalaniladi. Avtomobil reklamalarida mashinalar "erkinlik", "kuch" yoki "muvaffaqiyat" bilan tenglashtiriladi; parfyum reklamalarida esa mahsulot "sehrli dunyo"ga kirish kaliti sifatida taqdim etiladi. ^[18] Bunday metaforik ramkalar iste'molchining miyasida kuchli assotsiyativ aloqalar shakllantiradi va brend qiymatini yuqori darajada belgilaydi.

G. Lakoff keyingi tadqiqotlarida "ramkalashtirish" (framing) tushunchasini ishlab chiqdi. ^[9] Ramkalashtirish — bu voqelikni muayyan til vositalari orqali muayyan nuqtai nazardan ko'rsatishdir. Reklama diskursida ramkalashtirish mahsulotni muvaffaqiyat, sog'liq, baxt yoki o'zligini namoyon etish bilan bog'lash orqali amalga oshiriladi. Bu jarayon iste'molchining miyasida to'g'ridan-to'g'ri neyrall izlar qoldiradi.

Reklama diskursidagi lingvistik ta'sir usullari: neyrokognitiv tahlil

Emotsional leksika — reklama matnining eng kuchli quroli. Psixolingvistik tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, emotsional yukli so'zlar miyaning amigdala zonasini faollashtiradi — bu zona esa xotira va qaror qabul qilish jarayonlari bilan bevosita bog'liq. ^[11] Shu sababli reklama matni "yaxshi" o'rniga "ajoyib", "yangi" o'rniga "inqilobiy", "arzon" o'rniga "qulay narx" kabi so'zlardan foydalanadi.

R. Cialdini o'zining klassik "Ta'sir" asarida ijtimoiy ta'sir va ishonitirish tamoyillarini tahlil qilib, ularning lingvistik ifodasini ko'rsatadi: o'zaro almashinuv (reciprocity), tanqislik (scarcity), avtoritet (authority), izchillik (consistency), yoqimlilik (liking) va ijtimoiy isbotlash (social proof). ^[12] Ushbu tamoyillar reklama matnlarida muayyan til shakllari orqali amalga oshiriladi: "Faqat 3 ta qoldi!", "Ekspertlar tavsiya qiladi", "Millionlab odamlar tanlagan" kabi formulalar.

Pragmatik ta'sir: Grice implikaturalari va aloqadorlik nazariyasi

G. P. Grays tomonidan ishlab chiqilgan kooperatsiya tamoyili va aloqa maksimalari pragmatikaning asosi hisoblanadi. ^[26] Reklama matnlari, qiziqarli holda, ko'pincha Grice maksimalarini ataylab buzadi — bu buzilish esa implicatura yaratadi va iste'molchini xulosa chiqarishga majbur qiladi. Masalan, "Boshqalar nima ichishini bilasizmi?" savoli o'z ichiga mazmunan "Siz ham shuni ichishingiz kerak" mazmunini yashiradi.

D. Sperber va D. Wilsonning aloqadorlik nazariyasi (Relevance Theory) reklama diskursini tushinishda muhim ahamiyatga ega. ^[25] Bu nazariyaga ko'ra, kommunikatsiya minimal kognitiv harajat hisobiga maksimal kontekstual effekt olishga intiladi. Reklama matnlari aynan shu tamoyilga asoslanadi: qisqa, ammo ta'sirli xabar yordamida keng semantik mazmun uzatiladi.

Sintaktik qurilish va kognitiv yuk

Sintaktik qurilish ham reklama ta'sirini belgilashda muhim rol o'ynaydi. Qisqa, buyruq shaklidagi gaplar ("Bugun buyurtma bering!") to'g'ridan-to'g'ri motor tizimini faollashtiradi va xulq-atvoriy reaksiyani rag'batlantiradi. Uzun, murakkab sintaktik tuzilmalar esa kognitiv yukni oshirib, ishonitirish samaradorligini pasaytiradi. ^[7]

M. A. K. Hallidayning sistemik funksional grammatikasi reklama matnlarini tahlil qilishda keng qo'llaniladi. ^[27] Ushbu yondashuvga ko'ra, har bir lingvistik tanlov (leksema, grammatik shakl, sintaktik qurilma) muayyan ideatsion, interpersonal va matniy funksiyani bajaradi. Reklama diskursida interpersonal funksiya — ya'ni tinglovchi bilan munosabat o'rnatish — ustuvor o'rin tutadi.

Zamonaviy reklama faqat matndan iborat emas — u vizual, akustik va lingvistik elementlarni bir-biriga qo'shib, multimodal diskurs hosil qiladi. G. Kress va T. Van Leeuwen "Tasvirlarni o'qish" asarida vizual grammatika nazariyasini ishlab chiqib, rasmlar ham til kabi grammatik tuzilishga ega ekanligini ko'rsatdilar. [28]

Neyrovizualizatsiya tadqiqotlari shuni ko'rsatadiki, insonning miyasi vizual ma'lumotni verbal ma'lumotdan 60 000 marta tezroq qayta ishlaydi. [20] Shu sababli reklama dizaynida rang, shakl, kompozitsiya va tasvir tanlovi lingvistik elementlar bilan uyg'unlashtiriladi. Masalan, qizil rang shoshilishni va harakatni, ko'k rang esa ishonch va barqarorlikni uyg'otadi — bu neyral assotsiatsiyalar reklama yaratuvchilari tomonidan ongli ravishda ishlatiladi.

R. Barthes "konotatsiya" tushunchasini kiritib, tasvirning ma'nosi ko'p qatlamli ekanligini ko'rsatdi: denotativ ma'no (tasvirda nima ko'rsatilgan) va konotativ ma'no (bu tasvir nimani anglatadi) bir-biridan farq qiladi. [1] Reklama matnlarida konotativ ma'no asosiy ta'sir quroli bo'lib xizmat qiladi.

K. Tanakaning Britaniya va Yaponiya reklamalarini qiyosiy tahlil qilgan tadqiqotlari shuni ko'rsatadiki, har xil madaniyatlarda vizual va verbal elementlarning nisbati turlichadir. [29] G'arb reklamalari ko'proq verbal ta'sirga, Sharq reklamalari esa vizual va ramziy ta'sirga tayanadi. Shu sababli reklama diskursini tahlil qilishda madaniy-lingvistik kontekstni hisobga olish muhimdir.

Reklama va neyrovizualizatsiya: zamonaviy tadqiqotlar

So'nggi o'n yilliklarda fMRI (funktsional magnit-rezonansli tomografiya) va EEG (elektroensefalografiya) texnologiyalari reklama tadqiqotlarida keng qo'llanilyapti. Ushbu texnologiyalar iste'molchilarning reklamalarga miyaviy javob reaksiyalarini kuzatish imkonini beradi. [20]

G. Zaltman o'zining "Mijozlar qanday fikrlaydi" asarida iste'molchilarning 95 foiz qarorlari ongsiz ravishda qabul qilinishini ta'kidlaydi. [20] Bu ma'lumot reklama strategiyasi uchun fundamental ahamiyatga ega: agar qarorlar asosan ongsiz darajada shakllansa, u holda reklama matnlari ratsional argumentatsiyadan ko'ra emotsional va ongsiz ta'sir mexanizmlariga tayanishi kerak.

Neyromarketing tadqiqotlari quyidagi muhim xulosalarga olib keldi: (1) miya ijtimoiy ma'lumotlarga ayniqsa sezgir — insonning yuzi, imo-ishorasi va ovozi reklamalarda kuchli neyral aktivatsiyani keltirib chiqaradi; (2) syujetli reklamalar faktlarga asoslangan reklamalarga qaraganda miyada kuchliroq izlar qoldiradi; (3) musiqiy komponent reklama eslab qolish darajasini sezilarli darajada oshiradi. [4][11]

F. Ungerer va H. J. Schmidning kognitiv tilshunoslik asoslariga bag'ishlangan tadqiqotlari reklama leksikasining kategoriyalashtirish nazariyasi bilan bog'liqligini ochib beradi. [22] Prototip nazariyasiga ko'ra, inson tafakkuri tushunchalarni markaziy va periferik elementlar sifatida tashkil etadi. Reklama matnlari brend mahsulotini o'z kategoriyasining "ideal namunasi" (prototip) sifatida taqdim etishga intiladi. Quyida bir nechta reklama matnining neyrolingvistik tahlili keltiriladi. Tahlil Fairclough [3] ning kritik diskurs tahlili metodologiyasi va Lakoff [8][9] ning metaforik ramkalashtirish nazariyasi asosida amalga oshiriladi.

1) Tesla avtomobil kompaniyasining "The future is electric" shiori. Bu shiorni neyrolingvistik jihatdan tahlil qilsak, "future" (kelajak) so'zi istiqbol va optimizm bilan bog'liq neyral assotsiatsiyalarni faollashtiradi; "electric" so'zi esa energiya, tezlik va innovatsiya metaforalarini uyg'otadi. Shior iste'molchiga: "Elektr mashinani tanlash — bu zamonaviylik va progressning bir qismi bo'lish" degan ongsiz xabarni yetkazadi. Sintaktik qurilma — aniq, qisqa, uchinchi shaxs — ishonchli, ob'ektiv haqiqat kabi. [8][18]

2) "Red Bull gives you wings" shiori. Bu metaforik ifoda jismonan uchib ketish imkoniyatini emas, balki energiya, erkinlik va chegara bilmaydigan imkoniyatni anglatadi. [8] G. Fauconnier va M. Turnering kontseptual birlashtirish (conceptual blending) nazariyasiga ko'ra, [23] bu shior ikkita inputni — "Red Bull" va "qanotlar" — birlashtiradi va yangi semantik makon hosil qiladi: mahsulot= "erkinlik".

3) "Because you're worth it" (L'Oreal). Ushbu ibora Grays implikaturasi asosida ishlaydi: [26] bevosita mazmunan kosmetik mahsulot tavsiya qilinadi, ammo implicatura darajasida iste'molchiga

o'z-o'zini hurmat qilish va layoqatlilik hissi uyg'otiladi. "You're worth it" — bu to'g'ridan-to'g'ri iste'molchining o'zini qadrlash ehtiyojiga murojaat. Bu mexanizm R. Beudgrand va W. Dresslarning matn lingvistikasi tamoyillariga mos keladi. [24]

Reklama diskursining etik muammolari: neyrolingvistik nuqtai nazar

Reklama diskursining kuchli neyrolingvistik ta'sir mexanizmlari bir qator etik muammolarni kun tartibiga qo'yadi. Agar reklama matnlari iste'molchilarning ongsiz jarayonlariga bevosita ta'sir qila olsa, u holda bu ta'sirni "manipulyatsiya" deb baholash mumkinmi? [5][6]

N. Fairclaf kritik diskurs tahlili nuqtai nazaridan reklama diskursini kuch munosabatlarini yashiradigan va ideologik dominantlikni mustahkamlaydigan mexanizm sifatida ko'rib chiqadi. [2][3] T. A. Van Dijk esa reklama diskursining ijtimoiy tengsizliklarni takror ishlab chiqarishdagi rolini ta'kidlaydi: reklamalar ko'pincha muayyan gender, sinf va irq stereotiplarini mustahkamlaydi. [4][5]

R. Wodak va M. Meyerning kritik diskurs tahlili metodologiyasiga ko'ra, reklama matnlarini tanqidiy tahlil qilish jamoaning ommaviy axborot savodxonligini oshirishga xizmat qiladi. [6] Neyrolingvistik bilimlar iste'molchilarga reklamani ongsiz ta'sirini anglab, ongli tanlov qilishga yordam beradi. Bu jihat zamonaviy media ta'limi uchun ham muhimdir.

M. Boden kreativlik va kognitiv jarayonlarni o'rganar ekan, reklama ijodkorligining ham neyral va madaniy asoslarini ko'rsatadi. [30] Reklama matnini yaratish — bu chuqur lingvistik bilim, psixologik ko'nikma va madaniy kompetentlikni talab qiladigan ijodiy jarayondir. Shu sababli reklama diskursini etik jihatdan baholash uning yaratilish jarayoni va maqsadlarini ham hisobga olishni taqozo etadi.

XULOSA

Ushbu tadqiqot reklama diskursi va neyrolingvistika o'rtasidagi munosabatlarning murakkab va ko'p qirrali ekanligini ko'rsatdi. Reklama matni — bu faqat to'varga oid axborot emas, balki iste'molchining ongi, xotirasi, his-tuyg'ulari va xulq-atvorini boshqarishga mo'ljallangan nozik lingvistik qurilmadir.

Tadqiqot davomida quyidagi asosiy xulosalarga kelindi: birinchidan, reklama matnlarida qo'llaniladigan metaforalar va ramkalar iste'molchining miyasida chuqur neyral izlar qoldiradi; ikkinchidan, emotsional leksika miyaning amigdala zonasini faollashtirish orqali qaror qabul qilish jarayonlariga bevosita ta'sir ko'rsatadi; uchinchidan, pragmatik mexanizmlar — Grice implicaturalari va aloqadorlik tamoyillari — reklama matnlarida ongsiz ta'sir kanalini ochadi; to'rtinchidan, multimodal reklamalar verbal va vizual elementlarning uyg'unlashuvi orqali ta'sirini ko'p barobar oshiradi.

Lingvistika, kognitiv psixologiya, semiotika va neyrofanning interdistsiplinar tutashuvi reklama diskursini o'rganishda yangi gorizontlarni ochadi. Kelajak tadqiqotlari neyrovizualizatsiya texnologiyalari (fMRI, EEG) yordamida reklama matnlarining miyaga ta'sirini yanada aniqroq o'lchash va reklama lingvistikasining nazariy asoslarini boyitish imkonini beradi.

Reklama diskursining neyrolingvistik tahlili nafaqat nazariy ahamiyatga ega, balki amaliy jihatdan ham muhim: u reklama yaratuvchilarga samaraliroq kommunikatsiya strategiyalari ishlab chiqishda, iste'molchilarga esa ommaviy axborot ta'sirini ongli idrok etishda yordam beradi.

Adabiyotlar

- [1]. Barthes, R. (1977). *Image-Music-Text*. Fontana Press. London.
- [2]. Fairclough, N. (1989). *Language and Power*. Longman. London.
- [3]. Fairclough, N. (1995). *Critical Discourse Analysis: The Critical Study of Language*. Longman. London.
- [4]. Van Dijk, T. A. (1998). *Ideology: A Multidisciplinary Approach*. Sage. London.
- [5]. Van Dijk, T. A. (2008). *Discourse and Power*. Palgrave Macmillan. New York.
- [6]. Wodak, R., & Meyer, M. (2001). *Methods of Critical Discourse Analysis*. Sage. London.
- [7]. Chomsky, N. (1957). *Syntactic Structures*. Mouton. The Hague.
- [8]. Lakoff, G., & Johnson, M. (1980). *Metaphors We Live By*. University of Chicago Press. Chicago.
- [9]. Lakoff, G. (2004). *Don't Think of an Elephant! Know Your Values and Frame the Debate*. Chelsea Green Publishing. Vermont.
- [10]. Pinker, S. (1994). *The Language Instinct: How the Mind Creates Language*. William Morrow. New York.
- [11]. Damasio, A. (1994). *Descartes' Error: Emotion, Reason and the Human Brain*. Putnam. New York.
- [12]. Cialdini, R. B. (2001). *Influence: Science and Practice*. Allyn & Bacon. Boston.
- [13]. Bernbach, W. (1989). *Bill Bernbach Said*. DDB Needham Worldwide. New York.

- [14]. Cook, G. (1992). The Discourse of Advertising. Routledge. London.
- [15]. Leech, G. N. (1966). English in Advertising: A Linguistic Study of Advertising in Great Britain. Longman. London.
- [16]. Vestergaard, T., & Schroder, K. (1985). The Language of Advertising. Basil Blackwell. Oxford.
- [17]. Myers, G. (1994). Words in Ads. Hodder Arnold. London.
- [18]. Charteris-Black, J. (2004). Corpus Approaches to Critical Metaphor Analysis. Palgrave Macmillan. London.
- [19]. Dyer, G. (1982). Advertising as Communication. Methuen. London.
- [20]. Zaltman, G. (2003). How Customers Think: Essential Insights into the Mind of the Market. Harvard Business School Press. Boston.
- [21]. Ogilvy, D. (1983). Ogilvy on Advertising. Crown Publishers. New York.
- [22]. Ungerer, F., & Schmid, H. J. (1996). An Introduction to Cognitive Linguistics. Longman. London.
- [23]. Fauconnier, G., & Turner, M. (2002). The Way We Think: Conceptual Blending and the Mind's Hidden Complexities. Basic Books. New York.
- [24]. Beaugrande, R., & Dressler, W. (1981). Introduction to Text Linguistics. Longman. London.
- [25]. Sperber, D., & Wilson, D. (1986). Relevance: Communication and Cognition. Harvard University Press. Cambridge.
- [26]. Grice, H. P. (1975). Logic and Conversation. In P. Cole & J. Morgan (Eds.), Syntax and Semantics, Vol. 3: Speech Acts (pp. 41–58). Academic Press. New York.
- [27]. Halliday, M. A. K. (1985). An Introduction to Functional Grammar. Edward Arnold. London.
- [28]. Kress, G., & Van Leeuwen, T. (1996). Reading Images: The Grammar of Visual Design. Routledge. London.
- [29]. Tanaka, K. (1994). Advertising Language: A Pragmatic Approach to Advertisements in Britain and Japan. Routledge. London.
- [30]. Boden, M. A. (2004). The Creative Mind: Myths and Mechanisms. Routledge. London.

ВНЕДРЕНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС ВУЗА

М.Х. Абдуллаева

Ферганский государственный технический университет

e-mail: mavjuda.umarxab@gmail.com

(Получена 18.03.2026 г.)

**Учиться – это не тяжелый скучный труд,
а радость познания,
и то самое волнующее предвкушение нового,
которое открывается в новой интересной книге
или лекции хорошего преподавателя
(Олег Рой)**

Аннотация. В статье рассматриваются интерактивные формы и методы проведения занятий, особенности их применения, общие результаты и эффекты интерактивного обучения. Статья посвящена актуальной проблеме эффективных методов интерактивного обучения студентов вуза с позиции компетентностного подхода. Интерактивное обучение построено на интенсивном рефлексивном взаимодействии субъекта с образовательной средой обучения.

Ключевые слова: интерактивные методы обучения, учебный процесс, диалоговое обучение, интерактивность, интерактивные технологии.

Abstract. The article examines interactive forms and methods of conducting classes, the specific features of their application, as well as the general outcomes and effects of interactive learning. The study is devoted to the actual problem of effective interactive teaching methods for university students from the standpoint of the competency-based approach. Interactive learning is based on intensive reflective interaction between the learner and the educational environment.

Keywords: interactive teaching methods, educational process, dialogic learning, interactivity, interactive technologies.

Annotatsiya. Maqolada mashg'ulotlarni tashkil etishning interaktiv shakl va metodlari, ularni qo'llash xususiyatlari, shuningdek interaktiv ta'limning umumiy natijalari hamda samaralari ko'rib chiqiladi. Maqola kompetensiyaviy yondashuv nuqtayi nazaridan oliy ta'lim talabalari uchun samarali

interaktiv ta'lim metodlari muammosiga bag'ishlangan. Interaktiv ta'lim subyektning ta'lim muhiti bilan intensiv refleksiv o'zaro ta'siri asosida quriladi.

Kalit so'zlar: *interaktiv ta'lim metodlari, o'quv jarayoni, dialogik ta'lim, interaktivlik, interaktiv texnologiyalar.*

Происходящие преобразования в системе высшего образования обусловлены движением в сторону инновационной личностно-развивающей парадигмы образования, необходимостью использования интеллектуально-творческого потенциала человека для созидательной деятельности во всех сферах жизни [1]. Реализация образовательных программ бакалавриата требует обязательного применения интерактивных форм занятий, поскольку такие методы выступают ключевым инструментом повышения качества профессиональной подготовки в вузах. Современному преподавателю недостаточно ограничиваться трансляцией теоретических знаний; необходимо трансформировать подход к учебному процессу. Исследования подтверждают, что интерактивные технологии обеспечивают наиболее эффективное усвоение нового материала и закрепление ранее изученного.

Студентам проще воспринимать и запоминать информацию, когда они выступают активными субъектами обучения. Следовательно, методические разработки по любым дисциплинам должны включать интерактивные элементы для вовлечения всех обучающихся.

Применение таких методов решает ряд задач: способствует глубокому освоению учебного материала, развивает интеллектуальную самостоятельность, учит уважению к чужой точке зрения, налаживает коммуникацию между студентами и формирует профессиональные и жизненные компетенции.

Дидактические принципы пронизывают все аспекты учебного процесса — от содержания до методов и средств обучения. Формы организации обучения представляют собой способы структурирования учебного процесса, а методы — инструментами педагогического взаимодействия. В дидактике формы раскрываются через механизмы взаимодействия преподавателя и студентов при решении образовательных задач, которые реализуются посредством управления познавательной деятельностью, общения и отношений. Именно в этих рамках воплощаются содержание образования, методы, средства и образовательные технологии [2]

В современных условиях к образованию XXI века предъявляются новые требования, и проблема качества подготовки студентов становится особенно острой. Существует разрыв между уровнем практической готовности выпускников и потребностями предприятий, которые в условиях рыночной конкуренции активно внедряют новые технологии. Устранить этот пробел можно путем широкого использования инновационных образовательных технологий.

Суть инноваций в современном образовании заключается в оптимизации учебного процесса через внедрение активных форм занятий, стимулирование самостоятельной работы обучающихся и развитие их компетентности, отражающей способность к социальной активности [3, с.47].

Ключевым вектором совершенствования вузовской подготовки становится интеграция интерактивных технологий. Это позволяет преподавателю продемонстрировать не только профессионализм, но и умение вовлечь студентов в увлекательную познавательную деятельность.

Термин «интерактивный» происходит от лат. *inter* (взаимно) и *act* (действовать), что подразумевает взаимодействие в формате диалога. В отличие от активных методов, где основное внимание уделяется контакту со преподавателем, интерактивные подходы смещают фокус на широкое взаимное общение студентов между собой, делая их активность доминирующей составляющей обучения [4].

При использовании таких методов учебный процесс строится так, чтобы каждый участник группы был вовлечен в познание. Совместная работа предполагает обмен знаниями и идеями, где

каждый привносит индивидуальный вклад. Применяются формы индивидуальной, парной и групповой работы, проектная деятельность, ролевые игры и анализ различных источников. Эти методы базируются на принципах взаимодействия, активности учащихся, опоре на коллективный опыт и обязательной обратной связи. Создается атмосфера образовательного общения, отличающаяся открытостью, равноправием аргументов, совместным накоплением знаний и возможностью взаимоконтроля [5].

А.П. Панфилова выделяет следующую классификацию интерактивных методов [6]:

1. Радикальные — предполагают кардинальную перестройку процесса с использованием цифровых технологий (дистанционное обучение, виртуальные конференции и игры).
2. Комбинаторные — объединяют традиционные элементы (лекция-диалог, парная лекция).
3. Модифицирующие — направленные на улучшение существующих методик без фундаментальных изменений (например, деловая игра).

Т.С. Панина и Л.Н. Вавилова предлагают делить интерактивные методы на три категории [7]:

1. Дискуссионные: диалог, групповые дискуссии, разбор практических кейсов.
2. Игровые: дидактические, творческие, деловые, ролевые и организационно-деятельностные игры.
3. Тренинговые: коммуникативные и сензитивные тренинги, развивающие образное и логическое мышление.

Интерактивное обучение представляет собой специфическую организацию познавательной деятельности с четко определенными и предсказуемыми целями.

Ключевыми целями применения интерактивных методик в обучении выступают:

- а) стимулирование познавательной мотивации обучающихся;
- б) максимально эффективное усвоение образовательного контента;
- в) развитие навыков самостоятельного поиска решений учебных задач (включая выбор из предложенных альтернатив или генерацию собственного варианта с его аргументацией);
- г) развитие коммуникативных компетенций и командной работы, включая толерантность к инакомыслию и уважение права каждого на выражение своей точки зрения;
- д) формирование у студентов критического мышления и опоры на факты при выработке собственных суждений;
- е) достижение уровня осознанной профессиональной компетентности [4].

Наибольшую популярность среди педагогов получили следующие интерактивные форматы: круглые столы (дискуссионные площадки, дебаты), мозговые штурмы, кейс-метод (анализ конкретных ситуаций), мастер-классы, коллективная работа в небольших группах, обучающие игры (ролевые, деловые, имитационные и прочие виды), привлечение внешних ресурсов (лекции специалистов, экскурсионные поездки), социально-значимые проекты и внеучебная деятельность (конкурсы, постановки, выставки, просмотр фильмов), интерактивные лекции с использованием мультимедийных материалов, сократический диалог, дискуссии по спорным вопросам с использованием техник вроде «Займи позицию», «Шкала мнений», инструменты принятия решений и анализа («Дерево решений», разбор казусов, тренинги по медиации, настольные игры типа «Лестницы и змейки»); тренинги и иные методы [8].

Важно подчеркнуть, что при подготовке занятия преподавателю необходимо не просто выбрать оптимальный формат под тему, но и рассмотреть возможность комбинирования нескольких методов. Такой подход значительно повышает качество усвоения материала студентами. Таким образом, целесообразно анализировать необходимость применения различных интерактивных инструментов для достижения конкретных учебных целей.

Основные принципы проведения интерактивного занятия:

- формат предполагает совместную деятельность, а не монологическое чтение лекции;
- равенство всех участников процесса вне зависимости от их возраста, социального положения, опыта или места работы;
- гарантированное право каждого участника на выражение собственного мнения по любому обсуждаемому вопросу;
- отсутствие прямой критики личности; объекту критики может быть только идея, а не автор;
- высказывания на занятии служат материалом для размышления, а не строгим руководством к немедленному действию [5].

Для проведения интерактивного семинара преподавателю необходимо тщательно подготовиться.

Нужно выбрать тему, рабочую ситуацию и сформулировать ключевые определения. При создании программы рекомендуется учесть следующие факторы:

- а) возрастные особенности, интересы и профиль будущей карьеры слушателей;
- б) доступное время для проведения мероприятия;
- в) степень вовлеченности аудитории в предлагаемую тему.

Перечень требований к организации семинара:

- ясно сформулированная цель занятия;
- выявление конкретных проблемных задач;
- разработка структуры программы;
- подготовка печатных материалов;
- наличие технической базы;
- систематизация вопросов и их логическая последовательность;
- заимствование жизненных кейсов;
- применение визуальных средств (диаграмм, схем, изображений);
- атмосфера доверия и поддержки;
- разнообразие методов подачи информации и форм активности.

Начало включает объявление темы и целей. Слушатели изучают предложенный кейс, формулируют собственную цель и задачи. Преподаватель разъясняет правила групповой работы и, при необходимости, знакомит участников (особенно в междисциплинарных форматах).

В процессе важно добиться единого понимания терминологии. Через диалог уточняется понятийный аппарат, что формирует у студентов привычку четко использовать термины, избегать неясных слов и обращаться к справочникам.

Содержание основной части зависит от выбранного формата. Важно корректно позиционировать участников: это процесс осмысления общих смыслов и формирования новых взглядов на основе аргументов.

Рефлексия ориентирована прежде всего на эмоциональную сферу и позволяет выявить чувства и переживания, которые участники испытывали в ходе занятия. Обязательным компонентом выступает оценочный этап, в рамках которого определяется отношение обучающихся к содержанию использованных методик, значимости выбранной темы и другим аспектам занятия. Завершается рефлексия формулированием общих выводов, к которым обучающиеся приходят при помощи наводящих вопросов преподавателя.

Интерактивное обучение помогает студентам самосовершенствоваться, устанавливать эмоциональный контакт, работать в команде, прислушиваться к мнению своих товарищей, обеспечивать высокую мотивацию, творчество и фантазию, индивидуальность, свободу самовыражения.

Список литературы

- [1]. Абдуллаева М.Х. Интерактивные формы обучения в современном вузе // Вопросы науки и образования. 2018. №2(14) URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/interaktivnye-formy-obucheniya-v-sovremennom-vuze>.
- [2]. Левитан К.М. Юридическая педагогика. Учебник. – М.: Норма, – 432 с.
- [3]. Стрельникова Т.Д., Некрасова Е.А., Пучнина А.А., Иванова И.В. Интерактивные методы обучения в ВУЗе//Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований № 1, –Стр. 47-49.
- [4]. Гревцева А.В. Применение интерактивных методов обучения в образовательном процессе ВУЗа //http://lfostu.ucoz.ru.
- [5]. Интерактивные методы обучения //https://yandex.kz/sea.
- [6]. Панфилова А.П. Инновационные педагогические технологии: Активное обучение: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия». – 192 с.
- [7]. Панина Т.С., Вавилова Л.Н. Современные способы активизации обучения. – 4-е изд., стер. – М. – 176 с.
- [8]. Активные и интерактивные образовательные технологии (формы проведения занятий) в высшей школе: учебное пособие / сост. Т.Г. Мухина. – Н. Новгород: ННГАСУ. – 97 с.
- [9]. Привалова Г.В. Активные и интерактивные методы обучения как фактор совершенствования учебно-познавательного процесса в вузе //Современные проблемы науки и образования №3, //URL: www.scienceeducation.ru/117-13161.

UDK 66.061.5(088.8)

**INNOVATSION MUHANDISLIKNI MEHNAT BOZORI TALABLARI BILAN
UYG'UNLASHTIRISH RAQOBATBARDOSH VA ZAMONAVIY KADRLAR
TAYYORLASH ASOSI**

R.J. Tojiyev, B.J. Xursanov

Farg'ona davlat texnika universiteti

e-mail: xursanovboyqozi@gmail.com, boyquzi.xursanov@fstu.uz,

ORCID: 0000-0002-2326-4047

e-mail: rasuljon.tojiyev@fstu.uz

(Qabul qilindi 18.03.2026 y.)

Annotatsiya: Ushbu maqolada innovatsion muhandislikni mehnat bozori talablari bilan uyg'unlashtirish orqali raqobatbardosh va zamonaviy kadrlar tayyorlash masalasi ilmiy-amaliy jihatdan tahlil qilingan. Zamonaviy iqtisodiyot sharoitida ishlab chiqarish jarayonlarining raqamlashuvi, avtomatlashuvi va texnologik yangilanishi muhandis kadrlardan yuqori darajadagi kasbiy kompetensiyalar, kreativ fikrlash va innovatsion yondashuvni talab etmoqda. Muhandislik ta'limida kompetensiyaviy yondashuvni kuchaytirish raqobatbardosh mutaxassislarni shakllantirishning muhim sharti ekanligi asoslab berilgan.

Kalit so'zlar: innovatsion muhandislik, mehnat bozori, raqobatbardosh kadrlar, kasbiy kompetensiya, dual ta'lim, raqamli texnologiyalar, loyihaga asoslangan ta'lim, sanoat integratsiyasi, kreativ fikrlash, texnologik rivojlanish.

Аннотация: В данной статье представлен научно-практический анализ вопроса подготовки конкурентоспособных и современных кадров путем сочетания инновационных инженерных решений с требованиями рынка труда. В современной экономике цифровизация, автоматизация и технологическая модернизация производственных процессов требуют от инженерного персонала высокого уровня профессиональной компетентности, творческого мышления и инновационного подхода. Утверждается, что укрепление компетентностного подхода в инженерном образовании является важным условием формирования конкурентоспособных специалистов.

Ключевые слова: инновационная инженерия, рынок труда, конкурентоспособный персонал, профессиональная компетентность, дуальное образование, цифровые технологии, проектное образование, промышленная интеграция, креативное мышление, технологическое развитие.

Abstract: This article analyzes the issue of training competitive and modern personnel by combining innovative engineering with labor market requirements from a scientific and practical perspective. In the conditions of the modern economy, digitization, automation and technological modernization of production processes require high-level professional competencies, creative thinking and an innovative approach from engineering personnel. It is argued that strengthening the competency-based approach in engineering education is an important condition for the formation of competitive specialists.

Key words: innovative engineering, labor market, competitive personnel, professional competence, dual education, digital technologies, project-based education, industrial integration, creative thinking, technological development.

Kirish. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Shavkat Mirziyoyevning Oliy Majlis va O'zbekiston xalqiga Murojaatnomasida ta'lim tizimini mehnat bozori talablari bilan uyg'unlashtirish orqali raqobatbardosh va zamonaviy kadrlar tayyorlash zarurati asoslab berilgan. Davlatimiz rahbari tarmoq, korxona va oliy ta'lim muassasasi uzviyligini mustahkamlash, o'z sohasida ilg'or, raqobatdosh mutaxassislarni tayyorlash zarurligini ta'kidladi [1-3].

Yangi O'zbekistonning Taraqqiyot strategiyasi va "O'zbekiston-2030" strategiyasi doirasida mamlakatimiz ta'lim-tarbiya va ilm-fan sohalarida salmoqli va ko'lamdor ishlar amalga oshirilmoqda. O'zbekiston Respublikasining bugungi kunini yirik sanoat korxonalari, turli muhandislik inshootlari va tizimlari, madaniy va maishiy binolar, zamonaviy mashinasozlik korxonalari qurilishlarisiz tasavvur etib bo'lmaydi. Mamlakatimiz iqtisodiyotini rivojlantirishda chet el investitsiyalarini kirib kelishi ko'plab sanoat korxonalari dunyo standartlariga javob beradigan darajada yangi qurilmoqda, eskilari modernizatsiya qilinmoqda [3,4].

“Texnologik mashinalar va jihozlar” kafedrasida yangi rusumdagi mashinalar yaratish bo'yicha

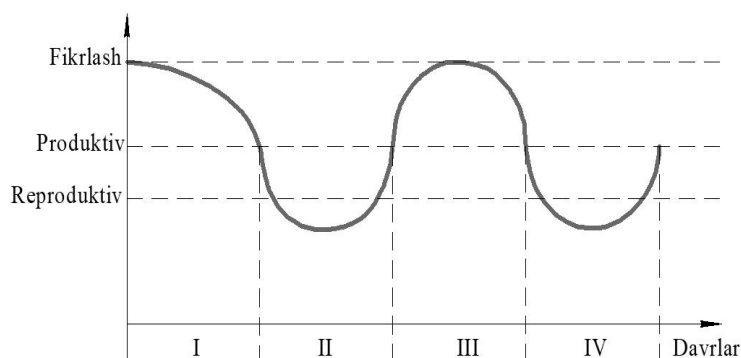
ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Xususan, materiallarni quritish, ho'l usulda chang va gaz tozalash, suyuqliklarni ekstraksiyalash, absorbsiya, sanoat va tabiiy chiqindilardan foydalanib ko'mir briketlari olish, xom ashyo materiallarni saralash qurilmalari yaratildi va bu loyihalar turli xil tanlovlarda, “Innovatsion g'oyalar” Respublika yarmarkalarida namoyish etilib, mutaxassislar tomonidan ijobiy baholandi. Yuqoridagi vazifalarni bajarish maqsadida, talabalarga texnik ijodkorlikni o'rgatish o'ta dolzarbdir [4].

Tadqiqot obyektlari va usullari. Texnikaning taraqqiyot tarixidan ma'lumki, har qanday texnik yechimlar ham o'z davrida eng yaxshi hisoblanib, vaqt o'tishi bilan ularni yangilash, modernizatsiyalash talab qilinadi. Yangi mashina yaratishda avvalo quyidagi savollarga javob topish o'rinlidir: yaratilayotgan mashinada ayrim ko'rsatkichlarni oshirish yoki kamaytirish yoki funksiyalar sonini kengaytirish mumkinmi; mashinani yangi rivojlanish bosqichiga o'tkazish mumkinmi; yangi yaratilgan mashina ergonomik, dizayn nuqtai nazaridan talabga javob beradimi. Bu esa muhandis kadrlardan texnik ijodkorlikni, yangi texnik yechimlar topishni, muammoli masalalarni mustaqil yechish mahoratiga ega bo'lishni, oz energiya sarflab, iqtisodiy samarali mashinalar yaratish talab etiladi. Shu sababli 60720400 - “Texnologik mashinalar va jihozlar” bakalavriat yo'nalishida ta'lim olayotgan talabalarga “Mashinalar yaratishning texnik asoslari” fanida texnik ijodkorlik masalalari o'rgatilmoqda [5,8]. Natijada talabalar texnik ijodkorlik bosqichlari: prognozlash, loyihalash, ishlab chiqarishga tayyorlash va tadbiiq etish qobiliyatiga ega bo'lmoqda.

Talabalarda texnik ijodkorlikni rivojlantirish maqsadida mashinalar yaratishning texnik asoslari fanida mashinalarga qo'yiladigan asosiy talablar, loyihalash, konstruksion materiallar tanlash va iqtisodiy asoslash, tizimli tahlil, standart va estetika, konstruktorlik hujjatlarini tuzish, ilmiy-tadqiqot ishlari, dizayn, ergonomika, avtomatlashtirilgan loyihalash tizimi, ixtiro va ratsionalizatorlik faoliyati, uslublari o'rgatilmoqda [5,6,7,9].

Olingan natijalar va muhokama. Texnik ijodkorlikda yangi yechimlarni ishlab chiqishdan, to rasmiylashtirishgacha bo'lgan davrni amalga oshirishda, undagi jarayonlarning muhimligi, murakkabligi va ahamiyatga bog'liq holda fikrlash jarayoni turli davrlarda amalga oshadi. Bu o'rinda eng katta qiyinchiliklar aniq, haqiqatdan mavjud qurilma va ko'rsatkichlardan abstrakt, yaratilajak mavhum modellarga o'tish va nazariy-tajriba sinov ishlarini bajarish bilan bog'liq bo'ladi. Talabalardagi bilim va ko'nikmalarni reproduktiv, reproduktiv-ijodiy, ijodiy-reproduktiv va ijodiy darajalarga bo'lib ko'rsatadi. Shu asosda texnik ijodkorlik g'oyalarini amalga oshirishning fikrlash faoliyati produktiv va reproduktiv xususiyatlari almashuviga bog'liq bo'lgan to'rtta davrini ajratib oldik (1-rasm).

Birinchi davrda fikrlash qobiliyati produktiv xususiyatiga ega bo'ladi, bunda mavjud muammoni anglash, idrok qilish, yechimini topishga ehtiyoj sezish jarayoni boradi. Izlanuvchining bilim va tajribasi qanchalik ko'p bo'lsa, bu jarayon shu qadar kam vaqt davom etib, reproduktiv xarakterga ega bo'lgan ikkinchi davr – muammo yechimini topishga o'tiladi. Bu davrning davomiyligi ham izlanuvchi bazaviy bilimi, tajribasi, dunyoqarashi kengligi, qidirilayotgan yechimning izlanuvchi mutaxassisligiga bog'liq bo'lib, unda qaralayotgan muammoning yechimi bo'lib xizmat qila oladigan holatlar tahlil qilinadi. Uchinchi produktiv davrda hal qilinishi lozim bo'lgan muammo va tanlangan yechim o'zaro bog'lanadi va texnik yechim konsepsiyasi taklif qilinadi. U ixtironi amalga oshirishning eng mas'uliyatli davri bo'lib, uning muvafaqqiyatli amalga oshirilishi taklif etilayotgan g'oyaning ijtimoiy bahosini shakllantirishga hal qiluvchi ta'sir ko'rsatadi. Ya'ni yechim ijobiy



1-rasm. Texnik yechim g'oyasini amalga oshirish davrlari.

Uchinchi produktiv davrda hal qilinishi lozim bo'lgan muammo va tanlangan yechim o'zaro bog'lanadi va texnik yechim konsepsiyasi taklif qilinadi. U ixtironi amalga oshirishning eng mas'uliyatli davri bo'lib, uning muvafaqqiyatli amalga oshirilishi taklif etilayotgan g'oyaning ijtimoiy bahosini shakllantirishga hal qiluvchi ta'sir ko'rsatadi. Ya'ni yechim ijobiy

natija bersa uning amaliyotga tatbiq qilinishiga asos yaratiladi, yoki aksincha, yechim kutilgan natijani bermasa u inkor qilinadi. To'rtinchi, reproduktiv davrda taklif etilayotgan yechimni asoslash uchun hisoblash va tajriba – sinov ishlari bajarilib, texnik yechimni ishlab chiqishning uchinchi davrida amalga oshirilayotgan ishlarning natijasi nazariy va amaliy isbotlab beriladi.

Har bir bosqichning natijaligi talabalarda texnik fikrlash, mehnat ko'nikmalari va malakalari rivojlanishi bilan uzviy bog'liqdir.

Biz tomonimizdan tajriba natijalari asosida talabalarining ijodiy faoliyatiga tayyorgarlikni beshta darajasini ko'rsatuvchi me'yoriy ilmiy jihatlar aniqlandi. Ular quyidagilardan iborat: 1. Talabalarining mashina shaklini takomillashtirish yoki detallarni ratsional joylashtirish maqsadida chizmaga, sxemaga qisman o'zgartirish kiritib, berilgan hujjatlar bo'yicha texnik loyiha tayyorlay olishi. 2. Talabaning instruksiyanalari oxiriga yetkazilib va berilgan texnik hujjatga yoki alohida sxemaga o'zgartirishlar kiritib mashinani yasay olishi. 3. Talabaning mashina konstruksiyasini dastlabki original takomillashtirib va texnologik sxemaga mustaqil holda o'zgartirishlar kiritib tayyorlay olishi. 4. Talabaning original konstruktorlik g'oyasini mustaqil holda texnologik jihatdan ishlab chiqishi va uni tayyorlashni uddalay olishi. 5. Talaba mashinaning original konstruktorlik, ixtiro va ratsionalizatorlik g'oyasini mustaqil holda asoslab, ta'riflab, hujjatlarni ishlab chiqib mashina yasashni bajara oladi [5,7].

Xulosalar. Innovatsion muhandislikni mehnat bozori talablari bilan uyg'unlashtirish zamonaviy kadrlar tayyorlashning strategik asosi hisoblanadi [6]. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, ta'lim mazmunini ishlab chiqarish ehtiyojlariga moslashtirish, amaliy ko'nikmalar ulushini oshirish va sanoat bilan hamkorlikni kuchaytirish muhandis kadrlarning raqobatbardoshligini ta'minlaydi. Shuningdek, innovatsion fikrlash, texnologik moslashuvchanlik va mustaqil qaror qabul qilish qobiliyatini shakllantirish mehnat bozorida barqaror ish bilan ta'minlanishning muhim omili hisoblanadi. Shu bois, oliy ta'lim muassasalarida innovatsion muhandislik ta'limini takomillashtirish, dual ta'lim elementlarini keng joriy etish va loyihaga asoslangan o'qitishni rivojlantirish orqali zamonaviy, ijodkor va raqobatbardosh mutaxassislar tayyorlash mumkin.

Adabiyotlar

- [1]. <https://yuz.uz/oz/news/oliy> talim sifatini oshirish masalalari.2026.
- [2]. "Yangi O'zbekiston" va "Pravda Vostoka" gazetalari tahririyati. DM.2026.
- [3]. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Shavkat Mirziyoyevning Oliy Majlis va O'zbekiston xalqiga Murojaatnomasi. 26.12.2025.
- [4]. O'R.Salomov, R.J.Tojiyev, I.M.To'xtarov Yangi O'zbekiston – innovatsion taraqqiyot yo'lida. Ilmiy-ommabop qo'llanma. Farg'ona: "Dono" Nashriyoti, 2021.-283 b.
- [5]. Xursanov B.J. Mashinalar yaratishning texnik asoslari. Texnika oliy o'quv yurtlari 60720700 - "Texnologik mashinalar va jixozlar" (kimyo va qurilish materiallari sanoati korxonalarining mashinalari va apparatlari) bakalavriat ta'lim yo'nalishi talabalari uchun darslik. Farg'ona "AlphaPrint" nashriyoti. "Farpi alpha" UK, 2023 yil. - 323 bet.
- [6]. Xursanov B.J. Innovatsion texnologik mashinalar va agregatlarni loyihalash asoslari. Texnika oliy o'quv yurtlari 60720700-«Texnologik mashinalar va jihozlar (tarmoqlar bo'yicha) bakalavriat ta'lim yo'nalishi talabalari uchun o'quv qo'llanma. Farg'ona nashriyoti, 2023 yil. - 247 bet.
- [7]. Xursanov B.J. Mashinalar yaratishda tizimli yondashish asoslari. Texnika oliy o'quv yurtlari 5320300-«Texnologik mashinalar va jihozlar (tarmoqlar bo'yicha) bakalavriat ta'lim yo'nalishi talabalari uchun o'quv qo'llanma. Farg'ona, 2022 yil. - 321 bet.
- [8]. Богомолов А.А. Технические основы создания машин: учеб. пособие для вузов. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2008.-195с.
- [9]. OECD. Skills Outlook 2021: Learning for Life. – Paris, 2021.

НАСОС СТАНЦИЯЛАРГА ЎРНАТИЛГАН МАРКАЗДАН ҚОЧМА НАСОС АГРЕГАТЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ УСУЛИ АСОСИДА ЭНЕРГИЯ ВА ИҚТИСОДИЙ САМАРАДОРЛИК БАҲОСИ

Б.М. Шакиров¹, О.Н. Сулаймонов², Б.Б. Шакиров¹, И.Ш. Ўринов¹, И.А. Абдуғаппоров¹,
Н.Р. Мирзахамдамова¹

¹Андижон қишлоқ хўжалиги ва агротехнология институти,

²Фарғона давлат техника университети

(Қабул қилинди 18.03.2026 й.)

Аннотация: Ушбу мақолада насос станцияларида қўлланиладиган марказдан қочма насос агрегатларининг энергия самарадорлигини ошириш масалалари кўриб чиқилган. Насос агрегатларининг иш режимлари, фойдали иш коэффициентлари ва электр энергияси сарфи ҳисоблаш усуллари таҳлил қилиниб, энергия тежамкор технологияларни жорий этиш орқали олинadиган иқтисодий самара баҳоланган. Тадқиқот натижалари насос станцияларида эксплуатацион харажатларни камайтириш имкониятини кўрсатади.

Таянч сўзлар: насос станцияси, марказдан қочма насос, энергия самарадорлиги, фойдали иш коэффициентлари, иқтисодий самара.

Аннотация: В данной статье рассмотрены вопросы повышения энергетической эффективности центробежных насосных агрегатов, применяемых на насосных станциях. Проанализированы режимы работы насосных агрегатов, коэффициент полезного действия и методы расчёта потребления электрической энергии, а также оценён экономический эффект, достигаемый за счёт внедрения энергосберегающих технологий. Результаты исследования показывают возможность снижения эксплуатационных затрат на насосных станциях..

Ключевые слова: насосная станция, центробежный насос, энергетическая эффективность, коэффициент полезного действия, экономический эффект.

Abstract: This article examines the issues of improving the energy efficiency of centrifugal pump units used at pumping stations. The operating modes of pump units, their efficiency, and methods for calculating electric power consumption are analyzed, and the economic benefits obtained through the implementation of energy-saving technologies are evaluated. The research results demonstrate the possibility of reducing operating costs at pumping stations.

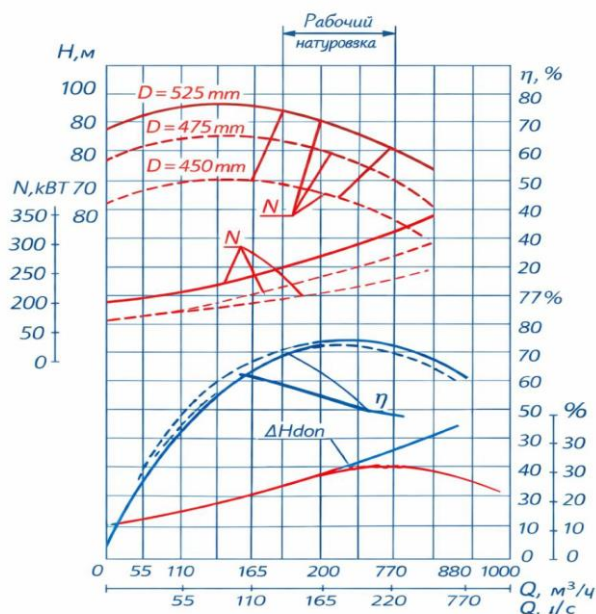
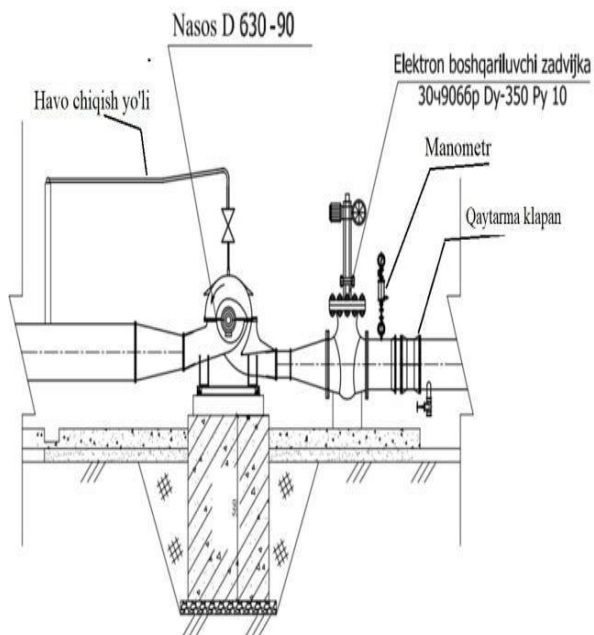
Key words: pumping station, centrifugal pump, energy efficiency, efficiency (coefficient of performance), economic efficiency.

Бугунги кунда Республикамизда жами 4.3 млн гектар суғориладиган ерларнинг 60 фоизига яқин қисми 1688 та насос станциялар ва 4000 дан ортиқ суториш кудуклари орқали суғорилиб ушбу насос станцияларнинг 74 фоизи 30 йилдан ортиқ эксплуатация қилиниши натижасида агрегатлар манавий эскирганлиги сабабли, насос станциялардаги агрегатларни иш режимини тартибга солиш самарали усуллари жорий этиш ҳисобига сув хўжалиги объектларини электр энергияси истемолини камида 10 фоизга қисқартириш ҳамда “Ўзбекистон Республикаси сув хўжалигини ривожлантиришнинг 2020-2030 йилларга мўжалланган концепцияси” нинг 6 бобида сув хожалиги вазирлиги тизимидаги насос станцияларнинг йиллик электр энергияси истемолини 8.0 млрд .кВт. дан 2025 йилда 7 млрд .кВт. дан ва 2030 йилда 6 млрд.кВт гача камайтирилиши келтирилган [1].

Ушбу станцияларда электр энергиясининг асосий қисми марказдан қочма насос агрегатлари томонидан истеъмол қилинади. Энергия ресурсларининг қимматлашуви насос агрегатларининг энергия самарадорлигини ошириш ва иқтисодий жиҳатдан мақбул вариантларни танлашни долзарб масалага айлантирмоқда. Шу сабабли насос агрегатларини ҳисоблаш, оптимал иш режимини аниқлаш ва энергия тежамкор технологияларни жорий этиш муҳим илмий-амалий аҳамият касб этади.

Тадқиқот объекти “Хақиқат-1к” насос станцияси техник параметрлари.

Параметр	Қиймат
Насос тури	Д630-90
Сув кўтариш баландлиги (H)	53 метр
Электр двигатель қуввати (N)	315 кВт
Босим қувури диаметри (D)	319 мм
Босим қувур узунлиги (L)	701 метр
Насос сув чиқариш қобилияти (Q)	630 м³/соат



Д630-90 марка насоснинг схемаси ва характеристикаси.

Насос станцияларида энергия самарадорлиги, асосан, насос агрегатининг оптимал иш режимида ишлаши юқори фойдали иш коэффициентига эга бўлиши билан белгиланади. Манавий эскирганлиги сабабли, насосларни сув чиқариш қобилияти пасайиб кетиш натижасида Ҳақиқат -1к насос станциясида ультратовушли расходомер қувур орқали сув сарфини ўлчанганда, насос агрегатининг сув сарфи 567 м³/соатни кўрсатди. Ушбу насос агрегатига сариф бўладиган электр энергия микдори қуйидагича аниқланади.

$$P_{\text{удел}} = \frac{P}{Q} = \frac{315 \text{ кВт} \cdot \text{соат}}{567 \text{ м}^3 / \text{соат}} = 0,555 \text{ кВт}$$

Насос агрегатининг иш режимини такомиллаштириш натижасида 1 соат давомида чиқарилган сув микдорида сезиларли ўзгариш қайд этилди. Хусусан, янги насоснинг иш режими бўйича сув чиқариш қобилияти $Q_{\text{янги}}=630 \text{ м}^3/\text{соат}$ ҳозирги насос эскирган ҳолатида эса $Q_{\text{эски}}=567 \text{ м}^3/\text{соат}$ ни ташкил этди. Соатлик сув сарфидаги фарқ қуйидаги ифода билан аниқланди:

$$\Delta Q = Q_{\text{янги}} - Q_{\text{эски}} = 630 \text{ м}^3 / \text{соат} - 567 \text{ м}^3 / \text{соат} = 63 \text{ м}^3 / \text{соат}$$

Демак, янги Д630-90 маркали насос агрегатини тадбиқ қилиш натижасида ҳар бир соат иш давомида қўшимча равишда 63 м³/соат сув ортиқча чиқаришга эришган. Мазкур насос агрегатининг умумий ишлаш давомийлиги 341 соатни ташкил этганини инобатга олсак, умумий қўшимча чиқарилган сув ҳажми қуйидагича аниқланади.

$$Q_{\text{ортиқча}} = \Delta Q \cdot t = 63 \cdot 341 = 21483 \text{ м}^3$$

Тадқиқотлар шуни кўрсатадики, янги насос агрегатини сув чиқариш қобилияти ҳозирги кўрсаткичга нисбатан 21 483 м³ сувни қўпроқ узатади. Ушбу янги Д630-90 маркали насос агрегатини тадбиқ қилиш натижасида қилинадиган иқтисодий самарадорлик қуйидагича аниқланади.

$$W = Q \cdot P_{\text{удел}}$$

бу ерда: Q — ортиқча чиқарилган сув ҳажми, $P_{\text{удел}}$ — бир м³ кўтарилиши учун сарфланадиган солиштирма электр энергия.

$$W = Q \cdot P_{\text{удел}} = 21483 \text{ м}^3 \cdot 0,555 \text{ кВт} = 11923,06 \text{ кВт соат} \times 900 \text{ сўм} \\ = 10\,730\,758,5 \text{ млн. сўм}$$

Манавий эскирганлиги сабабли самарадорлиги пасайган эски насослар ўрнига янги насос агрегатини ўрнатиш орқали 10 730 758,5 млн.сўм маблағ тежашга эришилади, бу насос станциясининг энергетик ва иқтисодий самарадорлигини сезиларли даражада оширади.

Adabiyotlar

- [1]. Мамажонов М., Насос ва насос станциялари//Тошкент 2012. № 1. 55-63.
- [2]. Мамажонов М., Хакимов А., Мажидов Т., Уралов Б., Насос ва насос станцияларидан амалий машғулотлар//Андижон 2005. № 1. 72-73.
- [3]. Шакиров.Б.М, Абдухалилов О.А Суғориш насос станцияларидаги марказдан қочма насослар курагининг оптимал бурчагини аниқлаш.// “Фундаментал ва амалий тадқиқотларнинг долзарб муаммолари: ютуқлар ва инновацион ечимлар” мавзусидаги халқаро илмий ва илмий-техникавий анжуман матераиллари тўплам. Бухоро 2024, № 1, Б.201-204.
- [4]. Шакиров Б.М., Абдухалилов О.А., Ботирова Н.М., Ўринов И.Ш., Суғориш насос станцияларидаги марказдан қочма насосларнинг эскиришини баҳолаш.// “Глобал иқлим ўзгариши шароитида қишлоқ хўжалигини инновацион технологиялар асосида барқарор ривожлантириш истиқболлари” мавзусидаги халқаро илмий ва илмий-техник анжуман мақолалар тўплами 2-қисм. Андижон 2024, № 2, Б.23-26.
- [5]. Shakirov B. M.; Shakirov B.B., Bosimli kommunikatsiyalarda nasos ishga tushirilganda o'tish jarayonlarini tadqiq etish // Andijon mashinasozlik instituti. - Andijon, 2024. 10 b.

KAMUGLERODLI PO'LATLARNI DASTAK YOYLI USULDA PAYVANDLASH VA ELEKTRODLARNI QIZDIRISH VAQTINING NAZARIY HISOBI

S.A. Malikov

Namangan davlat texnika universiteti
(Qabul qilindi 18.03.2026 y.)

Annaotatysiya. Ushbu maqola payvandlash ishlariga va jarayonlariga bog'liq bo'lib maqolada payvandlashning dastak yoyli usulidan foydalanib payvandlashda yuzaga keladigan jarayonning mohiyati va ushbu jarayonlarida elektrodning qizishi hisoblari keltirilgan.

Kalit so'zlar: Payvandlash, dastak yoy, hisob qism, jarayon, material, deformatsiya, elektrod, mohiyat, atomlararo, eritib payvandlash, elektr yoy.

Аннотация. Данная статья посвящена сварочным работам и процессам. В статье раскрывается сущность процесса ручной дуговой сварки. Также приведены расчёты нагрева электрода, возникающего в ходе данного процесса.

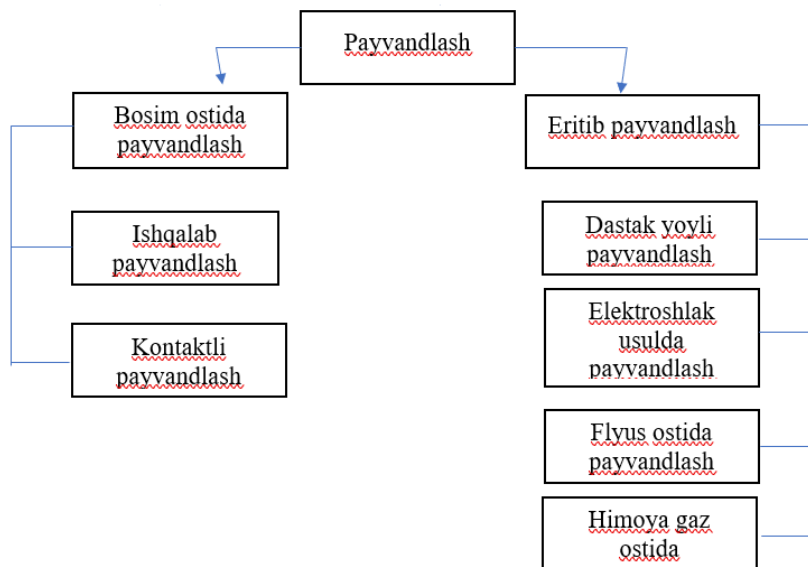
Ключевые слова: сварка, ручная дуговая сварка, расчётная часть, процесс, материал, деформация, электрод, сущность, межатомные связи, сварка плавлением, электрическая дуга.

Abstract. This article is devoted to welding operations and processes. It describes the essence of the manual arc welding process. Additionally, calculations of electrode heating occurring during this process are presented.

Keywords: welding, manual arc welding, calculation part, process, material, deformation, electrode, essence, interatomic bonding, fusion welding, electric arc.

Kirish. Payvandlash - bu atomlararo kuchlarning ta'siri natijasida qattiq materiallari birlashtirish texnologik jarayoni bo'lib bular payvandlanayotgan qismlarda mahalliy bosim yoki birgalikdagi plastik deformatsiya natijasida hosil bo'ladi. Bu deformatsiyalarni siqish kuchlari yoki eritish haroratlari keltirib chiqaradi. Atomlararo kuchlar ta'siri oqibatida birikmalar hosil qilish jarayoniga materiallari payvandlash deyiladi. Ma'lum bo'lishicha, detal metali yuzasidagi atomlarning erkin to'yinmagan aloqalari mavjud bo'lib bular atomlararo kuch ta'siri masofasida bo'lgan har xil atom va molekulalarni o'z ichiga oladi.[1] Agar ikki metal detailni atomlararo kuch ta'siri masofasigacha yaqinlashtirsak, ya'ni metall ichida qanday masofada bo'lishsa shungacha, unda tutashgan yuzalarning bir butun ulanishini ko'ramiz. Metallarni payvandlashni bir necha uslub

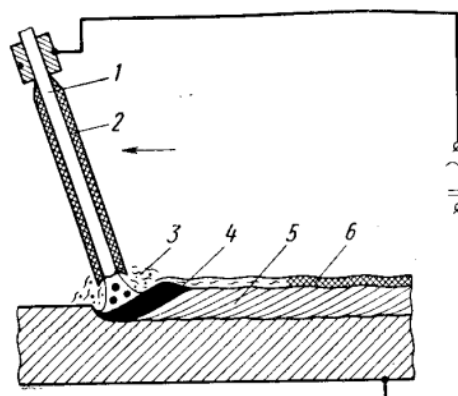
va usullarga bo'lib o'rganishimiz mumkin. Bular eritib payvandlash hamda bosim ostida payvandlash uslublari bo'lib ular o'z ichida turlarga ya'ni usullarga bo'linadi (1-rasm).



1-rasm payvandlash usulublarining klasifikatsiyasi.

etadi. Payvandlash ishlarining asosiy hajmini 90–350 A va 18–30 V kuchlanishda bajariladi. (2-rasm) [2].

Asosiy qism. Metallarni payvandlashda ma'lum belgilangan rejimlar tanlab olinadi. Payvandlash rejimi deganda payvandlash jarayonida bajariladigan shartlar yig'indisi tushuniladi. Payvandlash rejimi parametrlari asosiy va qo'shimcha parametrlarga bo'linadi. Payvandlash rejimining asosiy parametrlariga tokning kattaligi, turi va qutbi; elektrodning diametri, kuchlanish, payvandlash tezligi va elektrod uchining ko'ndalang tebranish kattaligi kiradi, qo'shimcha parametrlarga – elektrod qulochining kattaligi, elektrod qoplamasining tarkibi va qalinligi, asosiy metallning boshlang'ich harorati, elektrodning fazodagi vaziyati (vertikal, qiya) va payvandlash vaqtida buyumning holati kiradi. Elektrod simining diametri payvandlanadigan metall qalinligiga qarab tanlanadi (1-jadval).



2-rasm dastak yoyli payvandlash usulining sxematik tuzilishi. 1 – elektrod o'zagi; 2 – elektrod qoplamasi; 3 – gaz yoki gaz-shlak himoya; 4 – payvandlash vannasi; 5 – payvand chok; 6 – shlak qoplamasi.

1-jadval

Uchma-uch birikmalarni payvandlashda payvand-lanayotgan metall qalinligiga nisbatan elektrod simi diametri

Payvandlanadigan metall qalinligi, mm	0,5–1,5	1,5–3	3–5	6–8	9–12	13–20
Elektrod simining diametri, mm	1,5–2,0	2–3	3–4	4–5	4–6	5–6

Payvandlash ishlarini bajarishimizda ma'lum rejimlarni tanlab olishimizni hisobga olsak elektrodlarni qizdirish uchun ham ma'lum rejimlar kerak bo'ladi.

Bunda avvalo Ct3 markali kamuglerodli po'latlarni payvandlash uchun M-3 markali elektrod tanlab olamiz bu elektrod rutil qoplamali universal elektrod bo'lib tarkibi Temirdan

tashqari C (uglerod) - 0,08-0,15 % ni **Mn (marganes)** ~0.3–0.6% ni **Si (kremniy)** esa ~0.1–0.3% ni tashkil qiladi. Keling misollar orqali ko'rib chiqamiz St3 markali kamuglerodli po'latni dastak yoyli payvandlashda MP-3 markali universal elektrod bilan payvandlashda qizdirish tezligi W o'zgarmas bo'lganda qancha vaqt ichida $T-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ga qizishini aniqlaymiz.

Birinchi payvandlash rejimlarini belgilaymiz

Payvandlash rejimi: $I_{yoy} = 110...130\text{ A}$, $U_{yoy} = 28...32\text{ V}$, $d_1 = 3\text{ mm}$, $d_3 = 4,4\text{ mm}$,

$T_o = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Bunda d_1 -elektrod o'zagining diametri

Materialning issiqlik-fizik koeffitsientlarini qiymatlarini jadvallardan olamiz. Bunda kamuglerodli po'lat uchun: $\alpha = 8 \cdot 10^{-4}\text{ J}/(\text{sm}^2 \cdot \text{s} \cdot ^{\circ}\text{C})$, $c_{\gamma} = 6\text{ J}/(\text{sm}^3 \cdot ^{\circ}\text{C})$,

$\rho = 15 \cdot 10^{-6}\text{ Om} \cdot \text{sm}$ ni tashkil qiladi.

Qizdirish tezligini quyidagi formula orqali hisoblaymiz:

$$W = \frac{dT}{dt} = \frac{\rho j^2 - \alpha(T - T_o) \frac{4d_3}{d_1^2}}{c_{\gamma}} \quad (1)$$

Keyingi ishimiz to'k zichligini topish bo'ladi.

$$j^2 = \frac{I}{F} = \left(\frac{4I}{\pi d_1^2} \right)^2 = \left(\frac{4 \cdot 120}{3,14 \cdot 0,3^2} \right)^2 = 2,88 \cdot 10^6\text{ A}^2/\text{mm}^4 \quad (2)$$

$$W = \frac{15 \cdot 10^{-6} \cdot 2,88 \cdot 10^6 - 8 \cdot 10^{-4} (100 - 20) \cdot 4 \cdot 0,44 / 0,3^2}{6} = 7\text{ }^{\circ}\text{C/s}.$$

Endi esa masalamizning asosiy qismi bo'lgan elektrodimizni $T-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ gacha qizishi uchun ketgan vaqtni hisoblaymiz:

$$t = \frac{T}{W} = \frac{100}{7} = 14,3\text{ sek} \quad (3)$$

Xulosa. Xulosa o'rnida aytishimiz mumkinki Biz metallarni payvandlashda elektrodni qizdirishni hisoblash orqali payvandlash rejimlarini hisoblashni o'rganishimiz mumkin. Bundan tashqari olingan natijalarimizni amaliy ishlarimizga tadbiq etish orqali payvand choklarda kelib chiqishi mumkin bo'lgan nuqsonlarni oldini olishimiz mumkin. Bu oddiy formula bilan emas, balki **issiqlik ajralishi va fizik koeffitsiyentlar** orqali topiladi.

Jarayonning fizik mohiyati. Bu yerda elektrod:

1. Elektr toki o'tganda **ichidan qiziydi** (Joul-Lens qonuni)
2. Shu bilan birga **atrofqa issiqlik yo'qotadi**

Demak, real jarayon issiqlik kelishi (tok hisobiga), issiqlik yo'qotilishi (atrof-muhitga) balansiga asoslangan.

Bu masala orqali biz:

-Elektrod **qanday qizishini fizik jihatdan tushunib oldik**

-Tok va kuchlanishning ta'sirini ko'rib chiqdik

-Issiqlik yo'qotishlarni hisobga olishni o'rganib oldik.

Ushbu masala nazariy + amaliy payvandlash fizikasi masalasi bo'lib elektrodni qizdirish oddiy chiziqli emas, balki:

-elektr energiya

-issiqlik sig'imi

-issiqlik yo'qotishlar hisobiga bog'liqdir.

Adabiyotlar

- [1]. 1.M. A. Abralov, D.S. Dunyashin, M.M. Abralov, Z.D. Ermatov Eritib payvandlash texnologiyasi va jihozlari O'quv qollanma T.: - 2007 419 bet

- [2]. M. A. Abralov. M. M. Abralov. Payvandlash jarayonlarining nazariyasi. Darslik. - Toshkent:, 2011 - 280 6
- [3]. Мелибаев М., Негматуллаев С. Э., Рустамович Қ. А. Трактор юриш тизимидаги вал деталлини таъмирлаш технологияси //Таълим ва ривожланиш таҳлили онлайн илмий журналы. – 2022. – С. 125-132.
- [4]. Abduraximovich, X. S. Abdunosir o'g'li, MS (2023). Olxo 'ri mevasini danagidan ajratuvchi energiyatejamkor mexatronik qurilmani tadqiq etish. so 'ngi ilmiy tadqiqotlar nazariyasi, 6(11), 278-285.
- [5]. Халимов, Ш. А., Маликов, С., & Ўринбоев, Қ. Ғ. (2023). Мевалардан данагини ажратишга мўлжалланган энергиятежамкор машинани тадқиқ қилиш. Scientific Impulse, 1(8), 1047-1054.
- [6]. Malikov S. A. et al. Komilov SX Ko 'p qavatli uylarni qurishda ishlatiladigan fibrobetonning mustahkamlik xossalari tadqiq qilish //Ilm, tadqiqot va taraqqiyot/Наука, исследования и развитие. – 2025. – Т. 3. – №. 11. – С. 13-21.
- [7]. Malikov S., Xalimov S. Yeryong 'oq poyasini uzatuvchi zanjirli uzatma konstruksiyasini tadqiq qilish //Научный Импульс. – 2024. – Т. 3. – №. 28. – С. 212-223.
- [8]. Abdunosir o'g'li M. S. Yeryong 'oq poyasini uzatuvchi zanjirli uzatma konstruksiyasining tahlili //Новости образования: исследование в XXI веке. – 2025. – Т. 4. – №. 40. – С. 467-474.
- [9]. Abdunosir o'g'li M. S. Avtomobil kuzov qismini kontaktli payvandlash usuli bilan payvandlashda sachrashlarni oldini olish choralari va ularning tahlili //Научный Фокус. – 2025. – Т. 3. – №. 31. – С. 127-137.
- [10]. Nishonov F. A., Salokhiddinov N. S., Malikov S. A. UDK 62-144.3 Analysis of velocities and speedups of move of piston and piston way of crane shaft-connecting rod of mechanism of daewoo lacetti cdx 18 //Development of science.

UDK 631.314

KOMBINATSIYALASHGAN G'ALTAKMOLANING GEOMETRIK PARAMETRLARINI NAZARIY ASOSLASH

M.T. Mansurov, talaba O.G'. Tursunboyev

Namangan davlat texnika universiteti

mansurov1990mm@gmail.com

(Qabul qilindi 18.03.2026 y.)

Annotatsiya. Ushbu maqolada kombinatsiyalashgan zichlovchi g'altakmolaning konstruktiv sxemasini ishlab chiqish va uning geometrik parametrlarini nazariy asoslash bo'yicha tadqiqot natijalari keltirilgan. Bunda kombinatsiyalashgan zichlovchi g'altakmola ishchi qismlarining geometrik o'lchamlarini aniqlash imkonini beruvchi analitik ifodalar olingan hamda ularning tavsiya etilgan qiymatlari sonli yechimlar asosida aniqlangan.

Аннотация. В данной статье приведены результаты исследований по разработке конструктивной схемы комбинированного прикатывающего катка и теоретическому обоснованию геометрических параметров. При этом были получены аналитические выражения, позволяющие определить геометрические размеры рабочих частей комбинированного прикатывающего катка и на основе численных решений получены их рекомендуемые значения.

Ключевые слова. Прикатывающий каток, борозда, лук, диск, цилиндрический, клиновидный, конический, ширина.

Annotation. This article presents the results of research on the development of a design scheme of a combined rolling roller and the theoretical justification of geometric parameters. At the same time, analytical expressions were obtained that make it possible to determine the geometric dimensions of the working parts of the combined rolling roller and, based on numerical solutions, their recommended values were obtained.

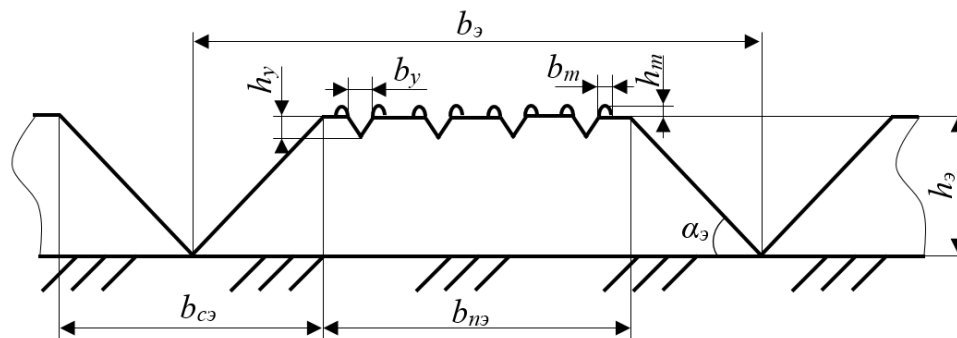
Keywords. Rolling roller, furrow, bow, disc, cylindrical, wedge-shaped, conical, width.

Urug'larni qatorlab ekish texnologiyalari, ekishni mexanizatsiyalash texnikalari bo'yicha olib borilgan ilmiy-tadqiqotlar va patent izlanishlar asosida shuni tahkidlash mumkinki, piyoz urug'larini qatorlab ekishda albatta pushtaning ustki qismi tekis va zichlangan, uning shakli trapetsiyasimon, urug'larni ekish uchun ochilgan tor ariqchalarning devorlari zichlangan, ekilgan urug'lar mayin tuproqli qatlam bilan ko'milishi lozim ekan [1, 2, 3].

Yuqorida keltirilgan texnologik jarayondan kelib chiqib, piyoz urug'larini qatorlab ekish uchun egatning geometrik o'lchamlarini asoslaymiz. Piyoz urug'ini ekishda egatga qo'yilgan asosiy talablar biri bu uning kengligidir. [4] ga ko'ra, O'zbekiston sharoitida piyoz urug'i kengligi 70 sm

bo'lgan egatlarga ekiladi yoki sepiladi, bunda sug'orish egatining chuqurligi [5, 6] da keltirilgan mahlumotlarga ko'ra (10-15) sm. Piyozi urug'ini ekish chuqurligi [7] ga asosan 1,5-2 sm, Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash ilmiy-tadqiqot instituti tomonidan ishlab chiqilgan agrotexnik talablarga ko'ra, piyozi urug'ini qatorlab ekish sxemalari quyidagicha, ya'ni (40x10x10x10)8/4 sm, (40x15x15)8/3 sm, (50x10x10)8/3 sm va (50x20)8/2 sm [8, 9, 10].

Yuqoridagilardan kelib chiqib, piyozi ekiladigan egatning shakli va geometrik o'lchamlarini quyidagicha keltirish mumkin (1-rasm).

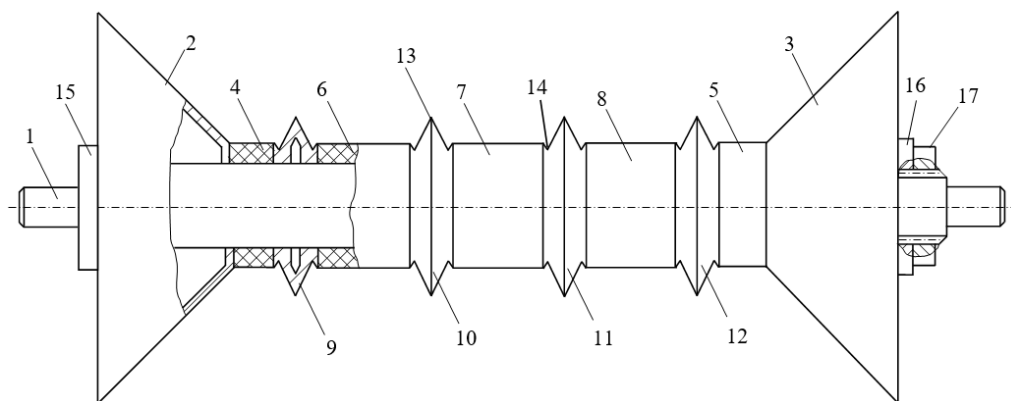


1-rasm. Piyozi ekiladigan egatning shakli va geometrik o'lchamlari.

Tahlillar va piyozi ekiladigan egatning shakliga muvofiq bir o'tishda pushtaga trapetsiya shakl berib, tekislab-zichlaydigan va urug'lar uchun tor ariqchalar ochadigan kombinatsiyalashgan g'altakmolaning konstruktiv sxemasini ishlab chiqamiz.

Tavsiya etilayotgan konstruksiyaning mox'iyati shundan iboratki, g'altakmola tarkibli qilib tayyorlangan bo'lib, aylanma xarakat qiladigan o'qqa tartib bilan kesik konussimon disklar xamda tsilindrsimon va ponasimon xalqalarni bir-biriga biriktirish orqali yig'iladi. Bunda tsilindrsimon xalqalar qayishqoq rezinadan tayyorlangan bo'lib ish jarayonida elastik deformatsiyalanib tayanchlarga tushadigan reaksiya kuchlarni va shovqinni kamaytiradi xamda ravon ishlashini tayminlaydi. Agarda ish jarayonida urug' ekish chuqurligini o'zgartirish lozim bo'lgan xollarda ponasimon xalqalarni almashtirish mumkin, agarda qatorlar orasi kengligini o'zgartirish lozim bo'lsa, u xolda qayishqoq rezinali tsilindrsimon xalqalar almashtiriladi.

Kombinatsiyalashgan g'altakmola quyidagilardan iborat (2-rasm): aylanma xarakat qiladigan pog'onali o'q 1, unga kiydirilgan pushtaning yon devorlarini zichlaydigan kesik konussimon disk 2 va 3 lar, pushtaning ustki qismini zichlaydigan ikki chetki 4 va 5 xamda uchta oraliq 6, 7 va 8 qayishqoq rezinali tsilindrsimon xalqalar, urug'larni ekish uchun tor ariqchalar ochadigan ponasimon xalqa 9, 10, 11 va 12 lardan iborat. Ponasimon xalqa 9, 10, 11 va 12 larda urug'lar uchun tor ariqchalar ochadigan pichoqsimon uchi 13 lar va tor ariqchalardan defomatsiyalanib chiqqan tuproqni urug' ekilgandan so'ng ko'mish uchun pushta yuzasida kichik cho'qqilar xosil qiladigan o'yiqlar 14 lar mavjud. Kombinatsiyalashgan g'altakmolaning ishchi qismlari o'zaro qo'zg'almas o'rnatilishi uchun o'q 1 ning bir tomonida kesik konussimon disklar 2 va 3 ning ichki



2-rasm. Kombinatsiyalashgan g'altakmolaning konstruktiv sxemasi.

diametridan katta bo'lgan pog'ona 15 mavjud, ikkinchi tomonida esa rezba ochilgan va ular prujina shayba 16 va gayka 17 yordamida siqib qotiriladi.

Seyalkalarning kombinatsiyalashgan g'altakmolasi qo'yidagi tartibda ishlaydi: ish jarayonida o'q 1 ga o'rnatilgan kesik konussimon disklar 2 va 3 aylanma xarakat qilib pushtaga trapetsiya shaklini berish uchun pushtaning yon devorlarini zichlaydi va talab etilgan chuqurlikda sug'orish egatlarini shakllantiradi. SHu bilan bir vaqtda qayishqoq rezinali tsilindrsimon xalqa 4, 5, 6, 7 va 8 lar pushtaning ustki qismini zichlaydi va tekislaydi, ponasimon xalqa 9, 10, 11 va 12 lar pichoqsimon uchi 13 yordamida pushtaning ustki qismidagi mavjud kesaklarni maydalaydi va urug'lar uchun tor ariqchalar ochadi. Ochilgan tor ariqchalardan deformatsiyalanib chiqqan tuproq ponasimon xalqa 9, 10, 11 va 12 lardagi o'yiqlar 14 lar yordamida ekiladigan urug'larni ko'mish uchun pushta yuzasida kichik cho'qqilar xosil qilib ketadi.

Tavsiya etilayotgan seyalkalarning kombinatsiyalashgan g'altakmolasi pushtaga trapetsiya shaklini berishni, suv o'tkazuvchanlikni va urug'larni qatorlab bir tekis ekilishini tahminlaydi. Kombinatsiyalashgan g'altakmolani loyixalash uchun uning asosiy geometrik o'lchamlarini nazariy asoslaymiz.

Kombinatsiyalashgan g'altakmolaning aniqlanishi ko'zda tutilgan asosiy geometrik o'lchamlari qo'yidagilardan iborat (3-rasm): g'altakmolaning umumiy qarmash kengligi (b_1), m; g'altakmola tsilindrsimon qismining kengligi (b_2), m; g'altakmola konussimon qismining kengligi (b_3), m.

Quyida kombinatsiyalashgan g'altakmolaning sanab o'tilgan asosiy geometrik o'lchamlarini asoslab chiqamiz. Kombinatsiyalashgan g'altakmolaning umumiy qarmash kengligi piyoz ekiladigan pushtaning kengligiga teng bo'lishi lozim, yahni $b_1=70$ sm. Lekin ushbu kombinatsiyalashgan g'altakmola mashina ramasiga maxkamlanishi va ish jarayonida o'z o'qi atrofida aylanma xarakatni amalga oshirishi uchun u qayndaydir tayanchga o'rnatilishi lozim. Shuning uchun uning umumiy qamrov kengligini quyidagicha ifodalaymiz

$$b_1 = b_s - 3s - 2b_p, \quad (1)$$

bunda b_e -piyoz ekiladigan pushtaning kengligi, m; s -ishchi organlar orasidagi tirqish, m; b_r -kombinatsiyalashgan g'altakmola tayanchi maxkamlanadigan ramaning qalinligi, m.

Agar ishchi organlar orasidagi tirqish s va kombinatsiyalashgan g'altakmola tayanchi maxkamlanadigan ramaning qalinligi b_r lar 1 sm dan xamda piyoz ekiladigan pushtaning kengligi b_1 ni 70 sm ga teng ekanligini inobatga olsak, u xolda (1) ifodaga ko'ra kombinatsiyalashgan g'altakmolaning umumiy qamrov kengligi 65 sm ga teng bo'lishi kerakligi kelib chiqadi.

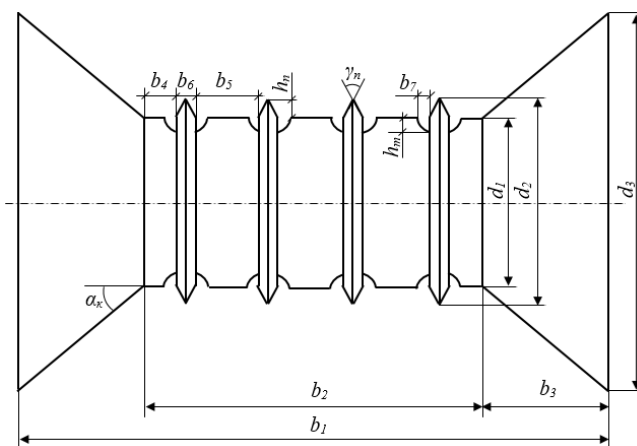
Kombinatsiyalashgan g'altakmola ish jarayonida pushtaning ustki qismini to'liq qamrashi, tekislashi va zichlashi uchun tsilindrsimon qismining umumiy kengligi piyoz urug'i ekiladigan zonaning kengligiga teng bo'lishi lozim. SHuning uchun 2 va 3-rasmlarga ko'ra, kombinatsiyalashgan g'altakmola tsilindrsimon qismining umumiy kengligini quyidagicha ifodalaymiz

$$b_2 = b_{n\pi}, \quad (2)$$

bunda b_{pe} -piyoz ekiladigan pushtadagi piyoz urug'i ekiladigan zonaning kengligi, m.

Demak, kombinatsiyalashgan g'altakmola tsilindrsimon qismining umumiy kengligi (2) ga asosan 43 sm bo'lishi lozim ekan. Lekin, ekish va qator oralariga ishlov berish jarayonlarida traktor shinalarining deformatsiyalanishlarini inobatga olib xamda o'nib chiqqan ko'chatlarga shikast yetkazish xavfini kamaytirish maqsadida uning qiymatini 40 sm qabul qilib olamiz.

Kombinatsiyalashgan g'altakmola konussimon qismining kengligini 3-rasmga ko'ra, quyidagicha ifodalaymiz



3-rasm. Kombinatsiyalashgan g'altakmolaning asosiy geometrik o'lchamlarini aniqlashga doir sxema.

$$b_3 = \frac{b_1 - b_2}{2}. \quad (3)$$

Yuqorida aniqlangan qiymatlarni inobatga olsak, u xolda (3) ifodaga ko'ra kombinatsiyalashgan g'altakmola konussimon qismining kengligi 12,5 sm teng bo'lishi lozimligi kelib chiqadi.

Adabiyotlar

- [1]. Косимов, А. А., & Турдалиев, В. М. (2015). Кинематическое исследование фрезерного барабана комбинированного агрегата для предпосевной обработки почвы и посева мелкосеменных культур. In Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации (pp. 288-291).
- [2]. Turdaliev, K. V., Lee, A., Qosimov, A., Makhkamov, G., Komilov, S., & Pulatov, J. (2020, December). Modeling the movement of onion seeds after the seeding machine. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 614, No. 1, p. 012135). IOP Publishing
- [3]. Кенжабоев, Ш., Турдалиев, В., & Абдуллажонов, А. (2018). Инновационная конструкция ременной передачи для приводов технологических машин. In Перспективы Интенсивного Подхода К Инновационному Развитию: Сборник Материалов Международной
- [4]. Djuraevich, D. A., Maxsudovich, T. V., & Adixamjonovich, Q. A. (2016). Definition of movement laws of winging and milling drums of the unit for processing of soil and crops of seeds. European science review, (5-6), 197-200.
- [5]. Mukhamedov, Z., Turdaliev, V. M., & Kosimov, A. A. (2020). Kinematic Nonuniformity of the Rotation of a Toothed Belt Transmission with a Composite Pulley. Russian Engineering Research, 40(9), 705-709.
- [6]. 7. Турдалиев, В. М., & Махкамов, Г. У. (2020). Механический высевной аппарат для семян лука. in современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации (pp. 303-306).
- [7]. Мухамедов, Д., Турдалиев, В. М., Косимов, А. А., & Махкамов, Г. У. (2019). Комбинированный агрегат для предпосевной обработки почвы и посева мелкосеменных овощных культур. In Качество продукции: контроль, управление, повышение, планирование (pp. 226-230).
- [8]. Kirgizov, X. T., & Kosimov, A. (2021). Combined Tillage Unit. Academic Journal of Digital Economics and Stability, 9, 91-96.
- [9]. Бойбобоев, Н. Г., Кучкаров, С. К., & Касимов, А. А. (2015). Результаты исследований по обоснованию параметров планчатого катка комбинированного агрегата. Science Time, (6 (18)).

PIYODALAR O'TISH JOYLARINI TARTIBGA SOLISH CHORA TADBIRLARI

S.U. Xujamqulov

Farg'ona davlat texnika universiteti,
sardor.xujamqulov@fstu.uz
(Qabul qilindi 18.03.2026 y.)

Annotatsiya. Ushbu ishda zamonaviy urbanizatsiya sharoitida piyodalar xavfsizligini ta'minlashning dolzarb masalalari ko'rib chiqiladi. Piyodalar o'tish joylarida yo'l-transport hodisalarining oldini olishga qaratilgan muhandislik-texnik yechimlar va xalqaro tajriba tahlil qilingan. Tadqiqot davomida "aqli" svetoforlar, tungi yoritish tizimlari va piyodalar oqimini boshqarishning innovatsion usullarini joriy etish bo'yicha aniqlanish chora-tadbirlari ishlab chiqilgan. Maqola yo'l harakati xavfsizligi mutaxassislari va shaharsozlik sohasi vakillari uchun mo'ljallangan.

Kalit so'zlar: transport, avtomobil, piyodalar, yotiq chiziqlar, svetoforlar.

Abstract. This paper examines the pressing issues of ensuring pedestrian safety within the context of modern urbanization. Engineering and technical solutions aimed at preventing road traffic accidents at pedestrian crossings are analyzed, alongside international best practices. Throughout the study, specific measures were developed for the implementation of "smart" traffic lights, night lighting systems, and innovative methods for pedestrian flow management. The article is intended for road safety specialists and urban planning professionals.

Keywords: transport, automobile, pedestrians, road markings, traffic lights.

Аннотация. В данной работе рассматриваются актуальные вопросы обеспечения безопасности пешеходов в условиях современной урбанизации. Проанализированы инженерно-технические решения и международный опыт, направленные на предотвращение дорожно-транспортных происшествий на пешеходных переходах. В ходе исследования разработаны

конкретные меры по внедрению «умных» светофоров, систем ночного освещения и инновационных методов управления пешеходными потоками. Статья предназначена для специалистов по безопасности дорожного движения и представителей сферы градостроительства.

Ключевые слова: транспорт, автомобиль, пешеходы, дорожная разметка, светофоры.

Farg'ona viloyatida piyodalar ishtirokidagi yo'l-transport hodisalari (YTH) bo'yicha aniq va tahliliy ma'lumotlar quyidagilardan iborat. Shuni ta'kidlash lozimki, viloyat aholi zichligi eng yuqori hududlardan biri bo'lgani sababli, piyodalar bilan bog'liq hodisalar masalasi doimo dolzarb bo'lib kelgan.

Hodisalarning asosiy sabablari:

Belgilanmagan joydan o'tish: YTHlarning katta qismi piyodalarning yo'lni belgilanmagan, ya'ni piyodalar o'tish joyi mavjud bo'lmagan qismlaridan kesib o'tishi natijasida sodir bo'ladi.

Tezlikni oshirish: Haydovchilarning piyodalar o'tish joyiga yaqinlashganda tezlikni kamaytirmasligi.

Tungi vaqt va yoritish: Hodisalarning qariyb 40-50% qismi kunning qorong'u vaqtida, yoritish darajasi past bo'lgan o'tish joylarida yuz beradi.

Statistik raqamlar (Taxminiy yillik tahlil):

Respublika miqyosida sodir bo'layotgan YTHlarning taxminan 10-12% qismi Farg'ona viloyati hissasiga to'g'ri keladi.

Piyodalar ishtirokidagi hodisalar umumiy YTHlarning deyarli yarmini (45-50%) tashkil etadi. Bu juda yuqori ko'rsatkich.

Zamonaviy hayotda avtomobil transporti inson faoliyatining ajralmas qismiga aylanib ulgurdi. Yo'llar har doim avtomobillar, velosipedchilar, piyodalar va boshqa ishtirokchilar bilan gavjum. Ammo bu intensiv harakatlar jarohatlanish va noxush hodisalarga olib kelishi mumkin. Shuning uchun yo'l harakati havfsizligi haqidagi bilimlarni chuqurroq tushunish va ularga rioya qilish juda muhimdir.

Birlamchi qoidalar

Har bir haydovchi o'zini nazorat qilishni o'rganishi lozim. Haydovchilik davomida emosional holat, jismoniy kasalliklar yoki charchash havf ostiga tushishiga sabab bo'lishi mumkin. Shuning uchun:

Avtomobil boshqarishdan oldin dam oling.

Stressli yoki nerv bo'lgan paytlarda haydovchilikdan voz keching.

Texnik jihatdan to'g'ri tayyorgarlik

Avtomobilning texnik holati ham yo'l havfsizligida ahamiyatli rol o'ynaydi. Har safar yo'lga chiqishdan oldin quyidagilarga e'tibor bering:

Shinalarning bosimi va holatini tekshiring.

Tormoz tizimining ishlayotganligiga ishonch hosil qiling.

Faralarning toza va ishlayotganligiga e'tibor bering.

Mashina moyi va suv sathi darajasini nazorat qiling.

Qoidalar va belgilarga rioya qilish

Har bir davlatda yo'l harakati qoidalari mavjud, shu bilan bir qatorda bizning davlatda ham, ular hayotni saqlash uchun mo'ljallangan. Bu qoidalarga amal qilish haydovchining mas'uliyati hisoblanadi:

Tezlik chegarasini buzmaslik.

O'tish, ulash va to'xtash qoidalariga rioya qilish.

Piyodalarga va boshqa transport vositalariga hurmat bildirish.

Yo'l belgilari va signallariga e'tibor berish.

Boshqa ishtirokchilarga hurmat

Yo'l harakatida faqat siz emas, balki boshqa odamlar ham mavjud. Ularga hurmat bildirish va ularga havfsizlik yaratish har bir haydovchining vazifasi:

Velosipedchilarga va piyodalarga imkon qadar ko'proq joy tashlash.

Kuchli shamol yoki yomg'ir sharoitida tezlikni kamaytirish.

Kunning ko‘rinmas paytida faralar yordamida yo‘lning yaxshi ko‘rinadigan qilib ushlab turilishi.

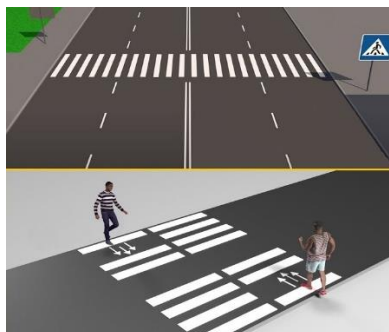
Zamonaviy hayotda transport vositalarining soni tobora ortib bormoqda. Bu esa bir tomondan insonlarning harakatlanishini osonlashtirsa, ikkinchi tomondan yo‘l harakati xavfsizligi muammolarini kuchaytirmoqda. Har yili minglab odamlar yo‘l hududlarida sodir bo‘lgan baxtsiz hodisalarga duch keladi. Shuning uchun ham, yo‘llarda harakat qilishda xavfsizlikni ta‘minlash har bir fuqaroning bosh vazifasi hisoblanadi.

Jamiyatda xavfsizlik madaniyatini tarbiyalash

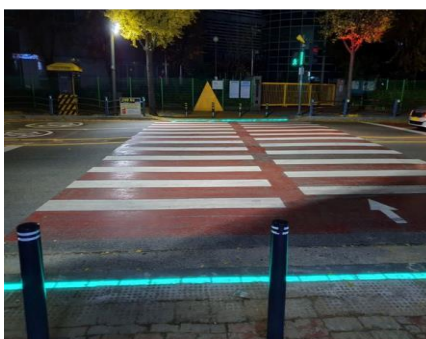
Yo‘l harakati xavfsizligini ta‘minlash faqat qonuniy talablarga amal qilish bilan cheklanmaydi. Buning uchun jamiyatda xavfsizlik madaniyatini rivojlantirish ham muhim:

- **O‘quv muassasalarida yo‘l xavfsizligi darslari:** Maktab va bog‘chalarda bolalarga yo‘l harakati qoidalarini haqida darslar o‘tish.
- **Ijtimoiy reklama va axborot kampaniyalari:** Radio, televizor va ijtimoiy tarmoqlarda yo‘l xavfsizligi haqidagi axborotlarni tarqatish.

Nafaqat transport vositalari bundan tashqari boshqa ishtirokchilar velosipedchilar va piyodalar ham chorrahalardan o‘tish qoidalariga qat’iy rioya qilishlari shart.



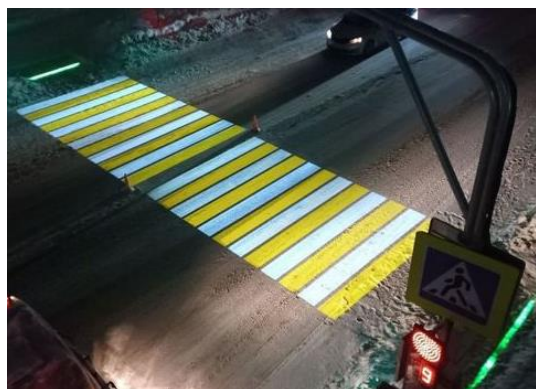
1-rasm. Piyodalar o‘tish joylari.



2-rasm. Piyodalar o‘tish joylari.



Shahar markazlaridagi 1.14.1 oq sariq rangli “zebra” piyodalarning o‘tish joyi chizig‘i o‘rniga 1.14.3 yotiq chiziqning yo‘naltirgichlari piyodalarning hatakatlanish yo‘nalishini ko‘rsatuvchi chizig‘iga almashtirishi kerak. Bu bilan biz piyodalarning piyodalar o‘tish joylaridan o‘tishlar sonini ortirishimiz mumkin ya’ni yo‘lning o‘tag‘onlik koefitsientini oshirishimiz mumkin.



3-rasm. Yoritilgan piyodalar o‘tish joyi.

Piyodalar o‘tish joylarida piyodalarning qatnov qismiga chiqib mashinalarning harakatlanishiga to‘sqinlik qilmaslik maqsadida kutish chegaralarini belgilab qo‘yish zarur.

Piyodalar o‘tish joylarini yetarli darajada yoritish zarur. Bu bizga transport vositalariga harakatlanish paytida piyodalarini yetarli darajada ko‘rinishini ta‘minlaydi, xavfsizlikni yetarli darajada oshiradi.

Adabiyotlar

- [1]. Yol harakati qoydalariga suratli sharhlar. Q.A. Karimovlar, A.A. Akilov o o‘quv-uslubiy qo‘llanma Toshkent – 2024
- [2]. Chorrahada transport vositalarining harakatini tahlil qilish va signalizatsiya tizimlarini baholash uchun qo‘llaniladigan usullarni sharhlaydi. Kerner, B. S. (2020). The Physics of Traffic: Empirical Freeway Pattern Features, Traffic Jams, and Chaos Theory. Springer-Verlag.
- [3]. Ushbu maqola chorrahalarda transport oqimlarini simulyatsiya qilish orqali tahlil qiladi va turli xil sharoitlarda harakatni optimallashtirish usullarini ko‘rib chiqadi. Haghani, A., & Wang, X. (2020). Modeling traffic behavior at urban intersections with signal control systems. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 117, 262-279.

PAHTA O'SIMLIGINI AQLLI SUG'ORISH TIZIMI ORQALI SUV SARFINI
KAMAYISHINI TAHLIL QILISH

M.M. Madraximov

Farg'ona davlat texnika universiteti,
E-mail madrahimov.maksud@gmail.com

Tel. +998931199557

[\(Qabul qilindi 18.03.2026 y.\)](#)

Annotatsiya: Ushbu maqolada paxtachilikda an'anaviy sug'orish usullarining suv sarfi samaradorligi va zamonaviy aqlli sug'orish texnologiyalarining imkoniyatlari qiyosiy tahlil qilingan. Tadqiqotda IoT sensorlar, masofaviy zondlash (drone va sun'iy yo'ldosh), machine learning algoritmlari hamda tomchi sug'orish tizimlarining integratsiyalashgan modeli ko'rib chiqilgan. Tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, an'anaviy kanal sug'orish usulida bir vegetatsiya davri davomida gektariga o'rtacha 8 500 m³ suv sarflanadi, holbuki AI-sensor asosidagi aqlli tizim bu ko'rsatkichni 3 200 m³ gacha — ya'ni 60% dan ortiq — kamaytirish imkonini beradi. Bundan tashqari, maqolada O'zbekiston sharoitida ushbu texnologiyalarni joriy etishning ekologik va iqtisodiy ahamiyati, shuningdek, joriy etishdagi asosiy to'siqlar va ularni bartaraf etish yo'llari ko'rib chiqilgan. Maqola agrotehnologiya, suv resurslari menejmenti va qishloq xo'jaligi raqamlashuvi sohasidagi mutaxassislar, tadqiqotchilar hamda siyosatchilar uchun mo'ljallangan.

Kalit so'zlar: aqlli sug'orish, paxta, IoT, suv tejash, tomchi sug'orish, machine learning, O'zbekiston, suv resurslari.

Abstract: This article presents a comparative analysis of water use efficiency in traditional irrigation methods and the potential of modern smart irrigation technologies in cotton cultivation. The study examines an integrated model combining IoT sensors, remote sensing (drones and satellites), machine learning algorithms, and drip irrigation systems. The findings indicate that conventional canal irrigation consumes an average of 8,500 m³ of water per hectare over a single growing season, whereas AI-sensor-based smart irrigation systems can reduce this figure to 3,200 m³ — a reduction of over 60%. In addition, the article discusses the ecological and economic significance of adopting these technologies under Uzbekistan's specific conditions, as well as the primary barriers to implementation and potential strategies to overcome them. The article is intended for specialists, researchers, and policymakers in the fields of agrotechnology, water resource management, and agricultural digitalization.

Keywords: smart irrigation, cotton, IoT, water conservation, drip irrigation, machine learning, Uzbekistan, water resources.

Аннотация: В данной статье проведён сравнительный анализ эффективности водопользования при традиционных методах орошения и возможностей современных технологий интеллектуального орошения в хлопководстве. В исследовании рассмотрена интегрированная модель, объединяющая IoT-датчики, дистанционное зондирование (дроны и спутники), алгоритмы машинного обучения и системы капельного орошения.

Результаты анализа показывают, что традиционное канальное орошение потребляет в среднем 8 500 м³ воды на гектар за один вегетационный период, тогда как интеллектуальная система на основе AI-датчиков позволяет снизить этот показатель до 3 200 м³ — то есть более чем на 60%. Кроме того, в статье рассматриваются экологическое и экономическое значение внедрения данных технологий в условиях Узбекистана, а также основные барьеры на пути их внедрения и возможные пути их преодоления.

Статья предназначена для специалистов, исследователей и политиков в области агротехнологий, управления водными ресурсами и цифровизации сельского хозяйства.

Ключевые слова: интеллектуальное орошение, хлопок, IoT, водосбережение, капельное орошение, машинное обучение, Узбекистан, водные ресурсы.

O'zbekiston sharoitiga xos asosiy raqamlar (ilmiy asosda)

Paxta — dunyoning eng ko'p suv talab qiladigan ekinlaridan biri. Bitta kilogramm paxta tolasini yetishtirish uchun o'rtacha 10 000 litr suv sarflanadi. Aqlli sug'orish texnologiyalari bu ko'rsatkichni 30–50% ga kamaytirish imkonini beradi.

10 000 L

1 kg paxta tolasiga sarflanadigan suv (an'anaviy)

45%

aqlli tizim bilan mumkin bo'lgan tejash

60%

O'zbekiston qishloq xo'jaligida suv ulushi

2050

yilgacha global suv tanqisligi prognozi

An'anaviy va aqlli sug'orish: asosiy farqlar

An'anaviy sug'orish: Dala-kanal orqali suv berish, 30–40% suv yo'qotiladi

Jadval bo'yicha sug'orish

Tuproq namligini bilmasdan

Yuza va ildizdan bug'lanish yuqori

Aqlli sug'orish tizimi: Tomchi yoki namlash usuli, 5–10% dan kam yo'qotiladi, Sensor ma'lumotlariga asosan, Real vaqtda tuproq namligi, Bug'lanish minimallashtiradi

Suv sarfi taqqoslagich ($m^3/gektar$, vegetatsiya davri)

	An'anaviy kanal
8 500 m^3	
	Yomg'irlatish
6 100 m^3	
	Aqlli tomchi
4 200 m^3	
	AI-sensor tizim
3 200 m^3	

Aqlli tizim qanday ishlaydi?

Zamonaviy aqlli sug'orish tizimlari bir nechta texnologiyani birlashtirib ishlaydi. Dala bo'ylab joylashtirilgan tuproq namligi sensorlari, harorat va havo namligi o'lchagichlari real vaqtda ma'lumot to'playdi. Bu ma'lumotlar markaziy IoT platformaga uzatiladi va sun'iy intellekt algoritmlari qachon, qancha suv berish kerakligini hisoblab chiqadi.

IoT sensorlar

Tuproq namligi, harorat, sho'rlanishni 24/7 o'lchaydi

Masofaviy zondlash

Drone va sun'iy yo'ldosh orqali o'simlik holati tahlili (NDVI)

ML modellari

Ob-havo va o'sish fazasiga qarab sug'orish rejasini tuzadi

Tomchi tizim

Ildiz zonasiga aniq miqdorda suv yetkazadi

O'zbekiston uchun ahamiyati

Orol dengizi havzasidagi suv tanqisligi va iqlim o'zgarishi sharoitida O'zbekiston uchun aqlli sug'orishga o'tish nafaqat iqtisodiy, balki ekologik zaruratdir. Mamlakatimizda paxta yetishtirish uchun yiliga 12–14 milliard m^3 suv sarflanadi. Aqlli texnologiyalarni keng joriy etish orqali bu ko'rsatkichni 5–6 milliard m^3 gacha kamaytirish mumkin — bu Amudaryo yillik oqimining taxminan 20 foiziga teng.

Sensorli tomchi sug'orish tizimlarini qo'llagan tajriba dalalarda hosildorlik 15–20% ga oshgani holda suv sarfi 40% dan ko'proq kamaygan. Bu ikkala maqsad — hosil va suv tejashni bir vaqtda amalga oshirish mumkinligini ko'rsatadi.

Aqlli sug'orish tizimlarini joriy etishning asosiy to'siqlari — dastlabki investitsiya xarajatlari yuqoriligi, fermerlarning texnologik savodxonligi yetarli emasligi va infrastruktura (internet, elektr) yetishmovchiligidir. Ushbu muammolarni hal qilishda davlat subsidiyalari, fermerlar birlashmalari orqali texnika umumiy ishlatilishi va mobil ilovalar asosidagi oddiy boshqaruv tizimlari samarali yondashuv hisoblanadi.

Bosqich Sug'orish boshlanish chegarasi O'zbekiston tuproqlari uchun VWC

Unib chiqish	FC ning 70%	0.21 m ³ /m ³
Rivojlanish	FC ning 70%	0.21 m ³ /m ³
Gullash–ko'sak	FC ning 70%	0.21 m ³ /m ³
Pishish	FC ning 60%	0.18 m ³ /m ³

Toshkent atrofi silt loam tuproqda FC = 0.30 m³/m³ ekanligini hisobga olsak, bu raqamlar bevosita sensor o'qishiga mos keladi. Qashqadaryo va Xorazm viloyatlarida tuproq turli bo'lgani uchun alohida kalibrovka tavsiya etiladi — aynan Evett (2007) tadqiqoti buning amaliy yo'lini ko'rsatgan.

1. Eng keng qamrovli meta-tahlil

Touil va boshq. (2022), Irrigation and Drainage jurnali — 2005–2024 yillar oralig'ida chop etilgan 150 ta ilmiy maqola asosida: tuproq namligi sensorlari suv sarfini **20–92%**, evapotranspiratsiya kontrollerlari **20–71%**, yomg'ir sensorlari **7–50%** ga kamaytirdi, hosil sifati va o'sishi saqlab qolindi. An'anaviy nazorat qilinadigan defitsit sug'orish esa faqat **13%** suv tejallishi bilan hosildan **25% yo'qotdi**. Bu raqam ayniqsa muhim: ya'ni, "kamroq suv ber, tejamkor bo'l" deb oddiy kamaytirsangiz, hosil yo'qotasiz. Ammo sensor asosida aniq boshqarsangiz — ham suv tejayisiz, ham hosil o'sadi.

2. O'zbekistonning o'z tadqiqoti — eng muhim manba

Ibragimov, Evett va boshq. (2007) — Toshkent yaqinidagi UNCGRI Markaziy tajriba stansiyasida 2003–2005 yillarda o'tkazildi. FC ning 70% da sug'orish rejimi qo'llanganda tomchi sug'orish jo'yak sug'orishga nisbatan **suv unumdorligini o'rtacha 71%** oshirdi. Ibragimov va boshq. shuningdek shuni ko'rsatdiki: tomchi sug'orish paxta hosildorligini **10–19%** ga oshirdi. Bu raqamlar O'zbekiston sharoiti — sho'rlangan tuproq, qattiq yoz, suv taqchilligi — da olingan.

3. Qashqadaryo viloyati — nima bo'ladi, agarda nazorat zaif bo'lsa

Qashqadaryo (Qarshi cho'li) tadqiqotida paxta sug'orishni texnologiya qo'llanganda ham natija pastroq chiqdi, sababi: **malakali mutaxassislar yetishmasligi** sababli sug'orish jadvalini nazorat qilish qiyinlashdi, natijada rejalashtirilgandan ko'ra ko'proq suv stressi yuzaga keldi. [ResearchGate](#)
Bu — aynan SI tizimining asosiy zarurligini ko'rsatadi: texnologiya borligining o'zi yetmaydi, uni to'g'ri boshqarish kerak. SI tizimi insoniy xatolarni bartaraf etadi.

4. IoT tizimining bevosita iqtisodiy samarasi

Iqtisodiy taqqoslash ko'rsatdi: aqlli tizim bir xil hosil uchun **61.4% kamroq suv** ishlatadi. Dastlabki sarmoya an'anaviy tizimga qaraganda **+400%** qimmat, ammo operatsion xarajat **50%** arzon. Pakistan tajribasi (9 oy, 2 gektar limon bog'i): IoT + qaror qo'llab-quvvatlash tizimi qo'llanganda **50% kamroq suv** ishlatildi, shu bilan birga hosil **35% oshdi**. Daromad ham **35% yuqori** bo'ldi.

5. Aqlli tizimning qo'shimcha isbotlangan foydalari

Sun'iy intellekt asosidagi sug'orish tizimlari real vaqtda ekin salomatligi, ob-havo va tuproq namligini kuzatib, sug'orish rejalarini optimallashtiradi. Bu tuproq sho'rlanishi va botqoqlanishni ham oldini olishga yordam beradi. O'zbekistonda sug'oriladigan yerlarning 50% allaqachon sho'rlangan — bu muammo bevosita ortiqcha va noto'g'ri sug'orishdan kelib chiqadi.

Adabiyotlar

- [1]. Qoriyev M.R. Global iqlim o'zgarishining suv resurslariga ta'siri va suvtejamkor agrotexnologiyalar // Namangan davlat pedagogika instituti ilmiy axborotnomasi. – 2025. – №2. – B. 14–22.
- [2]. Kamolov B.A., Qoriyev M.R. Mulchalash agrotexnologiyasi yordamida suv taqchil hududlarda bog'dorchilikni rivojlantirish // O'zbekiston qishloq xo'jaligi. – 2024. – №3. – B. 45–51.

- [3]. Axmedov X.A. Sug'orish melioratsiyasi. – Toshkent: O'qituvchi, 1977. – 340 b.
- [4]. Axmedov X.A. Zax qochirish melioratsiyasi. – Toshkent: O'qituvchi, 1975. – 224 b.
- [5]. Begmatov I.A., Shukurlayev X.I., Mamataliyev A.B. Irrigatsiya va melioratsiya: darslik. – Toshkent: Ilm-ziyozakoat, 2020. – 312 b.
- [6]. Safarov G'. Suv resurslaridan samarali va oqilona foydalanishni ta'minlashda soliq mexanizmi // Yashil iqtisodiyot va taraqqiyot. – 2024. – №1. – B. 78–85.
- [7]. Rasulev A., Voronin S. Suv resurslaridan foydalanganlik uchun soliq: chet el tajribasi va O'zbekiston uchun tavsiyalar // TDIU ilmiy axborotnomasi. – 2023. – №4. – B. 112–119.
- [8]. Tursunov A.A., Xolmatov B.X. O'zbekistonda sug'orish tizimlarini modernizatsiya qilishning iqtisodiy samaradorligi // Iqtisodiyot va innovatsion texnologiyalar. – 2023. – №6. – B. 33–41.
- [9]. Mirzayev N.N. Paxtachilikda tomchilatib sug'orish texnologiyasini qo'llash natijalari: tajriba dalalaridan // O'zbekiston agroindustrial kompleksi. – 2022. – №2. – B. 19–27.
- [10]. Xasanov B.B. O'zbekistonda suv zaxiralaridan foydalanishning retrospektiv tahlili // TDIU ilmiy maqolalar to'plami. – Toshkent, 2023. – B. 204–211.

Normativ-huquqiy hujjatlar

- [1]. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 11-iyuldagi PQ-4383-son Qarori "Suv resurslarini boshqarish tizimini takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida". – lex.uz.
- [2]. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 10-iyuldagi PF-6024-son Farmoni "O'zbekiston Respublikasi suv xo'jaligini rivojlantirishning 2020–2030-yillarga mo'ljallangan konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida". – lex.uz.
- [3]. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2022-yil 3-martdagi 106-son Qarori "Qishloq xo'jaligida suvni tejaydigan texnologiyalarni qo'llab-quvvatlash tartibi to'g'risidagi nizomni tasdiqlash haqida". – lex.uz.

**VERTIKAL TEKISLIKDA AYLANMA – QAYTMA HARAKAT QILUVCHI MOKI
MEXANIZMLARINI QO'LLASH TEXNOLOGIYASI**

M. Turdiyev, M. Zokirova

Farg'ona davlat texnika universiteti

ORCID: [0009-0006-3041-3778](https://orcid.org/0009-0006-3041-3778)

e-mail: mahmudjonturdiyev22@gmail.com

ORCID: [0009-0008-6417-2254](https://orcid.org/0009-0008-6417-2254)

e-mail: moxizakirova73@gmail.com

[\(Qabul qilindi 18.03.2026 y.\)](#)

Annotatsiya: Mazkur maqolaning mohiyati, mamlakatimizda barcha sanoat tarmoqlari ishlab-chiqarish korxonalarida tikuv jixozlarini qo'llash va ularni harakatlari bo'yicha to'liq ko'rsatilgan, Respublika hududlarida ta'mirlash va texnik xizmat ko'rsatishda muammolar kelib chiqmoqda. Ushbu maqolada yengil sanoatda xam naqadar bunday muammo muhim ahamiyatga ega ekanligi va vertikaltekislikda aylanma harakat qiluvchi moki mexanizmini texnologiyasini faoliyat olib borilishi yoritib berilgan.

Kalit so'zlar: shlaklar, rangli metal, listli plankalar, mexanizm, materiallar, elektrod, similar o'rami, metal qatlami.

Аннотация: Сущность данной статьи в полной мере раскрыта в применении швейного оборудования и его действиях на производственных предприятиях всех отраслей промышленности нашей страны, возникают проблемы при ремонте и содержании территорий республики. В данной статье объясняется, насколько важна такая проблема в легкой промышленности и технологии челночного механизма, перемещающегося в вертикальной плоскости. Ключевые слова: шлак, цветной металл, листовой прокат, механизм, материалы, электрод, подобная упаковка, слой металла, сталь, сплавы, элементы, остаток, машиностроение, сельское хозяйство, оснастка, стенд, оборудование, оснастка, приспособление, методика, технология, параметры, внутреннее и наружное отверстие, шов, вращательное движение.

Ключевые слова: шлак, цветной металл, листовой прокат, механизм, материалы, электрод, подобная упаковка, слой металла.

Abstract: The essence of this article is fully shown in the use of sewing equipment and their actions in the production enterprises of all industrial sectors in our country, problems arise in the repair and maintenance of the republic's territories. This article explains how important such a problem is in the light industry and the technology of the shuttle mechanism moving in the vertical plane.

Key words: slag, non-ferrous metal, sheet plates, mechanism, materials, electrode, similar packaging, metal layer.

Kirish

Vertikal tekislikda aylanma harakat qiluvchi moki mexanizmlari 1022, 97-A, 862 sinf va ular bazasida yaratilgan mashinalarida ishlatiladi. Moki mexanizmlari chok xosil qilish jarayonida bosh val bilan bir xil tezlik yoki aylanishda harakat qilsa uning burunchasi igna ipini ushlab ola olmaydi, chunki igna ipi solqisi bosh valning 200° burchakga burilganda to'liq xosil bo'ladi. Bu davrda esa moki burunchasi o'ng tomonga o'tib ketgan bo'ladi. Ignasini solqisini o'z vaqtida ushlashni ta'minlash uchun moki mexanizmiga ko'p xollarda 2 marta ko'p harakat beriladi va u vazifa tishli g'ildiraklarni tishlari sonini o'zgartirish yoki barabanli tasmali uzatmalarda baraban diametrini o'zgartirish orqali amalga oshiriladi[1].

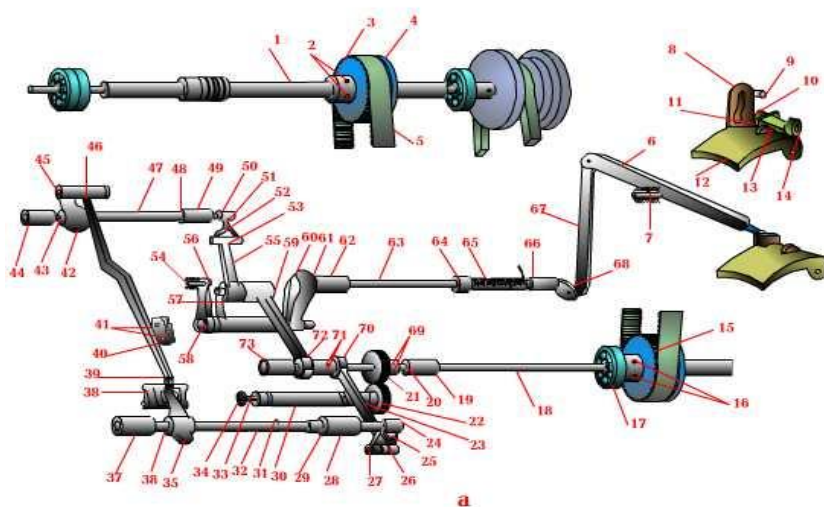
1022-M „Orsha“ (Belorussiya) rusumli tikuv mashinasi kostyumbop, paltobop va qishki harbiy kiyimlik gazlamalarni ikki ipli bitta moki baxyakator yuritib tikishga mo'ljallangan. Asosiy valning aylanish chastotasi 4500 ayl/min ga etadi, baxya uzunligini 0 dan 5 mm gacha o'zgartirsa bo'ladi.

Nazariy qism

Tikiladigan gazlamalarning tepki tagida kisilgan holatdagi qalinligi 8 mm gacha. Mashina tanasining ishchi qulochi 260 mm. № 90-150 ignalar ishlatiladi. Mashina tanasiga markazlashtirilgan moylash sistemasi, naychaga avtomatik ip uraydigan qurilma joylashtirilgan. Ko'pgina birikmalarda tebranish podshipniklari ishlatilgan. 1022 rusumli tikuv mashinasi asosida turli vazifali, takomillashtirilgan bir qancha tikuv mashinalari ishlab chiqarilmoqda. 1022-M va 1022 rusumli tikuv mashinalarining bir-biridan farqi shundaki, aylanma harakat asosiy valdan taksimlash valiga tishli G'ildiraklar yordamida emas, balki tishli tasma yordamida uzatiladi, materiallarni surish mexanizmining konstruksiyasiga kichikroq massali detallar ishlatilib o'zgartirish kiritilgan. Mexanizmlar mashina platformasi tagidagi moy karteri ichiga joylashgan

1022-3 rusumli tikuv mashinasi kuylak va bolalar kiyimlarining detallari qirqimlarini magizlashga, 1022-4 esa palto detallari qirqimini magizlashga mo'ljallangan.

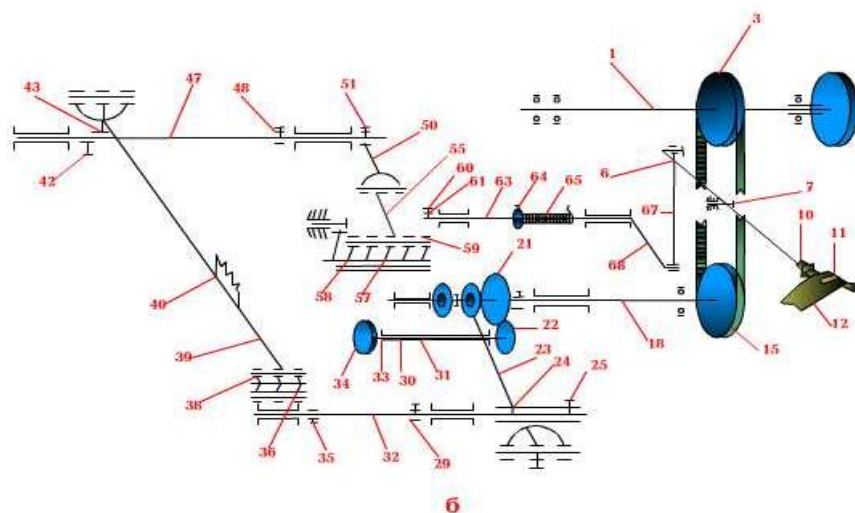
1022-4 tikuv mashinasi konstruksiyasining o'ziga xos xususiyati shundaki, shakllagich (magizlagich) tishli reyka bilan kinematik bog'langan. Suriladigan shakllagich qo'llanilishi, ishlovchini kamroq charchatib, detal qirqimlariga ishlov berish sifatini oshirish imkonini beradi.



1-rasm. a. 1022-M OZLM rusumli tikuv mashinasi moki va materialni surish mexanizmlarining konstruktiv sxemasi.

Hozirgi vaqtda Orsha yengil mashinasozlik firmasida 1822 rusumli tikuv mashinasi chiqarilayotgan bo'lib, u ko'ylak, kostyum va paltolarga bezak baxyakator yuritish uchun ishlatiladi. Baxyasi 10 mm gacha yiriklashtirilgan. 1322 rusumli tikuv mashinasida igna berilgan holatda (ustki va ostki holatda) mexanik tarzda tuxtatish, tepkini avtomatik ko'tarish, ipni Ip taqish va uning tarangligini sozlash. qirqish qurilmalari mavjud. 1022-M OZLM rusumli tikuv mashinasi moki mexanizmi - Mashinada markaziy naychali bir tekis aylanadigan moki ishlatiladi (rasm 1). Asosiy val 1 ga (1-rasm) ikkita vint 2 yordamida tishli baraban 3 mahkamlangan; taksimlash vali 18 ga ikkita vint 16 yordamida tishli ostki baraban 15 mahkamlangan. Bu barabanlarga plastmassadan yasalgan tishli tasma 5 kiydirilgan bo'lib, tasma 5 ni uk buylab siljishi barabanni xalqali ariqchasiga qo'yilgan prujinali o'rnatish xalqalari 4 yordamida bartaraf etiladi [2].

Taqsimlash vali 18 sharikli podshipnik 17 va ikkita vtulka 19,73 da aylanadi. Taqsimlash vali 18 ning uk buylab siljishi o'rnatish xalqasi 20 yordamida bartaraf etiladi. Taqsimlash vali 18 ga



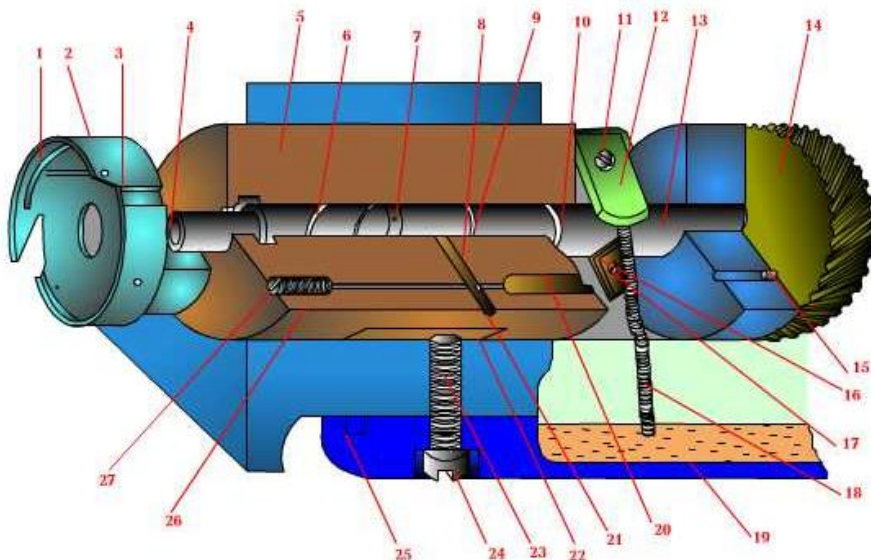
2-rasm. b. 1022-M OZLM rusumli tikuv mashinasi moki va materialni surish mexanizmlarining kinematik sxemasi.

ikkita vint 69 yordamida kiya tishli g'ildirak 21 mahkamlangan bo'lib, u moki vali bilan birga tayyorlangan g'ildirak 22 bilan ilashadi iq1:2. Moki vali mashina korpusiga vint 31 bilan mahkamlangan vtulka 30 da aylanadi[3].

Moki valining chap uchiga ikkita vint 33 yordamida moki 34 mahkamlangan. Maxovik g'ildirak aylantirilganda, moki 34 soat mili harakatiga qarshi aylanadi. Mokining uchi ignaga uz vaqtida etib

kelishi vintlar 33 ni bo'shatib, moki 34 ni burib rostlash yuli bilan bajariladi. Bunda igna eng pastki holatidan 1,6–1,9 mm ko'tarilganda moki uchi igna kuzidan 0,9:1,1 mm yuqorida turishiga erishish lozim. Moki uchi 34 bilan ignaning orasidagi masofa 0,1–0,5 mm bo'lishi kerak. Ushbu masofa vint 31 ni bo'shatib, vtulka 30 ni o'q bo'ylab siljitish yuli bilan rostlanadi [4].

Mokini avtomatik moylash sistemasi. Moki va gazlamani surish mexanizmlaridagi bir kancha



3-rasm. Mokini avtomatik moylash tizimi.

birikmalarining avtomatik moylanib turishi uchun mashina platformasi tagida maxsus moy karteri bor. Karterni mashina platformasi qo'yma burtiklariga to'rtta vint 24 yordamida mahkamlangan mashina kopkogi 19 hosil qilib turadi (3-rasm). Moy okib ketmasligi uchun qopqoq 19 bilan platforma qo'yma burtiklarining orasiga qistirma 25 qo'yilgan[5].

Platforma kuyma burtiklariga vint 23 yordamida vtulka 5

mahkamlangan, platforma yo'nalmasiga esa vint 11 yordamida pilik 18 ni tutib turadigan plastina 12 mahkamlangan. Moy pilik 18 orqali moki vali 13 ning konus qismiga va qisman radial teshik 10 orqali kanal 4 ning ukiga kelib tushadi. Moyning kolgan qismi moy xaydovchi rezba 9 orqali chapga yo'nalib, moki vali 13 bilan vtulka 5 ning tutatish joylarini moylaydi[6]. Moy xaydovchi rezba 9 orqali moy moki vali 13 ning o'rta o'yikchasiga tushadi va radial kanal 7 bo'ylab moki valining ichiga utib va kanallar 4, 3 orqali moki pazi 1 bilan naycha tutgich belbog'ining tutash joylari moylanadi. Moy xaydovchi rezba 6 ga moy tushib, moki vali 13 ning o'rta o'yikchasidan zarrachalari kanal 8 ga otilib chiqadi va teshik 22 orqali paz 20 dan qopqoq 19 ning karteriga kaytib keladi. Moki vali 13 ning konussimon yuzasida moy zarralarini tutib turadigan moy sidirish plastinalari 16 vint 17 yordamida vtulka 5 ning yo'nalmasiga mahkamlanadi. Moki vali 13 bilan

birgalikda tayyorlangan tishli g'ildirak 14 katta tishli g'ildirak karterdagi moyga botishi natijasida moylanadi [7].

Xulosa

Yuqorida keltirilgan jadvallardan xulosa qilib shuni ta'kidlash joizki, bichuvchilari uchun ishlab chiqilgan bo'lib, unda qo'llanilgan tikuv mashina jihozlarining markasi va nomi keltirilmagan. Keyingi yillarda tikuvchilik ishlab chiqarish korxonalari texnik darajasi va imkoniyatlaridan kelib chiqqan holda olib boriladi va jixozlarga qo'yilayotgan talablar oshib bormoqda. Fan-texnika va ijtimoiy ishlab chikarishdagi o'zgarishlar, yangilanish davri texnika va texnologiyalarni yangi avlodini joriy etish, iqtisodiyotning yangi asosini yaratishdek murakkab sharoitda bormoqda. Bunday o'zgarishlar albatta, soha mutaxassisini bilim darajasini keng qamrovli, mukammal ayni paytda aniq mutaxassislikni egallashga qaratilgan bo'lishini taqozo etadi.

Adabiyotlar

- [1]. R.M.Tadjikuziyev, "Texnologik jixozlarni ta'mirlash va ishlab chiqarish texnologiyasi asoslari", AB., Farg'ona, 2023 y., 348 b.
- [2]. R.M.Tadjikuziyev, "Texnologik jihozlarni o'rnatish, texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash tizimlari", AB., Farg'ona, 2023 y., 322 b.
- [3]. Raxmatovna.M.S.(2022).Research on the development of norms of time spend on the technological process of sewing and knitting production; basic raw materials, their composition and properties.Innovative Technologica: Methodical Research Journal, 3(03), 28-32. ISSN:2776-0987, Volume3, Issue5,May,2022.7
- [4]. Raxmatovna.M.S.(2021). The description of perspective fashion trends in men's clothing. Innovative Technological:Methodical Research Journal,2(10),15-20.
- [5]. Tadjikuziev R., Rubidinov S., Mamatqulova S. Advancements in energy-efficient welding production techniques: Innovative models and methods for combined workpiece fabrication //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – T. 583. – C. 05005.
- [6]. Saida Mamatkulova, Shakhlo Tursumatova, Makhmudjon Turdiyev, Manzura Abdurakhimova, Makhmudjon Abdullayev, Rano Berdiyeva Research of materials for clothing in the production of various sewing products //E3S Web of Conferences. - EDP Sciences 538, 04003 (2024)
- [7]. Saida Mamatkulova, Gulhayo Mirbobayeva1, Mavjudaxon Ulug'boboyeva, Nosirjon Yakubov, Barno Nizamova, Xilola Tursunova. Importance of design in dresses // E3S Web of Conferences 538, 04001 (2024).

INNOVATION USULDA ISHLAB CHIQARILGAN DENIM TO'QIMASINING AFZALLIKLARI

Sh.X. Muxammadrasulov, D.R. Yakubova

Farg'ona davlat texnika universiteti,

e-mail:shamsiddin4626@gmail.com

ORCID:[0009-0002-2982-2553](https://orcid.org/0009-0002-2982-2553)

e-mail: ibragimovadilbar1108@gmail.com

ORCID:[0009-0005-0782-1957](https://orcid.org/0009-0005-0782-1957)

[\(Qabul qilindi 18.03.2026 y.\)](#)

Annotatsiya: Ushbu ilmiy maqolada hozirgi kungacha keng qo'llanilib kelinayotgan hamda bugungi kunda takomillashgan va ommaga taqdim etilayotgan jeans (denim) matolarining o'zaro farqlari chuqur tahlil qilinadi. Tadqiqot davomida ularning xomashyo tarkibi, tolalar sifati, aralash materiallardan foydalanish darajasi hamda ishlab chiqarish texnologiyalaridagi o'ziga xos jihatlar ilmiy asosda o'rganiladi. Shuningdek, an'anaviy va zamonaviy denim matolarining fizik-mexanik xossalari, jumladan mustahkamlik, elastiklik, aşinishga chidamlilik va qulaylik darajasi solishtirma tarzda baholanadi. Maqolada denim matolarining zamonaviy yengil sanoatda tutgan o'rni, ulardan tayyorlanayotgan mahsulotlarning bozordagi ahamiyati va iste'molchilar talabi bilan bog'liqligi ham ko'rib chiqiladi. Bundan tashqari, innovatsion denim matolarining ustunliklari, ularning ekologik barqarorlikka qo'shayotgan hisssasi, resurs tejamkorligi hamda atrof-muhitga salbiy ta'sirini kamaytirishdagi roli ham batafsil yoritilgan.

Kalit so'zlar: denim, an'anaviy denim, innovatsion denim, indigo bo'yoq, stretch denim, barqaror modda.

Аннотация. В данной научной статье представлен углубленный анализ различий между широко используемыми до настоящего времени джинсовыми тканями и усовершенствованными, представленными сегодня публике материалами. В ходе исследования на научной основе изучаются их сырьевой состав, качество волокон, уровень использования смешанных материалов и специфические аспекты технологий производства. Также проводится сравнительная оценка физико-механических свойств традиционных и современных джинсовых тканей, включая прочность, эластичность, износостойкость и комфорт. В статье также рассматривается роль джинсовых тканей в современной легкой промышленности, важность продукции из них на рынке и их связь с потребительским спросом. Кроме того, подробно обсуждаются преимущества инновационных джинсовых тканей, их вклад в экологическую устойчивость, ресурсо эффективность и роль в снижении негативного воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова: деним, традиционный деним, инновационный деним, индиговый краситель, эластичный деним, экологичная ткань.

Abstract. This scientific article provides an in-depth analysis of the differences between jeans (denim) fabrics that have been widely used to this day and those that have been improved and presented to the public today. During the study, their raw material composition, fiber quality, the level of use of mixed materials, and specific aspects of production technologies are studied on a scientific basis. Also, the physical and mechanical properties of traditional and modern denim fabrics, including strength, elasticity, wear resistance, and comfort, are comparatively evaluated. The article also examines the role of denim fabrics in modern light industry, the importance of products made from them in the market, and their relationship to consumer demand. In addition, the advantages of innovative denim fabrics, their contribution to environmental sustainability, resource efficiency, and their role in reducing the negative impact on the environment are also discussed in detail.

Keywords: denim, traditional denim, innovative denim, indigo dye, stretch denim, sustainable fabric.

Nazariy qism

Denim matosi yengil sanoatning eng ommabop va talab yuqori bo'lgan materiallardan biri hisoblanadi. Denim matosi-bu an'anaviy ravishda 100% paxtadan tayyorlangan, bardoshli, mustahkam va zich to'qilgan mato. Tarixiy jihatdan denim ilk bor Fransiyaning Nimes shahrida ishlab chiqarilgan ("serge de Nimes"-denim atamasining kelib chiqishi shundan). Keyinchalik u AQShda, ayniqsa Levi Strauss tomonidan ishlab chiqarilgan jinsi shimlar orqali mashhur bo'lib ketgan. Denim matosi ko'pincha ko'k rangda bo'ladi, bu esa indigo bo'yoqdan foydalanish bilan bog'liq. Uning asosiy mexanik xususiyatlariga yuqori cho'zilish kuchi (taxminan 350-450 N egrilik), yuqori ishqalanishga qarshiligi va spandex bilan aralashtirilganda elastiklik va qulaylikning yaxshilanishi kiradi. Dastlab ishchi kiyimlar uchun mo'ljallangan denim bugungi kunda kundalik, sport va hatto klassik kiyimlarda keng qo'llanilmoqda. U quyidagi yo'nalishlarda keng qo'llaniladi: Kundalik kiyimlar(jinsi shim , kurtka), dizaynerlik kolleksiyalari, aksessuarlari(sumka, poyabzal). Zamonaviy texnologiyalarning rivojlanishi natijasida an'anaviy denim matolari bilan bir qatorda innovatsion xususiyatlarga ega yangi avlod denimlari ishlab chiqilmoqda. Denim ishlab chiqarish jarayonida zamonaviy texnologiyalar qo'llanilib, uning ekologik ta'sirini kamaytirish ustida ham ish olib borilmoqda. Masalan: Suv sarfini kamaytiruvchi texnologiyalar, organik paxta ishlatish, qayta ishlangan tolalardan foydalanish. Ushbu maqolaning asosiy maqsadi-an'anaviy va innovatsion denim matolarini taqqoslash hamda ularning afzalliklarini ilmiy asosda yoritishdan iborat.

Denim to'qimasining strukturaviy tavsifi. Denim-bu sarja(twill) to'qima turiga mansub bo'lib, unda iplarning o'zaro joylashuvi diagonal chiziqlarni hosil qiladi. Denimda odatda quyidagi rapport ishlatiladi: 3/1 sarja (twill 3/1). Uchta asosiy ip ustidan, bitta arqoq ip ostidan o'tadi. Kamroq hollarda: 2/1 yoki 2/2 sarja. Bu tuzilma quyidagi xususiyatlarni ta'minlaydi: yuqori zichlik va mustahkamlik , sirtning notekisligi (diagonal effekt), ishqalanishga chidamlilik.

Bo'yash texnologiyasi denim ishlab chiqarishda indigo bo'yoq keng qo'llaniladi. Uning xususiyati-suvda erimaydigan pigment, reduksiya(leuco-indigoga aylantirish) orqali ipga singdiriladi, oksidlanish natijasida ip yuzasida rang hosil qiladi. Bo'yashning selektivligi faqat asosiy iplar (warp) bo'yaladi, arqoq iplar (weft) bo'yalmaydi yoki oq holda qoladi. Natijada esa mato yuzasi ko'k rangli, ichki qismi och rangli bo'ladi.

1. An'anaviy denim matosining xususiyatlari.

An'anaviy denim matosi asosan 100% paxta tolalaridan tayyorlanadi va qiya to'qima usulida ishlab chiqariladi. An'anaviy denim matosi quyidagi tolalardan tashkil topadi. Paxta tolasi (Gossypium)-asosiy component (90-100%). Uning asosiy belgilaridan biri- iplarning indigo bo'yoq bilan bo'yalishi va matoning orqa tomoni och, old tomoni esa to'q rangda bo'lishidir. Shu bilan birga indigo bo'yoq tolaga to'liq singmaydi, faqat yuzasiga qoplanishi natijasida, vaqt o'tishi bilan rang asta-sekin oqaradi hamda "fading" efekti paydo bo'ladi. Denim turli og'irlikda bo'ladi: og'ir denim- qattiq va bardoshli, yengil denim-yumshoq va qulay. An'anaviy denimning asosiy afzalliklari quyidagilardan iborat: yuqori chidamlilik va mustahkamlik, havo o'tkazuvchanlik, tabiiy tolalar asosida ishlab chiqarilishi, uzoq muddat xizmat qilishi. Shu bilan birga, an'anaviy denimning kamchiliklari ham mavjud bo'lib, ular orasida elastiklikning pastligi, og'ir vazni va ishlab chiqarish jarayonida suv hamda kimyoviy moddalar sarfining yuqoriligi keltiriladi.

2. Innovatsion denim matolarining rivojlanishi.

Innovatsion denim matolari zamonaviy texnologiyalar asosida ishlab chiqilib, ularning tarkibiga polyester-chidamlilik va shaklni saqlash uchun, elastan (2-5%), viskoza kabi sun'iy va sintetik tolalar qo'shiladi. Bunday matolar nafaqat mustahkamlik, balki qulaylik va funktsionallik jihatidan ham ustunlikka ega.

Innovatsion denim turlariga quyidagilar kiradi:

Stretch denim- elastan qo'shilishi natijasida cho'ziluvchanlikka ega;

Recycled denim- qayta ishlangan tolalardan tayyorlanadi;

Eco denim- suvni kam sarflovchi va ekologik xavfsiz texnologiyalar asosida ishlab chiqariladi;

Smart denim- antibakterial, suv itaruvchi yoki issiqlikni saqlovchi xususiyatlarga ega.

3. An'anaviy va innovatsion denim matolarining taqqoslanishi.

An'anaviy denim matolari tabiiyligi va mustahkamligi bilan ajralib tursa, innovatsion denimlar qulaylik, yengillik va zamonaviy dizayn talablariga mosliggi bilan ustunlik qiladi. Innovatsion denimlar kiyim konstruksiyasida harakat erkinligini ta'minlaydi va iste'molchilar ehtiyojiga moslashuvchan hisoblanadi.

Ekologik jihatdan ham innovatsion denim matolari an'anaviy denimga nisbatan samaraliroq bo'lib, suv, energiya va kimyoviy moddalar sarfini kamaytirishga xizmat qiladi.

Innovatsion (smart 1-rasm.) va an'anaviy (2-rasm.) denim matolari.



1-rasm.



2-rasm.

Xulosa.

Xulosa qilib aytganda, an'anaviy va innovatsion denim matolari yengil sanoat tizimida muhim o'rin egallaydi hamda ularning ahamiyati turli texnologik va ekspluatatsion xususiyatlar orqali namoyon bo'ladi. An'anaviy denim matolari, asosan, paxta tolalariga asoslangan holda ishlab chiqarilib, o'zining yuqori mexanik mustahkamligi, aşinishga chidamliligi va uzoq muddat xizmat qilish xususiyatlari bilan ajralib turadi. Shu bilan birga, ular klassik dizayn va tabiiy tarkibi sababli iste'molchilar orasida doimiy talabga ega.

Innovatsion denim matolari esa zamonaviy ilmiy-texnologik yutuqlar asosida takomillashtirilib, tarkibiga elastik tolalar, sintetik komponentlar hamda funktsional qo'shimchalar kiritilishi orqali yangi sifat ko'rsatkichlariga ega bo'lmoqda. Xususan, bunday matolar yuqori darajadagi elastiklik, qulaylik, namlikni boshqarish, antibakteriallik va yengillik kabi xususiyatlarni ta'minlaydi. Bundan tashqari, ekologik muammolarning dolzarbligi sababli, innovatsion denim ishlab chiqarishda suv va energiya sarfini kamaytiruvchi, kimyoviy moddalarni cheklovchi hamda qayta ishlashga yo'naltirilgan texnologiyalar keng qo'llanilmoqda.

Shu jihatdan, kelajakda denim sanoatining barqaror rivojlanishi innovatsion yondashuvlar, ekologik toza ishlab chiqarish texnologiyalari va resurs tejovchi usullar bilan uzviy bog'liq bo'lib qoladi.

Adabiyotlar

- [1]. To'xtayev A., Qodirov B. To'qimachilik materialshunosligi. Toshkent: O'qituvchi, 2018. 320-bet.
- [2]. Abdulkarimov S., Karimov N. Gazlamalar texnologiyasi. Toshkent. Fan va texnologiya, 2019. 280-bet.
- [3]. Raxmonov M., Tursunov D. Zamonaviy denim matolarining xususiyatlari va qo'llanilishi. Yengil sanoat muammolari. 2021. №2 45-49-bet.
- [4]. Paul R.(Ed.). Denim: Manufacture, Finishing and Applications. Cambridge. Woodhead Publishing, 2015. 472-p.
- [5]. Muthu S.S. Sustainability in Denim.-Singapore. Springer, 2017. 210-p.

TECHNOLOGICAL AND SANITARY-HYGIENIC REQUIREMENTS FOR NEWBORN CLOTHING

Z.O. Yuldashaliyeva, N.B. Isroilova, J.I. Oripov

Fergana State Technical University,

ORCID: 0009-0006-9132-7333

e-mail: abdullayevazuleyha45@gmail.com

ORCID: 0009-0002-6102-9678

e-mail: inavruza006@gmail.com

ORCID: 0009-0000-0247-1242

e-mail: joripov@19gmail.com

(Received on March 18 th, 2026)

Abstract. Newborn clothing requires special attention in terms of both production technology and sanitary-hygienic safety. This article explores the crucial requirements that must be met in designing and manufacturing garments for newborns. It highlights the importance of textile selection, sewing techniques, environmental safety, ergonomic design, and hygienic certification standards. Recommendations are also provided for improving the quality and safety of clothing for infants.

Keywords. newborns, baby clothing, hygiene, textile, safety, ergonomic, infant health

Annotatsiya: Yangi tug'ilgan chaqaloq kiyimlari ishlab chiqarish texnologiyasi va sanitariya-gigiyena xavfsizligi nuqtai nazaridan alohida e'tibor talab qiladi. Ushbu maqola yangi tug'ilgan chaqaloqlar uchun kiyimlarni loyihalash va ishlab chiqarishda bajarilishi kerak bo'lgan muhim talablarni o'rganadi. Unda to'qimachilik mahsulotlarini tanlash, tikuv texnikasi, ekologik xavfsizlik, ergonomik dizayn va gigiyenik sertifikatlash standartlari muhimligi ta'kidlangan. Shuningdek, chaqaloqlar uchun kiyim-kechak sifati va xavfsizligini oshirish bo'yicha tavsiyalar berilgan.

Kalit so'zlar: yangi tug'ilgan chaqaloqlar, chaqaloq kiyimlari, gigiyena, to'qimachilik, xavfsizlik, ergonomik, chaqaloq salomatligi

Аннотация. Одежда для новорождённых требует особого внимания как с точки зрения технологии производства, так и санитарно-гигиенической безопасности. В данной статье рассматриваются основные требования, которые должны учитываться при проектировании и производстве одежды для новорождённых. Особое внимание уделяется выбору текстильных материалов, технологиям швейного производства, экологической безопасности, эргономичному дизайну, а также стандартам гигиенической сертификации. Также представлены рекомендации по повышению качества и безопасности одежды, предназначенной для младенцев.

Ключевые слова: новорождённые, детская одежда, гигиена, текстильные материалы, безопасность, эргономика, здоровье младенцев.

Newborn clothing requires special attention in terms of both production technology and sanitary-hygienic safety. This article explores the crucial requirements that must be met in designing and manufacturing garments for newborns. It highlights the importance of textile selection, sewing techniques, environmental safety, ergonomic design, and hygienic certification standards. Recommendations are also provided for improving the quality and safety of clothing for infants [1].

Newborn babies have highly sensitive skin, immature immune systems, and limited ability to regulate temperature. Therefore, the design and production of their clothing must meet strict hygienic and technological standards. Clothing is not only a means of protection but also a tool for thermoregulation and comfort in the early stages of life. A carefully designed garment supports the baby's well-being and reduces risks of dermatological and allergic reactions [2].

Natural and organic fibers such as organic cotton and bamboo are preferred due to their breathability, softness, and hypoallergenic properties. These fabrics ensure maximum comfort and reduce the risk of allergic reactions. Additionally, all fabrics must be tested for harmful substances such as formaldehyde and azo dyes, which are strictly prohibited in baby garments.

Material properties

Table 1

Fabric Type	Key Property	Advantages	Restrictions / Notes
Organic Cotton	Softness, Breathable	Minimizes skin irritation	Must be OEKO-TEX certified
Bamboo Fiber	Hypoallergenic, Moisture-wicking	Reduces allergic reactions	Avoid chemically treated bamboo
Polyester Blends	Durability, Stretch	Maintains shape, supports thermoregulation	Must be free of harmful residues
Wool (Merino)	Thermal insulation	Keeps warm in cold climates	Sensitive skin may require lining

Flat seams are mandatory to prevent friction against sensitive skin. Labels should be printed or placed externally. Avoid hard elements like zippers, rough Velcro, or sharp snaps. Instead, use soft plastic or covered snap closures. Buttons should be securely sewn with reinforced backing to prevent choking hazards.

Proper sizing is essential for growth accommodation and mobility. Clothes must not be tight around the neck or chest. Kimono-style wrap tops and footed sleepers with adjustable closures are highly recommended. Patterns must consider average measurements of neonates and infants, including limb flexibility.

All garments must meet international safety certifications, such as ISO 14184-1 for formaldehyde content and OEKO-TEX® Standard 100[3]. In some countries, local regulations such as GOST 31408-2009 apply. Items in direct contact with newborn skin must be free of carcinogenic and sensitizing substances.

Safety standards

Table 2

Standard	Parameter Tested	Allowed Limits / Notes
ISO 14184-1	Formaldehyde Content	Must be below 75 mg/kg
OEKO-TEX 100	Harmful Substances	Certification required
GOST 31408-2009	Chemical Residues, pH	Compliance mandatory in local market

Newborn clothing must be machine washable at high temperatures (60°C or more) without significant wear. Only neutral pH detergents should be used to avoid residue build-up. Fabric softeners containing fragrances or dyes are discouraged.

Sustainability is an added concern. Garments should not shed microplastics during washes and should preferably be made from biodegradable materials. Packaging should also comply with eco-friendly guidelines.

Clothes should insulate in cold conditions and ventilate in hot weather. Fabrics with thermoregulating properties are ideal. Layering systems using bodysuits, onesies, and outerwear allow flexibility in various climates.

Functional properties

Table 3

Functional Property	Recommended Fabrics	Application Examples	Importance (%)
Elasticity	Polyester + Elastane blend	Sportswear, sleepers	90
Hygiene	Cotton + Antibacterial fiber	Hospital gowns, infant wear	85
Durability	Polyester blends	Outerwear, protective wear	80
Thermal Insulation	Wool, Merino, bamboo	Winter wear, layered systems	75
Moisture Management	Bamboo, cotton blends	Summer wear, bodysuits	70

The baby's skin should not be in direct contact with seams or elastics. Clothing with inner padding around cuffs or edges minimizes friction. Special designs are recommended for preterm infants whose skin is even more fragile.

Parents and medical personnel should be able to dress and undress the infant quickly. Closure systems must be intuitive and allow for easy diaper changes. This reduces stress for both caregiver and child.

Clinical studies by pediatric hospitals have shown a correlation between certified garments and reduced rates of infant eczema. A 2022 Korean study by Park et al. indicated that OEKO-TEX® certified textiles reduced rashes by 40% [4]. Another trial in Sweden demonstrated improved sleep duration among infants dressed in thermo-regulating onesies.

Newborn clothing is a critical component in early infant care. Meeting both technological and sanitary-hygienic standards ensures that garments support the baby's health, comfort, and growth. With growing awareness and technological advancements, the industry must continue to innovate while upholding global safety and hygiene benchmarks [5]. Another important consideration is the psychological impact of clothing on newborns. Colors, textures, and fabric patterns may influence the baby's emotional response and development. Studies suggest that soft, pastel colors tend to have a calming effect on infants, promoting better sleep and reduced crying episodes.

Furthermore, seasonal adaptation of newborn clothing is critical. In colder climates, layered garments made from insulating natural fibers help maintain body temperature. In hot or humid conditions, breathable and moisture-wicking fabrics prevent overheating and rash formation [6].

In recent years, smart textiles have begun to emerge in the field of infant clothing. These materials can monitor body temperature, track sleep patterns, and alert caregivers to potential health concerns. Although still in developmental stages, such innovations represent a promising future for newborn care.

Finally, ethical manufacturing practices should not be overlooked. Brands committed to fair labor, sustainable sourcing, and transparency in supply chains gain more trust from consumers. Parents increasingly seek assurances that the products they choose for their newborns are not only safe but also ethically produced.

References

- [1]. Yuldashaliyeva Zulayho Olimjon kizi (2025)“Ergonomic and aesthetic approaches in the development of children's clothing models”
- [2]. ISO 14184-1:2011 - Textiles - Determination of formaldehyde
- [3]. OEKO-TEX® Standard 100 Certification Guidelines
- [4]. GOST 31408-2009: Textile products for children
- [5]. Wilson, J. (2019). Infant Clothing and Skin Health. Pediatric Textile Review.
- [6]. Choi, M. & Park, Y. (2022). Advances in Baby Textile Safety. Int. J. Child Care Materials.

GORIZONTAL TEKISLIKDA AYLANMA HARAKAT QILUVCHI MOKI
MEXANIZMLARI

M. Turdiyev, N. Abdug'afforova

Farg'ona davlat texnika universiteti

ORCID: 0009-0006-3041-5778

e-mail: mahmudjonturdiyev22@gmail.com

e-mail: nigira502@gmail.com

(Qabul qilindi 18.03.2026 y.)

Annotatsiya: Ushbu maqolada gorizontal tekislikda aylanma harakat qiluvchi moki mexanizmlarining tuzilishi, ishlash prinsipi va asosiy xususiyatlari ko'rib chiqilgan. Moki mexanizmining tikuv jarayonidagi o'rni, iplarning o'zaro bog'lanish jarayoni hamda chok hosil bo'lish mexanizmi ilmiy asosda yoritilgan. Shuningdek, ushbu mexanizmlarning afzalliklari, kamchiliklari va zamonaviy tikuv mashinalaridagi qo'llanilishi tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: moki mexanizmi, gorizontal aylanish, tikuv mashinasi, chok hosil bo'lishi, ip halqasi, g'altak, mexanizm, tikuv texnologiyasi

Аннотация: В данной статье рассмотрены конструкция, принцип работы и основные характеристики челночных механизмов с вращательным движением в горизонтальной плоскости. Освещена роль челночного механизма в процессе шитья, процесс переплетения нитей и образование стежка на научной основе. Также проанализированы преимущества, недостатки и применение данных механизмов в современных швейных машинах.

Ключевые слова: челночный механизм, горизонтальное вращение, швейная машина, образование стежка, петля нити, шпулька, механизм, технология шитья

Annotatsiya: This article discusses the structure, working principle, and main characteristics of shuttle mechanisms with rotational motion in a horizontal plane. The role of the shuttle mechanism in the sewing process, the interlacing of threads, and stitch formation are explained on a scientific basis. In addition, the advantages, disadvantages, and applications of these mechanisms in modern sewing machines are analyzed.

Keywords: shuttle mechanism, horizontal rotation, sewing machine, stitch formation, thread loop, bobbin, mechanism, sewing technology

Kirish

Tikuv mashinalari yengil sanoatning muhim texnologik vositalaridan biri hisoblanadi. Ular kiyim-kechak, maishiy buyumlar va turli to'qimachilik mahsulotlarini ishlab chiqarishda asosiy rol o'ynaydi. Tikuv jarayonining sifati va samaradorligi esa bevosita mashinaning asosiy ishchi mexanizmlariga bog'liq bo'lib, ular orasida moki mexanizmi alohida ahamiyatga ega.

Moki mexanizmi tikuv mashinasida iplarning o'zaro bog'lanishini, ya'ni chok hosil bo'lish jarayonini ta'minlaydi. Ushbu mexanizmning ishlash aniqligi va barqarorligi tikuv sifatiga, iplarning uzilmasligiga hamda umumiy ishlab chiqarish unumdorligiga katta ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli moki mexanizmlarining turli konstruksiyalari ishlab chiqilgan va amaliyotda qo'llanib kelinmoqda. Zamonaviy tikuv mashinalarida gorizontal tekislikda aylanma harakat qiluvchi moki mexanizmlari keng tarqalgan. Bunday mexanizmlar an'anaviy tebranma (vertikal) moki mexanizmlariga nisbatan bir qator ustunliklarga ega. Xususan, ular yuqori tezlikda ishlashi, kam shovqin chiqarishi, vibratsiyaning pastligi va chok sifatining yuqoriligi bilan ajralib turadi. Bu esa ishlab chiqarish jarayonini yanada samarali va qulay qiladi.

Bundan tashqari, gorizontal aylanma moki mexanizmlari konstruksiyasining takomillashuvi natijasida ularning ishonchliligi ortib, xizmat muddati uzaygan. Shu bilan birga, ularni sozlash va ekspluatatsiya qilish jarayonida muayyan texnik bilim va aniqlik talab etiladi.

Ushbu maqolada gorizontal tekislikda aylanma harakat qiluvchi moki mexanizmlarining tuzilishi, ishlash prinsipi, afzalliklari va qo'llanilish sohalari batafsil yoritib beriladi.

Moki mexanizmining vazifasi va ishlash prinsipi. Moki mexanizmi tikuv mashinasining asosiy funksional mexanizmlaridan biri bo'lib, u chok hosil qilish jarayonining markaziy bo'g'ini hisoblanadi. Ushbu mexanizmning asosiy vazifasi igna yordamida hosil qilingan yuqori ip halqasini tutib olish va uni pastki ip bilan o'zaro bog'lash orqali mustahkam chok hosil qilishdan iborat. Bu

jarayon natijasida ikki ipli, ya'ni qulf chok hosil bo'ladi va u tikuvning mustahkamligini ta'minlaydi [1]. Tikuv jarayonida igna asosiy ishchi organ sifatida gazlamani teshib o'tadi va yuqori ipni igna plastinasi ostiga olib tushadi. Ignaning pastki holatidan yuqoriga qaytishi vaqtida ip bo'shashadi va igna orqasida halqa hosil bo'ladi. Aynan shu bosqichda moki mexanizmi ishga tushadi va hosil bo'lgan ip halqasini ilib oladi. Moki mexanizmining ishlash prinsipi shundan iboratki, u igna ipidan hosil bo'lgan halqani o'zining ilgak qismi yordamida tutib olib, uni kengaytiradi va o'z o'qi atrofida aylantirib pastki ip bilan chalishtiradi. Natijada yuqori va pastki iplar o'zaro bog'lanib, chok hosil qiladi. Ushbu jarayon har bir tikuvda takrorlanadi va tikuv mashinasining uzluksiz ishlashini ta'minlaydi [2]. Gorizontall tekislikda aylanma harakat qiluvchi moki mexanizmlarida bu jarayon yanada silliq va uzluksiz amalga oshiriladi. Bunda moki tebranma emas, balki doimiy aylanish harakatini bajaradi. Shu sababli ip halqasini ilib olish va uni chalishtirish jarayoni tezroq va barqarorroq amalga oshadi. Bu esa tikuv tezligini oshirish va chok sifatini yaxshilashga xizmat qiladi [1]. Shuningdek, moki mexanizmi tikuv mashinasining boshqa mexanizmlari — igna mexanizmi, ip tortgich va materialni surish mexanizmi bilan o'zaro sinxron holda ishlaydi. Agar ushbu mexanizmlar o'rtasidagi vaqt muvofiqligi buzilsa, ip uzilishi, chokning sifatsiz chiqishi yoki umuman chok hosil bo'lmasligi mumkin. Shu sababli moki mexanizmining aniq sozlanishi muhim ahamiyatga ega. Moki mexanizmi tikuv mashinasining eng muhim mexanizmlaridan biri bo'lib, uning to'g'ri ishlashi yuqori sifatli va mustahkam chok hosil qilishning asosiy sharti hisoblanadi. Ayniqsa, gorizontall aylanma mokilar yuqori tezlik va ishonchlilikni ta'minlashi bilan zamonaviy tikuv mashinalarida keng qo'llaniladi [2].

Gorizontall aylanma moki mexanizmining tuzilishi. Gorizontall tekislikda aylanma harakat qiluvchi moki mexanizmi murakkab, ammo aniq ishlashga mo'ljallangan konstruksiyaga ega bo'lib, bir nechta asosiy qismlardan tashkil topadi. Ushbu mexanizmning tuzilishi uning uzluksiz va barqaror ishlashini ta'minlashga qaratilgan bo'lib, har bir detal o'ziga xos vazifani bajaradi. Mazkur mexanizmning asosiy elementi — moki (ilgak) hisoblanadi. Moki aylanma harakat bajarib, igna ipidan hosil bo'lgan halqani ilib oladi. Uning ilgak qismi maxsus shaklda bo'lib, ip halqasini oson tutib olish va uni uzluksiz harakatda olib yurish imkonini beradi. Mokining konstruksiyasi yuqori aniqlikda tayyorlanadi, chunki uning noto'g'ri ishlashi butun tikuv jarayoniga salbiy ta'sir ko'rsatadi [3]. Mexanizm tarkibida muhim qismlardan yana biri — g'altak (shpulkali qism) hisoblanadi. G'altak ichida pastki ip joylashadi va u maxsus g'altak qutisiga o'rnatiladi. Moki aylanish jarayonida ip halqasini aynan shu g'altak atrofida o'tkazadi va natijada yuqori hamda pastki iplar o'zaro chalishtiriladi. Bu esa chok hosil bo'lishining asosiy bosqichi hisoblanadi. Bundan tashqari, moki mexanizmi tarkibiga moki korpusi ham kiradi. Ushbu korpus barcha elementlarni bir joyda ushlab turadi va ularning o'zaro aniq joylashuvini ta'minlaydi. Korpusning mustahkamligi va aniqligi mexanizmning uzoq muddat xizmat qilishida muhim rol o'ynaydi. Harakat uzatuvchi mexanizmlar ham moki tizimining ajralmas qismi hisoblanadi. Bular val (o'q), tishli g'ildiraklar va boshqa uzatmalar orqali mokiga aylanish harakatini beradi. Ushbu uzatmalar yordamida moki igna mexanizmi bilan sinxron ishlaydi. Sinxronlikning buzilishi tikuv sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin, shuning uchun uzatmalar tizimi yuqori aniqlikda sozlanadi. Gorizontall aylanma moki mexanizmlarining yana bir o'ziga xos jihati — ularning ochiq yoki yarim ochiq konstruksiyaga ega bo'lishidir. Bu esa ularni tozalash, moylash va texnik xizmat ko'rsatishni osonlashtiradi. Natijada mexanizmning ishlash muddati uzayadi va nosozliklar kamayadi [4]. Gorizontall aylanma moki mexanizmi bir nechta o'zaro bog'langan qismlardan tashkil topgan murakkab tizim bo'lib, uning har bir elementi chok hosil qilish jarayonida muhim vazifani bajaradi. Ushbu mexanizmning to'g'ri tuzilishi va sozlanishi tikuv mashinasining samarali ishlashini ta'minlaydi.

Gorizontall aylanma moki mexanizmining ishlash jarayoni. Gorizontall tekislikda aylanma harakat qiluvchi moki mexanizmining ishlash jarayoni tikuv mashinasining asosiy mexanik tizimlari — igna mexanizmi, ip tortish tizimi va materialni surish mexanizmlari bilan uzviy bog'liq holda amalga oshiriladi. Ushbu mexanizmlar o'zaro sinxron ishlashi natijasida sifatli va mustahkam chok hosil bo'ladi. Tikuv jarayoni ignaning yuqoridan pastga qarab harakatlanishi bilan boshlanadi. Igna matoni teshib o'tib, yuqori ipni o'zi bilan birga pastga olib tushadi. Ignaning eng pastki

nuqtaga yetib, keyin yuqoriga ko'tarilishi jarayonida ipda bo'shashish yuzaga keladi va igna orqa qismida ip halqasi hosil bo'ladi. Ushbu halqa chok hosil qilish jarayonining asosiy elementi hisoblanadi [5]. Hosil bo'lgan ip halqasini moki mexanizmi o'zining ilgak qismi yordamida ilib oladi. Gorizontall aylanma moki mexanizmlarida moki doimiy aylanish harakatida bo'lgani sababli, bu jarayon juda tez va aniqlik bilan bajariladi. Moki ip halqasini tutib olgach, uni o'zining aylanish yo'nalishi bo'yab olib yuradi va g'altak (pastki ip joylashgan qism) atrofidan o'tkazadi [7]. Keyingi bosqichda yuqori ip halqasi pastki ip bilan o'zaro chalishtiriladi. Bu jarayonda ikki ip bir-biriga bog'lanib, qulf chok hosil qiladi. Shundan so'ng ip tortgich mexanizmi yuqori ipni tortib, chokni mahkamlaydi. Natijada chok mato qatlamlari orasida mustahkam joylashadi va tikuv sifati ta'minlanadi. Gorizontall aylanma moki mexanizmlarining asosiy xususiyati — ularning uzluksiz ishlashidir. Tebranma mokilardan farqli ravishda, bu turdagi mexanizmlarda ortga-qaytma harakat mavjud emas. Bu esa mexanizmning silliq ishlashini, tebranishlarning kamayishini va shovqinning past bo'lishini ta'minlaydi. Natijada tikuv mashinasining umumiy samaradorligi oshadi. Ushbu mexanizm yuqori tezlikda ishlash imkonini beradi. Zamonaviy sanoat tikuv mashinalarida moki mexanizmi juda katta aylanish tezligida ishlashi mumkin, bu esa ishlab chiqarish jarayonini tezlashtiradi. Shu bilan birga, ipning uzilishi kamroq kuzatiladi, chunki ip harakati uzluksiz va silliq amalga oshadi [7].

Gorizontall aylanma moki mexanizmining afzalliklari va kamchiliklari. Gorizontall tekislikda aylanma harakat qiluvchi moki mexanizmlari zamonaviy tikuv mashinalarida keng qo'llanilishining asosiy sababi ularning yuqori texnik samaradorligi va sifat ko'rsatkichlari bilan bog'liqdir. Ushbu mexanizmlar konstruksion jihatdan takomillashgan bo'lib, tikuv jarayonining barqarorligini ta'minlaydi hamda ishlab chiqarish unumdorligini oshiradi. Avvalo, bunday mexanizmlarning eng muhim afzalliklaridan biri — ularning uzluksiz aylanma harakatda ishlashidir. Ya'ni, moki doimiy 360° aylanish harakatini bajaradi va ip halqasini silliq ushlab, uni pastki ip bilan chalishtiradi. Bu esa chok hosil bo'lish jarayonini tezlashtiradi va tikuv sifatini yaxshilaydi [9]. Shuningdek, uzluksiz aylanish tufayli mexanizmga tebranishlar kamayadi, bu esa mashinaning sokin ishlashiga olib keladi. Yana bir muhim afzallik — chok sifatining yuqoriligi hisoblanadi. Moki mexanizmi yuqori va pastki iplarni aniq va barqaror tarzda bog'laydi, natijada mustahkam va bir tekis chok hosil bo'ladi. Bu holat ayniqsa sanoat tikuv mashinalarida muhim ahamiyatga ega, chunki mahsulot sifati bevosita chok sifatiga bog'liq [8]. Bundan tashqari, gorizontall aylanma mokilar yuqori tezlikda ishlash imkoniyatiga ega. Zamonaviy sanoat mashinalarida bunday mexanizmlar bir necha ming aylanish tezligida ishlashi mumkin, bu esa ishlab chiqarish hajmini sezilarli darajada oshiradi. Shu bilan birga, ip uzilishlari kamroq uchraydi, chunki ip harakati silliq va uzluksiz amalga oshiriladi. Shu bilan birga, ushbu mexanizmlarning ayrim kamchiliklari ham mavjud. Eng avvalo, ularning konstruksiyasi nisbatan murakkab bo'lib, yuqori aniqlik bilan ishlab chiqarishni talab qiladi. Moki va igna o'rtasidagi sinxronlik juda muhim bo'lgani sababli, mexanizmni sozlash jarayoni murakkab va tajriba talab qiladi [3].

Bundan tashqari, ayrim hollarda texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash ishlari qiyinroq bo'lishi mumkin. Agar mexanizmga nosozlik yuzaga kelsa (masalan, ipni tutib olmaslik yoki vaqt mos kelmasligi), bu butun tikuv jarayonining buzilishiga olib keladi. Shu sababli mexanizmni muntazam tekshirib turish va to'g'ri sozlash zarur [10].

Xulosa

Gorizontall tekislikda aylanma harakat qiluvchi moki mexanizmlari tikuv mashinalarining eng muhim va asosiy funksional qismlaridan biri hisoblanadi. Ushbu mexanizmlar yordamida yuqori va pastki iplarning o'zaro bog'lanishi ta'minlanib, mustahkam va sifatli chok hosil qilinadi. Moki mexanizmining to'g'ri ishlashi tikuv jarayonining samaradorligi, mahsulot sifati hamda ishlab chiqarish unumdorligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Maqolada ko'rib chiqilganidek, moki mexanizmi igna bilan o'zaro sinxron holda ishlaydi va ip halqasini ilib olib, uni pastki ip bilan chalishtirish orqali chok hosil qiladi. Ayniqsa, gorizontall aylanma harakatli mokilar uzluksiz ishlashi, tebranishlarning kamligi va yuqori tezlikda faoliyat yuritishi bilan boshqa mexanizmlarga nisbatan ustunlikka ega.

Shuningdek, ushbu mexanizmlarning tuzilishi murakkab bo'lishiga qaramay, ularning har bir elementi muhim vazifani bajaradi va umumiy tizimning samarali ishlashini ta'minlaydi. Mexanizmning to'g'ri sozlanishi va texnik xizmat ko'rsatish jarayonlari uning uzoq muddatli va ishonchli ishlashida muhim omil hisoblanadi. Tahlillar shuni ko'rsatadiki, gorizontall aylanma moki mexanizmlari yuqori sifatli chok hosil qilish, ishlab chiqarish tezligini oshirish va texnologik jarayonni barqaror tashkil

etishda muhim ahamiyat kasb etadi. Shu bilan birga, ularni samarali ishlatish uchun mexanik tizimlar o'rtasidagi aniq muvofiqlikni ta'minlash zarur.

Xulosa qilib aytganda, gorizontall tekislikda aylanma harakat qiluvchi moki mexanizmlari zamonaviy tikuv mashinalarining ajralmas qismi bo'lib, ularning takomillashuvi tikuvchilik sanoatining rivojlanishida muhim o'rin tutadi. Kelgusida ushbu mexanizmlarni yanada modernizatsiya qilish orqali ularning samaradorligini oshirish va texnik imkoniyatlarini kengaytirish mumkin.

Adabiyotlar

- [1]. Tikuv mashinalarining asosiy ishchi organlari va mexanizmlari – arxiv.uz
- [2]. Tikuv mashinalari haqida umumiy ma'lumotlar – arxiv.uz
- [3]. Muallif noma'lum. Tikuv mashinalarining asosiy ishchi organlari va mexanizmlari // arxiv.uz, 2020. – Elektron manba.
- [4]. Muallif noma'lum. Tikuv mashinalari haqida umumiy ma'lumotlar // arxiv.uz, 2019. – Elektron manba.
- [5]. Muallif noma'lum. Tikuv mashinalarida moki g'altagi va chok sifati // Ziyonet, 2021. – Elektron manba.
- [6]. Muallif noma'lum. Tikuv mashinalarining asosiy ishchi organlari va mexanizmlari // arxiv.uz, 2020. – Elektron manba.
- [7]. Sewing Machine Shuttle Hook Mechanism – Longsew, 2024. – 6–10 bet.
- [8]. Muallif noma'lum. Tikuv mashinalarida moki g'altagi va chok sifati // Ziyonet, 2021. – Elektron manba.
- [9]. Mutasim Sweileh. What is a sewing machine shuttle hook? – 2024. – 5–8 bet.
- [10]. Sewing Machine Shuttle Hook Mechanism – Longsew, 2024. – 6–10 bet.

TO'QIMACHILIK VA TIKUV-TRIKOTAJ SANOATIDA KALAVA IP ISHLAB CHIQARISHNING INNOVATSION TEXNOLOGIYALARI VA RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI

A.I. G'ofurov

Farg'ona davlat texika universiteti

ORCID: 0009-0007-9710-8454

Email: akmalgofurov32@gmail.com

(Qabul qilindi 18.03.2026 y.)

Annotatsiya. Ushbu maqolada to'qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatida kalava ip ishlab chiqarishning zamonaviy va innovatsion texnologiyalari, ularning ishlab chiqarish samaradorligiga ta'siri hamda rivojlanish istiqbollari yoritilgan. Kalava ip ishlab chiqarishda zamonaviy avtomatlashtirilgan ip yigirish mashinalari, raqamli boshqaruv tizimlari, ekologik toza va energiya tejamkor uskunalar qo'llanilishi natijasida mahsulot sifati oshmoqda, ishlab chiqarish samaradorligi va raqobatbardoshligi kuchaymoqda.

Kalit so'zlar: kalava ip, to'qimachilik, innovatsion texnologiya, ring yigirish, rotor yigirish, air-jet, trikotaj, rivojlanish istiqbollari.

Аннотация. В данной статье рассматриваются современные и инновационные технологии производства пряжи в текстильной и швейно-трикотажной промышленности, их влияние на эффективность производства, а также перспективы развития. В результате применения современных автоматизированных прядильных машин, цифровых систем управления, экологически чистого и энергоэффективного оборудования в производстве пряжи повышается качество продукции, повышается эффективность производства и конкурентоспособность.

Ключевые слова: пряжа, текстиль, инновационные технологии, кольцевое прядение, вращение ротора, воздушная струя, вязание, перспективы развития.

Abstract. This article discusses modern and innovative technologies for yarn production in the textile and clothing industry, their impact on production efficiency, and development prospects. The use of modern automated spinning machines, digital control systems, and environmentally friendly and energy-efficient equipment in yarn production improves product quality, production efficiency, and competitiveness.

Keywords: yarn, textile, innovative technologies, ring spinning, rotor rotation, air jet, knitting, development prospects.

Nazariy qism

O'zbekistonda to'qimachilik sanoati so'nggi yillarda keng ko'lamli islohotlar, yangi texnologik loyihalar va xorijiy investitsiyalar hisobiga jadal rivojlanmoqda. Ayniqsa, kalava ip

ishlab chiqarish sohasida innovatsion texnologiyalarni qo'llash orqali mahsulot sifati va assortimentini kengaytirish, eksport hajmini oshirish hamda xalqaro bozorlarda raqobatbardoshlikni mustahkamlash bo'yicha sezilarli natijalarga erishilmoqda[1].

Respublikamizda to'qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatining investitsion jozibadorligini va raqobatbardoshligini yanada oshirish, sohaning eksport salohiyatini yanada kengaytirish, mahalliy to'qimachilik mahsulotlarining xorijiy bozorlarga kengroq kirib borishi uchun sharoitlar yaratish maqsadida chora tadbirlar ishlab chiqilgan. Zamonaviy ishlab chiqarish jarayonlarida yuqori sifatli xomashyo, ilg'or texnologiyalar va avtomatlashtirilgan tizimlardan foydalanish mahsulot sifati, ishlab chiqarish unumdorligi hamda ekologik barqarorlikni ta'minlash imkonini bermoqda.

Kalava ip ishlab chiqarishdagi innovatsion texnologiyalar — bu ilg'or yigiruv usullari, raqamli boshqaruv tizimlari, energiya tejamkor uskunalar hamda qayta ishlangan tolalardan samarali foydalanish imkoniyatlarini o'z ichiga oladi. Bunday yondashuv nafaqat iqtisodiy samaradorlikni oshiradi, balki global ekologik muammolarni kamaytirish va barqaror rivojlanishni ta'minlashga ham xizmat qiladi. Xususan, To'qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatini yangi sifat bosqichiga olib chiqishning asosiy istiqbolli yo'nalishlari belgilangan.

Kalava ip — bu trikotaj va to'qimachilik mahsulotlarini tayyorlashda asosiy xom-ashyo bo'lib, paxta, jun, ipak, sintetik va aralash tolalardan olinadi. Kalava ipning sifati matoning mustahkamligi, silliqligi, elastikligi va ko'rinishiga bevosita ta'sir qiladi. Shu sababli, ip yigirish jarayoni eng muhim texnologik bosqichlardan biridir. Kalava ip ishlab chiqarish texnologik bosqichlari quyidagilardan iborat:

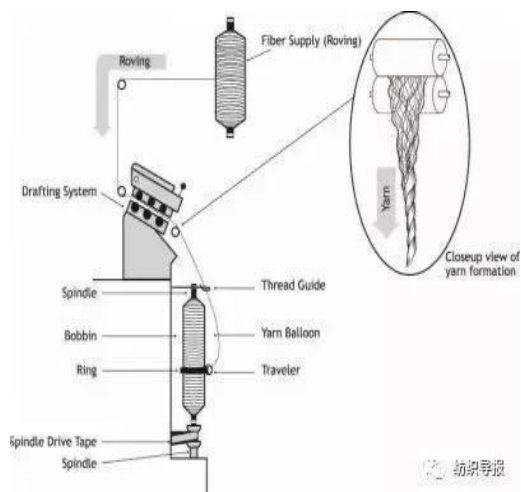
1. Tolani tayyorlash (aralashtirish, tozalash, tarash)
2. Ip yigirish (uzatish, burash, to'qish)
3. Qadoqlash va sifat nazorati

Ammo bugungi kunda ushbu bosqichlar raqamli va avtomatik tizimlar yordamida amalga oshirilmoqda. So'nggi yillarda kalava ip ishlab chiqarishda bir qator ilg'or texnologiyalar joriy etilgan. Ular orasida eng muhimlari quyidagilardir:

Ring (halqali) yigirish texnologiyasi ko'p qirrali yigiruv usuli hisoblanadi (1-rasm). Halqali yigiruv aylanuvchi halqali sayyoh orqali shpal yoki aylanuvchi tolali shpalni chizishni o'z ichiga oladi. Bobin sayohatchiga qaraganda tezroq shamollaydi, ipni nozik ipga aylantiradi. Bu usul turli xil qisqa shtapelli yigirish jarayonlarida, masalan, taroqli, taroqli va aralash yigirishda keng qo'llaniladi. Sayohatchi g'altak yordamida ip ipidan o'tadi va ipni burish uchun po'lat halqa atrofida aylanadi. Halqa halqasidan ishqalanish ipning g'altakdan bir oz sekinroq aylanishiga olib keladi, natijada ip zichroq bo'ladi [3]. Yigiruv tezligi yuqori bo'lib, halqali ip konussimon spiralni hosil qiladi, tolalar asosan ip ichida bir-biriga bog'langan va o'zaro bog'langan. Bu zichlikka olib keladi, yuqori quvvatli ip ip ishlab chiqarish, to'qish va trikotaj uchun javob beradi. Ring Spinning diagrammasi (2-rasm).



1-rasm. Ring yigirish texnologiyasida innovatsion yondashuvi.



2-rasm. Halqali yigiruv mashinasida ip hosil bo'lish bosqichlari.



3-rasm. Rotor (ochiq uchli) yigirish texnologiyasi.



4-rasm. Air-Jet (havo reaktiv) yigirish texnologiyasi.



5-rasm. Jet weft.



6-rasm. Trokotaj tuqish jarayoni.

Rotor (ochiq uchli) yigirish texnologiyasi quyidagicha bo'ladi. 1. Halqa yigirilgan ip deganda halqa yigiruv ramkasida an'anaviy yigirish usuli bilan o'ralgan ip tushuniladi. Ipda ichki va tashqi tolalar bir-biriga bog'langan va bog'langan, shuning uchun ipning tuzilishi qattiq va mustahkamligi yuqori. 2. Ochiq uchli ip yuqori tezlikda aylanadigan rotor oqimi maydonida yoki elektrostatik maydonda tolalarning koagulyatsiyasi va buralishi natijasida hosil bo'lgan ipni anglatadi. Ipni burish va o'rash turli komponentlar bilan yakunlanadi, shuning uchun samaradorlik yuqori va xarajat past bo'ladi[3]. Erkin yigiruvning vakili - rotorli yigiruv ip: (OPEN END) rotorli yigiruv deb ham ataladi, u yigiruv idishidagi tolalarni yuqori tezlikda kondensatsiyalash va burish va ularni ipga chiqarish uchun havo oqimidan foydalanadi. Havo oqimining iplari xususiyatlari: ipning tuzilishi halqali ipga qaraganda yumshoqroq, aşınmaya bardoshli, tekislik, yorqin bo'yash, lekin past kuch. U asosan to'qilgan matolarda katta hajmli oddiy mato va nozik kigiz flanellet uchun ishlatiladi. (3-rasm)

Air-Jet (havo reaktiv) yigirish texnologiyasi - bu yuqori tezlikdagi havo oqimi natijasida hosil bo'lgan siqilgan havoni chiqarishdan foydalanish, yangi turdagi to'quv dastgohlarini joriy etishni yakunlash uchun to'quv og'zi orqali to'quv iplarini tortish, hozirgi vaqtda eng tez rivojlanayotgan to'quv dastgohidir(4-rasm). Jet weft - tortish uchun ishqalanish tortishish hosil qilish uchun siqilgan havo oqimini ortiqcha oro bermay ipga yuborish uchun havodan ortiqcha oro bermay qo'zg'atuvchi vosita sifatida foydalanish, to'qmoq mokining og'zi orqali, reaktiv tomonidan ishlab chiqarilgan reaktiv orqali. to'quv qo'zg'atish maqsadiga erishish(5-rasm).

Vortex yigirish texnologiyasi - bu Yaponiyaning Murata kompaniyasi tomonidan ishlab chiqarilgan, havo reaktivini yigirish asosida ishlab chiqarilgan yangi yarim bepul uchirish texnologiyasi. U tolali to'plamlarni ipga o'rash uchun yuqori tezlikda aylanadigan havo oqimidan foydalanadi, bu qisqa jarayon, kam mehnat, yuqori avtomatlashtirish va yuqori mahsuldorlik afzalliklariga ega. Bu XI asrda eng katta ip yigirish texnologiyalaridan biridir. Uyda va chet elda ko'plab olimlar ipni shakllantirish printsipi, ipning tuzilishi va reaktiv vorteksni yigirishning mahsulotini ishlab chiqish bo'yicha ko'p tadqiqotlar olib borishdi, ammo ishlatilgan xom ashyoning aksariyati regeneratsiya qilingan tsellyuloza tolalari bo'lib, ko'krak tuzilishi dizayni kamroq. Yigirma poliester va paxta tolalarida hanuzgacha muammolar mavjud va Xitoyning reaktiv

vorteksli ip yigirish uskunalari importga juda bog'liq. Bundan tashqari, havo reaktivli vorteks ipining chayqalishi va ipning sifatiga atrof-muhit harorati va namligi katta ta'sir ko'rsatadi[4].

O'zbekistonda innovatsion texnologiyalarni joriy etish holati

- “O‘zto‘qimachilik sanoat” uyushmasi tarkibidagi korxonalarda Germaniya, Yaponiya, Shveysariya, Turkiya va Janubiy Koreya uskunalari keng joriy etilgan.

- BCT Cluster, Uztex, Indorama Kokand Textile kabi yirik korxonalar Air-jet va Vortex tizimlariga asoslangan zamonaviy ishlab chiqarish liniyalarini ishga tushirgan.

- Davlat tomonidan paxtani chuqur qayta ishlashga oid investitsion loyihalar va subsidiyalar taqdim etilmoqda.

Rivojlanish istiqbollari kalava ip ishlab chiqarish quyidagi yo‘nalishlarda rivojlanishi kutilmoqda:

- Ekologik toza iplar (biotola, qayta ishlangan polyester) ishlab chiqarish.
- Raqamli ishlab chiqarish liniyalari (Smart Factory) yaratish.
- Energiya tejamkor uskunalarga to‘liq o‘tish.
- Mahalliy brendlarni yaratish va eksportni kengaytirish.

Xulosa

Xulosa qilganimizda to‘qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatida kalava ip ishlab chiqarish sohasida innovatsion texnologiyalarni joriy etish jarayoni jadal rivojlanmoqda. Zamonaviy avtomatlashtirilgan yigirish mashinalari, raqamli nazorat tizimlari, energiya tejamkor texnologiyalar hamda ekologik toza xom ashyolardan foydalanish ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga xizmat qilmoqda. Innovatsion texnologiyalar yordamida ishlab chiqarilayotgan kalava iplar sifat jihatidan yaxshilanib, ularning mustahkamligi, elastikligi va gigiyenik xususiyatlari yuqori darajaga yetmoqda. Shu bilan birga, chiqindisiz ishlab chiqarish tizimlarini yaratish, qayta ishlangan tolalardan ip olish va raqamli monitoring tizimlarini tatbiq etish sanoatning barqaror rivojlanishini ta'minlamoqda.

Adabiyotlar

- [1]. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 20-maydagi “To‘qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatini rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ–253-son qarori.
- [2]. G‘ulomov, R., Xodjayeva, N. Kalava ip ishlab chiqarish texnologiyasi. – Toshkent: “Fan va texnologiya”, 2021.
- [3]. To‘xtayev, S., va boshq. To‘qimachilik materiallari texnologiyasi. – Toshkent: O‘zbekiston Milliy universiteti nashriyoti, 2019.
- [4]. Shermatov, B. Tikuvchilik va trikotaj mahsulotlari ishlab chiqarish asoslari. – Toshkent: TDTTU nashriyoti, 2020.
- [5]. Internet manbalar:
- [6]. www.textile.uz (<http://www.textile.uz/>) – O‘zbekiston to‘qimachilik va tikuv-trikotaj sanoati uyushmasi rasmiy sayti.
- [7]. www.fibre2fashion.com (<https://www.fibre2fashion.com/>) – Jahon to‘qimachilik yangiliklari portali.
- [8]. www.innovation.uz (<http://www.innovation.uz/>) – O‘zbekistonda innovatsion texnologiyalar yangiliklari.

TIKUV-TRIKOTAJ KORXONALARIDA MEHNATNI ME’YORLASHTIRISH TIZIMINI TAKOMILLASHTIRISH

S.R. Mamatqulova¹, N.N. Nabidjanova²

¹Farg‘ona davlat texnika universiteti

²Namangan davlat texnika universiteti

ORCID: 0000-0003-1367-7013

e-mail: saida.mamatqulova.1989@gmail.com

e-mail: nabidjanovanargiza@gmail.com

(Qabul qilindi 18.03.2026 y.)

Anotatsiya. Quyidagi maqolada tikuv-trikotaj korxonalarida mehnatni me‘yorlashtirish tizimining hozirgi holati va mavjud muammolar hamda ularni bartaraf etish yo‘llari ilmiy jihatdan tahlil qilingan.

Mehnat me'yorlarini takomillashtirish orqali ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, mavjud resurslardan oqilona foydalanish hamda ishchilar mehnatini rag'batlantirish masalalari yoritilgan. Shuningdek, zamonaviy texnologiyalar va boshqaruv yondashuvlarini joriy etishning ahamiyati asoslab berilgan.

Tayanch so'zlar: mehnat me'yorlash, tikuv-trikotaj sanoati, ishlab chiqarish samaradorligi, mehnat unumdorligi, normativ tizim, optimallashtirish.

Аннотация: В данной статье научно проанализированы современное состояние системы нормирования труда на швейно-трикотажных предприятиях, существующие проблемы и пути их решения. Рассмотрены вопросы повышения эффективности производства за счёт совершенствования норм труда, рационального использования имеющихся ресурсов, а также стимулирования трудовой деятельности работников. Кроме того, обоснована значимость внедрения современных технологий и управленческих подходов.

Ключевые слова: нормирование труда, швейно-трикотажная промышленность, эффективность производства, производительность труда, нормативная система, оптимизация.

Abstract. This article provides a scientific analysis of the current state of labor standardization systems in garment and knitwear enterprises, existing problems, and ways to address them. It examines the issues of increasing production efficiency through improving labor standards, rational use of available resources, and enhancing employee motivation. Additionally, the importance of implementing modern technologies and management approaches is substantiated.

Keywords: labor standardization, garment and knitwear industry, production efficiency, labor productivity, normative system, optimization.

Nazariy qism

Yengil sanoat, xususan tikuv-trikotaj tarmog'i mamlakat iqtisodiyotida muhim o'rin tutadi. Ushbu sohada ishlab chiqarish samaradorligini oshirish ko'p jihatdan mehnatni to'g'ri tashkil etish va uni ilmiy asosda me'yorlashtirishga bog'liq. Mehnatni me'yorlashtirish — bu ishlab chiqarish jarayonida ish vaqtining ilmiy asoslangan sarfini aniqlash, ish hajmini belgilash hamda ishchilar faoliyatini tartibga solish tizimidir.

Hozirgi sharoitda tikuv-trikotaj korxonalarida ishlab chiqarish hajmining oshishi, assortimentning kengayishi va raqobatning kuchayishi mehnatni me'yorlashtirish tizimini takomillashtirishni talab etmoqda[1].

Aniqlangan ma'lumotlar bo'yicha bugungi kunda tikuvchilik sanoati iqtisodiyotning muhim tarmoqlaridan biri hisoblanadi. Aholining kiyim-kechakka bo'lgan ehtiyoji doimiy ravishda ortib borayotgani ushbu sohani yanada rivojlantirishni talab etadi. Shu bilan birga, global raqobat sharoitida mahsulot sifati va ishlab chiqarish samaradorligi asosiy omillardan biri bo'lib qolmoqda. Zamonaviy sharoitlarda tikuvchilik korxonalarida ilg'or texnologiyalarni joriy etish mehnat unumdorligini oshirishning eng muhim yo'llaridan biridir. Avtomatlashtirilgan uskunalar, kompyuterlashtirilgan loyihalash tizimlari (CAD), hamda raqamli boshqaruv tizimlari ishlab chiqarish jarayonini tezlashtirib, inson omiliga bog'liqlikni kamaytiradi. Natijada mahsulot tannarxi pasayadi, sifat esa yanada yaxshilanadi.

Xozirgi yangi zamonaviy korxonalarda mehnatni me'yorlashtirish iqtisodiy nazariyada ishlab chiqarishni boshqarishning asosiy instrumentlaridan biri sifatida qaraladi. U mehnat sarfini miqdoriy jihatdan baholash, ishlab chiqarish operatsiyalarini standartlashtirish va mehnat unumdorligini oshirishga xizmat qiladi[2].

Mehnat me'yorlari quyidagi asosiy turlarga ajratiladi:

- vaqt me'yorlari;
- ishlab chiqarish me'yorlari;
- xizmat ko'rsatish me'yorlari.

Mazkur ko'rsatkichlar ishlab chiqarish jarayonining texnologik murakkabligi, texnik jihozlanganlik darajasi va ishchi malakasiga bog'liq.

Tahlillar shuni ko'rsatadiki, ilg'or texnologiyalarni joriy etish tikuvchilik korxonalarida ishlab chiqarish samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Xususan, ishlab chiqarish vaqtining qisqarishi, mahsulot sifatining yaxshilanishi va tannarxning pasayishi kuzatiladi. Bundan tashqari, raqamlashtirish jarayonlari korxonalarning global bozordagi raqobatbardoshligini oshiradi. Shu

bilan birga, texnologiyalarni joriy etish dastlab katta investitsiyalarni talab qilishi mumkin, ammo uzoq muddatda bu xarajatlar o'zini oqlaydi.

Korxonalarda mavjud amaldagi normativ bazaning eskirganligi ishlab chiqarish samaradorligini pasaytiruvchi asosiy omillardan biridir. Zamonaviy texnologiyalar joriy etilganiga qaramay, ko'plab korxonalarda eski me'yorlardan foydalanilmoqda. Bu esa real mehnat sarfi va normativ ko'rsatkichlar o'rtasida tafovut keltirib chiqaradi[3].

Ishlab chiqarish korxonalaridan olingan xronometraj tadqiqotlari natijalariga ko'ra, ishlab chiqarish jarayonida yordamchi operatsiyalar ulushi yuqori. Ish joyining ergonomik jihatdan noto'g'ri tashkil etilishi va logistika kamchiliklari vaqt yo'qotilishiga olib keladi.

Ishlab chiqarish korxonalarida mehnat differensiasiyasining past darajasi individual yondashuvning yetishmasligi mehnat unumdorligini baholashda aniqlikni pasaytiradi. Ishchilarning kasbiy kompetensiyalari yetarli darajada hisobga olinmaydi.

Mavjud korxonalarda rag'batlantirish tizimining samarasizligi mehnat natijalariga asoslangan differensial rag'batlantirish tizimi rivojlanmaganligi sababli ishchilarda motivatsiya darajasi past.

Korxonalarda mehnatni me'yorlashtirish tizimini takomillashtirish yo'llari quyidagi bosqichlarda amalga oshirilsa maqsadga muvofiq bo'lar edi, bular: raqamli texnologiyalarni joriy etish, xronometraj va fotoxronometraj usullarini qo'llash, moslashuvchan normativ tizimni yaratish, kadrlar salohiyatini rivojlantirish[4].

Ishlab chiqarishda ERP, CAD/CAM tizimlari va avtomatlashtirilgan monitoring vositalaridan foydalanish orqali mehnat samaradorligini oshirish mumkin. Xronometraj va fotoxronometraj usullari joriy etish korxonalarida ish vaqtini chuqur tahlil qilish orqali ortiqcha operatsiyalarni aniqlash va ularni optimallashtirish imkoniyati yaratiladi.

Moslashuvchan normativ tizimni yaratish korxonalarida mahsulot turiga qarab adaptiv normativlar ishlab chiqish ishlab chiqarish aniqligini oshiradi.

Kadrlar salohiyatini rivojlantirish esa malaka oshirish va treninglar orqali inson kapitalining rivojlanishi ta'minlanadi.

Agar korxonalarda Innovatsion yondashuvlarni joriy etilsa, masalan, Lean manufacturing, Six Sigma va raqamli monitoring tizimlari ishlab chiqarish samaradorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega bo'ladi. Ushbu yondashuvlar ortiqcha xarajatlarni kamaytirish va sifatni yaxshilashga xizmat qiladi.

Iqtisodiy samaradorlikni oshirish uchun mehnatni me'yorlashtirish tizimini takomillashtirish natijasida ishlab chiqarish hajmi oshadi, tannarx kamayadi va korxona foydasi ortadi. Bu esa korxonaning raqobatbardoshligini kuchaytiradi.

Mehnatni me'yorlashtirish tizimini takomillashtirishda zamonaviy ilmiy-uslubiy yondashuvlardan foydalanish muhim ahamiyatga ega. Ushbu yondashuvlar ishlab chiqarish jarayonlarini chuqur tahlil qilish va optimallashtirish imkonini beradi.

Funksional-qiymat tahlili ishlab chiqarish operatsiyalarining funksional ahamiyatini baholash orqali ortiqcha xarajatlarni aniqlashga xizmat qiladi. Tikuv-trikotaj korxonalarida bu usul:

- ✓ ortiqcha texnologik operatsiyalarni qisqartirish;
- ✓ ishlab chiqarish siklini optimallashtirish;
- ✓ mahsulot tannarxini kamaytirish imkonini beradi.

Ishlab chiqarish jarayonlarini matematik modellashirish orqali mehnat sarfini prognozlash mumkin. Bu esa normativlarni ilmiy asosda shakllantirishga yordam beradi[5].

Mehnatni me'yorlashtirish samaradorligini aniqlash uchun quyidagi asosiy ko'rsatkichlardan foydalaniladi: Mehnat unumdorligi koeffitsienti

$$MU=TQ(1)$$

Bu yerda:

MU – mehnat unumdorligi,

Q – ishlab chiqarilgan mahsulot hajmi,

T – sarflangan vaqt.

Bu ko'rsatkich ish vaqtining qanchalik samarali ishlatilganini ifodalaydi.

Tikuv-trikotaj korxonalarida mehnat samaradorligi ko'p jihatdan ergonomik sharoitlarga bog'liq: ish joyining qulay joylashuvi; yoritish va mikroiklim sharoitlari; ishchi harakatlarining optimalligi.

Ergonomik talablar bajarilmaganda: ishchining charchashi ortadi; ish sifati pasayadi; mehnat unumdorligi kamayadi. Shuning uchun mehnatni me'yorlashtirishda ergonomik omillarni hisobga olish zarur[6].

Tikuv-trikotaj korxonalarida mehnatni me'yorlashtirish tizimini takomillashtirish ishlab chiqarish samaradorligini oshirishning strategik yo'nalishlaridan biridir. Ilmiy asoslangan yondashuvlar, zamonaviy texnologiyalar va inson kapitalini rivojlantirish orqali yuqori iqtisodiy natijalarga erishish mumkin. Tikuv-trikotaj korxonalarida mehnatni me'yorlashtirish tizimini modernizatsiya qilish ishlab chiqarish samaradorligini oshirishning muhim omilidir. Zamonaviy texnologiyalarni joriy etish, ilmiy asoslangan normativlar ishlab chiqish va inson kapitalini rivojlantirish orqali yuqori natijalarga erishish mumkin.

XULOSA

Xulosa qilib shuni aytadigon bo'lsak ishlab chiqarish korxonalari yengil sanoat tarmog'ining eng muhim yo'nalishlaridan biri sifatida — nafaqat tayyor mahsulot ishlab chiqarishga, balki uning butun zanjiridagi har bir bosqichga e'tibor qaratishni talab qiladi. Texnologiyalar uyg'unligi orqali tikuvchilik sanoati nafaqat ichki ehtiyojlarni qondiradi, balki xalqaro bozorlarda sifatli va ekologik toza mahsulotlar bilan ishonchli ishtirok etadi.

Adabiyotlar

- [1]. Tursumatova Shaxlo Samiyevna, & Mamatqulova Saida Raxmatovna. (2022). The importance of creating embroidery patterns from the methods of artistic decoration in the light industry. Innovative Technologica: Methodical Research Journal,3(05),1–10.
- [2]. Raxmatovna.M.S.(2022). Analysis of women's clothes sewing-a study to develop a norm of time spent on the technological process of knitting production. International Journal of Advance Scientific Research.2(03).16-21.
- [3]. Raxmatovna.M.S.(2022).Research on the development of norms of time spend on the technological process of sewing and knitting production; basic raw materials, their composition and properties.Innovative Technologica: Methodical Research Journal, 3(03), 28-32. ISSN:2776-0987, Volume3, Issue5,May,2022.7
- [4]. Raxmatovna.M.S.(2021). The description of perspective fashion trends in men's clothing. Innovative Technological:Methodical Research Journal,2(10),15-20.
- [5]. Nizamova, B. B., & Mamatqulova, S. R. (2021). Analysis of the Range Of Modern Women's Coats. The American Journal of Engineering and Technology, 3(9), 18-23.
- [6]. Tursunova, X.Sh., Mamatqulova Saida Rahmatovna. (2020). Ayollar paltosi uchun gazlamalar taxlili. 3 rd international congress of the human and social science researches (itobiad).

ZAMONAVIY MODAGA MOS RAVISHDA MILLIY ORNAMENTLARDAN FOYDALANIB MODELLAR YARATISH

G.A. Mirboboyeva, L. M. Mahmudjonov

Farg'ona davlat texnika universiteti

ORCID: 0009-0000-7507-8580

gulxayomirboboyeva898@gmail.com

mahmudjanov1@icloud.com

(Qabul qilindi 18.03.2026 y.)

Annotatsiya: Ushbu maqolada milliy liboslarni zamonaviy moda talablariga moslashtirish jarayonida yuzaga keladigan muammolar tahlil qilinadi. Milliy kiyimlarning tarixiy va madaniy ahamiyati saqlangan holda, ularni global moda tendensiyalariga uyg'unlashtirish masalalari ko'rib chiqiladi. Shuningdek, dizaynerlar duch kelayotgan asosiy qiyinchiliklar, innovatsion yechimlar va istiqbolli yo'nalishlar haqida fikr yuritiladi.

Kalit so'zlar: milliy libos, zamonaviy moda, dizayn, an'ana, innovatsiya, tekstil, madaniyat, globalizatsiya, moda sanoati, estetik yondashuv

Аннотация: В данной статье рассматриваются проблемы, возникающие в процессе адаптации национальной одежды к требованиям современной моды. Особое внимание уделяется сохранению исторической и культурной ценности традиционных костюмов при их интеграции в глобальные модные тенденции. Также анализируются основные трудности, с которыми сталкиваются дизайнеры, а также возможные инновационные решения и перспективные направления развития.

Ключевые слова: национальная одежда, современная мода, дизайн, традиции, инновации, текстиль, культура, глобализация, индустрия моды, эстетический подход

Annotation: This article examines the challenges that arise when adapting traditional clothing to the requirements of contemporary fashion. It explores how garments with deep historical and cultural significance can be integrated into modern global fashion trends without losing their identity. In addition, the paper discusses the main difficulties faced by designers, as well as possible innovative approaches and future development directions in this field.

Keywords: traditional clothing, modern fashion, design, heritage, innovation, textile, culture, globalization, fashion industry, aesthetic approach.

Kirish

Milliy liboslar har bir xalqning o'ziga xosligini, tarixini va madaniy merosini aks ettiruvchi muhim unsurlardan biridir. Ular asrlar davomida shakllanib, turli ijtimoiy va madaniy jarayonlar ta'sirida rivojlangan. Hozirgi globallashuv davrida esa moda sanoati tez sur'atlarda o'zgarib bormoqda. Bu esa milliy kiyimlarni zamonaviy modaga moslashtirish zaruratini yuzaga keltirmoqda. Zamonaviy moda nafaqat estetik jihatdan, balki funktsionallik, qulaylik va texnologik yangiliklarni ham talab qiladi. Shu sababli milliy liboslarni hozirgi davr talablariga moslashtirish jarayoni oddiy emas, balki murakkab va ko'p qirrali masala hisoblanadi. Ushbu maqolada aynan shu jarayonda uchraydigan muammolar keng yoritiladi. Milliy liboslarni zamonaviy modaga moslashtirish jarayonida birinchi navbatda an'anaviylik va zamonaviylik o'rtasidagi muvozanat muammosi yuzaga chiqadi

Asosiy qism

Milliy kiyimlar o'zining shakli, bezagi va ranglari bilan ajralib turadi. Agar bu elementlar haddan tashqari o'zgartirilsa, kiyim o'z milliylik xususiyatini yo'qotishi mumkin. Aksincha, agar umuman o'zgartirilmasa, u zamonaviy iste'molchilar talablariga javob bermasligi mumkin. Shu sababli dizaynerlardan juda nozik yondashuv talab etiladi. Yana bir muhim muammo bu zamonaviy iste'molchilar didining o'zgarishidir. Bugungi kunda yoshlar qulay, sodda va universal kiyimlarni

afzal ko'rishadi. Milliy liboslar esa ko'pincha murakkab bichim, ko'p qatlamlilik va bezaklarga ega bo'ladi. Bu esa kundalik foydalanishda noqulaylik tug'diradi. Natijada milliy kiyimlar faqat bayram yoki maxsus tadbirlarda kiyiladigan libosga aylanib qolmoqda. Material va texnologiya bilan bog'liq muammolar ham dolzarb hisoblanadi. An'anaviy matolar ko'pincha qo'lda tayyorlanadi va ularning narxi yuqori bo'ladi. Zamonaviy ishlab chiqarishda esa arzon va tez tayyorlanadigan materiallarga talab katta. Shu bois milliy matolarni sanoat miqyosida ishlab chiqarish va ularni zamonaviy texnologiyalar bilan uyg'unlashtirish muhim masala bo'lib qolmoqda. Bundan tashqari, madaniy identitetni saqlash muammosi ham mavjud. Global moda ta'sirida ko'plab milliy elementlar yo'qolib ketish xavfi ostida. Dizaynerlar ba'zan xalqaro trendlarni ortiqcha takrorlab, milliylikni ikkinchi o'ringa qo'yib qo'yishadi. Bu esa milliy merosning asta-sekin unutilishiga olib kelishi mumkin. Iqtisodiy omillar ham muhim rol o'ynaydi.



1-rasm Milliy va zamonaviy libos.

Milliy liboslarni zamonaviylashtirish ko'pincha katta mablag' talab qiladi. Yangi dizayn yaratish,

sifatli mato topish va ishlab chiqarish jarayonini yo'lga qo'yish hamma uchun ham oson emas. Shu sababli kichik ishlab chiqaruvchilar bu jarayonda qiyinchiliklarga duch kelishadi. Yana bir muammo bu marketing va targ'ibotning yetarli emasligidir. Ko'plab milliy kiyimlar zamonaviy shaklda yaratilayotgan bo'lsa-da, ular keng ommaga yetib bormaydi. Zamonaviy reklama, ijtimoiy tarmoqlar va brending yetarli darajada qo'llanilmasa, bunday mahsulotlar bozorda o'z o'rnini topa olmaydi. Shu bilan birga, ushbu muammolarga qaramay, ijobiy jihatlar ham mavjud. Masalan, ayrim dizaynerlar milliy elementlarni zamonaviy kiyimlarga muvaffaqiyatli qo'shib, yangi uslublarni yaratmoqda. Minimalizm bilan milliy naqshlarni uyg'unlashtirish, an'anaviy bezaklarni zamonaviy kesimlar bilan birlashtirish kabi yondashuvlar tobora ommalashib bormoqda. Kelajakda



2-rasm Ayollar milliy libosi.

qiladi

Milliy liboslarni zamonaviy modaga moslashtirish jarayonini tushunishda “an’ana” va “innovatsiya” tushunchalarining o'zaro aloqasi muhim ahamiyatga ega. An'ana bu avloddan-avlodga o'tib kelayotgan barqaror qadriyatlar tizimi bo'lsa, innovatsiya esa yangilik kiritish va rivojlanish jarayonini anglatadi. Ushbu ikki omil o'rtasidagi muvozanatni saqlash dizayn faoliyatining asosiy vazifalaridan biridir. Shuningdek, madaniy identitet tushunchasi ham nazariy jihatdan muhim o'rin egallaydi. Milliy liboslar orqali xalq o'zining o'ziga xosligini saqlab qoladi va uni boshqalarga namoyon etadi.

Globalizatsiya sharoitida esa turli madaniyatlar o'zaro aralashib, yagona moda makonini shakllantirmoqda. Bu jarayon bir tomondan yangi imkoniyatlar yaratasa, ikkinchi tomonda milliylikning yo'qolib ketish xavfini ham kuchaytiradi. Zamonaviy[4] dizayn nazariyasida funktsionallik, ergonomika va estetik uyg'unlik muhim mezonlar sifatida qaraladi. Kiyim nafaqat chiroyli, balki qulay va amaliy bo'lishi kerak. Shu sababli milliy liboslarni zamonaviylashtirishda ularning bichimi, materiali va foydalanish qulayligi qayta ko'rib chiqiladi. Bunda inson omili, ya'ni kiyimni kiyuvchi shaxsning ehtiyojlari va turmush tarzi asosiy mezon sifatida olinadi. Bundan tashqari, texnologik taraqqiyot ham nazariy asos sifatida muhim rol o'ynaydi. Raqamli dizayn, avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish va yangi materiallar milliy kiyimlarni yangicha talqinda yaratish imkonini bermoqda. Bu esa dizaynerlarga an'anaviy elementlarni saqlagan holda, ularni zamonaviy shaklda ifodalash imkonini beradi. Umuman olganda, milliy liboslarni zamonaviy modaga moslashtirish nazariy jihatdan ko'p omilli jarayon bo'lib, unda madaniyat, texnologiya va estetika o'zaro uzviy bog'liq holda namoyon bo'ladi. Ushbu jarayonni chuqur o'rganish va ilmiy asosda yondashish milliy moda rivojining muhim sharti hisoblanadi.

Xulosa

Xulosa qilib aytganda, milliy liboslarni zamonaviy modaga moslashtirish murakkab, ammo muhim jarayondir. Bu jarayonda an'anaviylikni saqlab qolish bilan birga, zamonaviy talablarni ham

inobatga olish zarur. Dizaynerlar, ishlab chiqaruvchilar va tadqiqotchilar o'zaro hamkorlikda ishlasalar, milliy kiyimlar nafaqat saqlanib qoladi, balki global moda sahnasida ham munosib o'rin egallashi mumkin.

Adabiyotlar

- [1]. Karimova D. Milliy liboslar dizaynining zamonaviy rivojlanish tendensiyalari. – Toshkent: Dizayn nashriyoti, 2021.
- [2]. Rasulov Sh. Tekstil sanoatida innovatsion texnologiyalar va ularning qo'llanilishi. – Samarqand: Ilm-fan markazi, 2020.
- [3]. Abdullayeva M. Moda va madaniyat: an'ana va zamonaviylik uyg'unligi. – Toshkent: Yangi asr avlod
- [4]. Smith J. Barqaror moda va zamonaviy dizaynda madaniy o'zlik masalalari. – London: Fashion Press, 2019.
- [5]. Ivanov A. Moda sanoatining zamonaviy rivojlanish tendensiyalari. – Moskva: Ilmiy dunyo, 2018.
- [6]. Xudoyberdiyev A. Tekstil mahsulotlarini loyihalash va ishlab chiqarish. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2018.
- [7]. Qodirova S. Madaniy meros va zamonaviy kiyim dizayni o'rtasidagi bog'liqlik. – Samarqand: Ilm ziyosi, 2020.
- [8]. Ergasheva L. Moda sanoatida innovatsion yondashuvlar. – Toshkent: Yangi nashr, 2022.

TURLI TOLALALARDAN TO'QILGAN KO'YLAKBOP GAZLAMALARNING MEXANIK XOSSALARINI TAHLILI

M.M. Ulug'boboieva

Farg'ona davlat texnika universiteti

ORCID: 0000-0002-5318-5315

E-mail: mavjudaulugboboyeva@gmail.com

(Qabul qilindi 18.03.2026 y.)

Аннотация. Мақолада кўйлакбоп матонинг физик-механик хусусиятларини тадқиқ қилиш асосида уларга таъсир этувчи параметрлар ўрганиб чиқилганлиги ва уларни ўзгартириш асосида сифат кўрсаткичларининг яхшиланишига эришилганлиги баён этилган.

Kalit so'zlar: to'qimachilik sanoati, ko'ylakbop matolar, tolaviy tarkib, fizik-

mexanik xususiyatlar, uzilish kuchi, ishqalanishga chidamlilik, mato zichligi, ip tuzilish.

Abstract: The article states that, based on a study of the physical and mechanical properties of shirt fabrics, parameters were studied and improvements in quality indicators were achieved by modifying them.

Keywords: textile industry, dress fabrics, fiber composition, physical-mechanical properties, tensile strength, abrasion resistance, fabric density, yarn structure.

Аннотация. В статье указано, что на основе исследования физико-механических свойств сорочечных тканей изучены параметры и достигнуто улучшение показателей качества за счет их изменения.

Ключевые слова: текстильная промышленность, платьевые ткани, волокнистый состав, физико-механические свойства, разрывная нагрузка, стойкость к истиранию, плотность ткани, структура пряжи.

To'qimachilik sanoatida ishlab chiqarilayotgan matolar turli xilma- xildir. Ularning tuzilishi, ishlatilish maqsadlari, tola tarkibi va xususiyatlari bo'yicha bir-biridan farqlanadi.

Mahalliy xomashyodan foydalanib, yangi mato assortimentlarini kengaytirish va ishlab chiqarish, mahalliy to'qimachilik xomashyolarini qayta ishlash hajmini oshirish, ilg'or chet el firmalari bilan hamkorlikda soha korxonalariga eng yangi texnologiya va uskunalarni joriy etish hozirgi kunning asosiy masalalaridan biri bo'lib hisoblanadi [1].

Ko'ylakbop matolari juda xilma -xil bo'lib, ular xomashyo tarkibiga ko'ra, ular paxta, zig'ir, jun, tabiiy ipak va kimyoviy tolalardan, aralash tuzilishdagi iplar asosida ishlab chiqariladi. Paxta tolaviy tarkiblii matolar har xil maqsaddagi liboslar uchun ishlatiladi - mavsumiy kiyim kechaklar, sarafanlar, xalatlar, bluzkalar, bolalar liboslari va boshqalar.

Ko'ylakbop matolar mavsumiylikiga qarab yozgi, mavsumiy va qishga bo'lingan keng va xilma-xil libosli holda ishlab chiqaradi. Ko'plab yangi, istiqbolli matolar joriy qilinganiga qaramay, eski turdagi matolar ko'p miqdorda ishlab chiqariladi.

Masalan, mavsumiy qishki va bahorgi ko'ylakbop matolar karda va qayta tarash yigirish sistemasi bilan olingan iplardan ishlab chiqariladi. Bu guruhga kiruvchi gazlamalar yozgi guruhdagilarga nisbatan bir oz qalin, zich va og'irroq bo'ladi.

Bu ko'ylakbop matolar turli xil maqsadlarda foydalanish uchun ishlab chiqariladi - kundalik yozgi va qishki ko'ylaklar uchun, sport uslubidagi ko'ylaklar va hokazo. Kundalik sport turidagi ko'ylaklar uchun, asosan, yorqin rangli matolardan foydalaniladi. Ko'ylakbop matolar yengil, yumshoq, elastik bo'lishi talab etiladi. Bundan tashqari, ular havo o'tkazuvchanlik xususiyatiga ega, kam qisqarishi, pishiq bo'lishi, ayniqsa yorug'lik va yuvish ta'siriga chidamli bo'lishi kerak.

Ko'ylakbop matolarning asosiy ko'rstikichlaridan biri, ularning uzilish kuchi, ishqalanishga chidamliligi kiradi.

Ko'ylakbop matolarning uzish kuchi - bu yuqorida aytilgan o'lchovli namunalarni uzish uchun sarf qilingan kuch. Uzish kuchi matolarning uzilish kuchini ko'rsatadi.

Ko'ylakbop matolarning uzilish kuchi ularning tola tarkibiga, hosil qiluvchi iplarning tuzilishi va chiziqliy zichligi, o'rilishi, zichligi, pardozlash turiga bog'liq. Iplar qancha yo'g'on va qancha zich bo'lsa, u shuncha mustahkamdir. Bosish, appretlash kabi pardozlash jarayonlari matolarning mustahkamligini oshiradi, oqartirish, bo'yash jarayonlari bo'lsa, mustahkamlikni biroz pasaytiradi. Uzish kuchini aniqlash bilan bir paytda namunalarning cho'zilishdagi uzayishi ham aniqlanadi. Cho'zilishdagi uzayishi deb namunalarning dastlabki uzunligi bilan uzilgungacha cho'zilgandagi uzunligi orasidagi farqi tushuniladi [2]. Ko'ylakbop matolarning asosiy ko'rsatkichlaridan biri uning ishqalanishga chidamliligidir. Matolarning ishqalanishga chidamliligi tola tarkibiga, zichligiga, iplarning ingichka yoki yo'g'onligiga, qalinligiga va boshqa ko'rsatkichlariga bog'liqdir. Masalan, matolar qanchalik ko'p ishqalansa, tuzilishi buziladi, tarkibidagi iplar uziladi, mustahkamligi pasayadi.

Ko'ylakbop matolarning yemirilishi asosan ishqalanish ta'siri natijasida bo'ladi. Matolarning ishqalanishga chidamliligi ularning tolaviy tarkibiga, sirtining tuzilishiga bog'liq. Eng avval matolarning sirtiga chiqib turgan tola uchlari ishqalanish ta'sirida bo'ladi.

Ko'ylakbop matodagi iplarning bukilgan joylariga chiqib turgan tolalar yemirila boshlaydi. Tola sirtining ba'zi joylari shikastlanadi va tolalar uziladi. Ayrim tolalar yoki tola qismlari ip tarkibidan chiqqani tufayli iplar ham uziladi.

Ko'ylakbop matolarning sirtiga chiqib turgan iplarning bukilgan joylari ishqalanish ta'sirida eng birinchi bo'lib yemiriladi. Bu joylar matolarning tayanch sirti hisoblanib, ya'ni matolarning tayanch sirti qancha katta bo'lsa, uning yemirilishga chidamliligi ham shuncha yaxshi bo'ladi. Matolarning tayanch sirtini kuchaytirish yo'li bilan uning yemirilishga chidamliligini oshirish mumkin. Buning uchun uzun qoplamali o'rilishlar (satin, atlas), tola tarkibida ishqalanishga chidamli tolalar (kapron, lavsan) yoki pardozlash jarayonlar (appretlash) qo'llaniladi.

Ko'ylakbop matosining ishqalanishga chidamliligi ham tayanch sirti miqdoriga bog'liq. Shuning bilan birga trikotajni hosil qiluvchi iplar ishqalanib uzilganda matolarning o'rilishiga ko'ra halqa ustunchalaridagi yoki qatoridagi halqalar biri biridan chiqadi va matolarning tuzilishi buziladi.

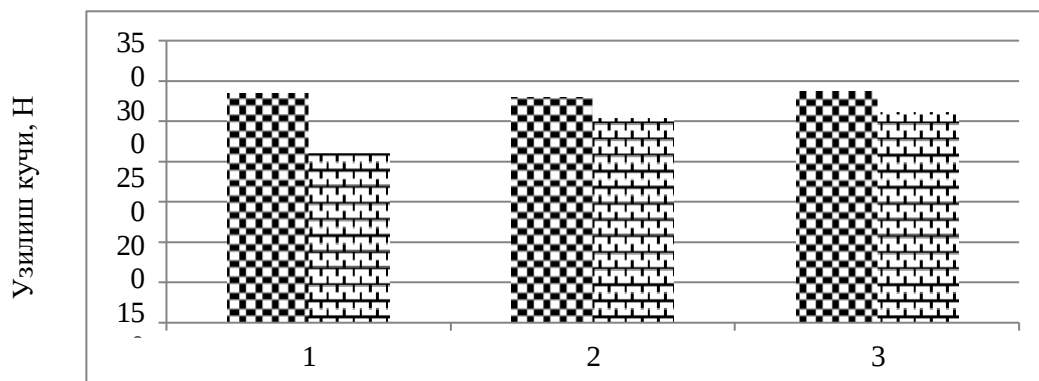
Tolalar tarkibi turlicha bo'lgan ko'ylakbop matolarning mexanik xossalarini aniqlash borasida tadqiqot ishlari o'tkazildi va olingan sinov natijalari quyidagi 1-jadvalda keltirildi.

1-jadval

Tolalar tarkibi turlicha bo'lgan ko'ylakbop matolarning mexanik xossalarining tadqiqoti

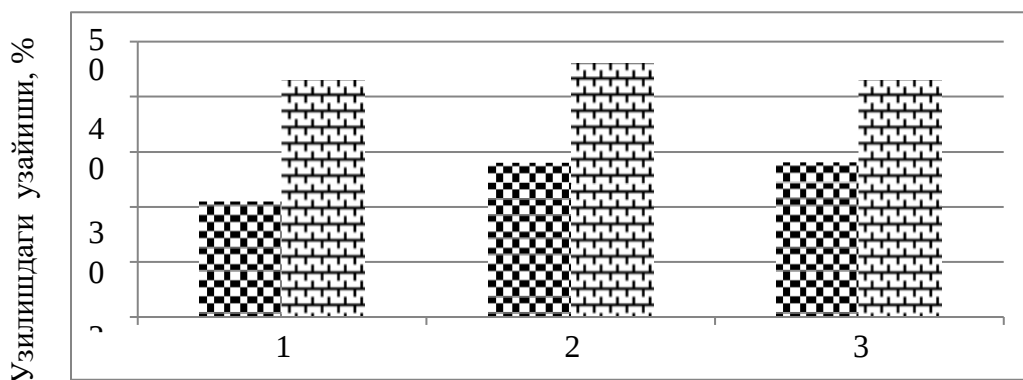
№	Ko'rsatkichlar nomi	Ko'ylakbop matoning tola tarkibi bo'yicha variantlar		
		60% paxta va 40% poliester tolali	70% paxta va 30% poliester tolali	65% poliester va 35% paxta
1.	Matoning uzilish kuchi, N tanda bo'yicha arqoq bo'yicha	284	279	287
		209	253	261
2.	Matoning uzilishdagi uzayishi, % tanda bo'yicha arqoq bo'yicha	21	28	28
		43	46	43
3.	Ishqalanishga chidamliligi, tsikl	8800	8000	10300

Tolalar tarkibi turlicha bo'lgan ko'ylakbop matolarning tanda va arqoq yo'nalishi bo'yicha uzilish kuchi, tanda va arqoq yo'nalishi bo'yicha uzilishdagi uzayishi, ishqalanishga chidamliligiga tola tarkibining ta'sirini tadqiq etishdan olingan sinov natijalari gistogramma ko'rinishida 1-3-rasmlarda keltirildi.



Turli aralashma tolali mato 1-tanda bo'yicha; 2-arqoq bo'yicha.

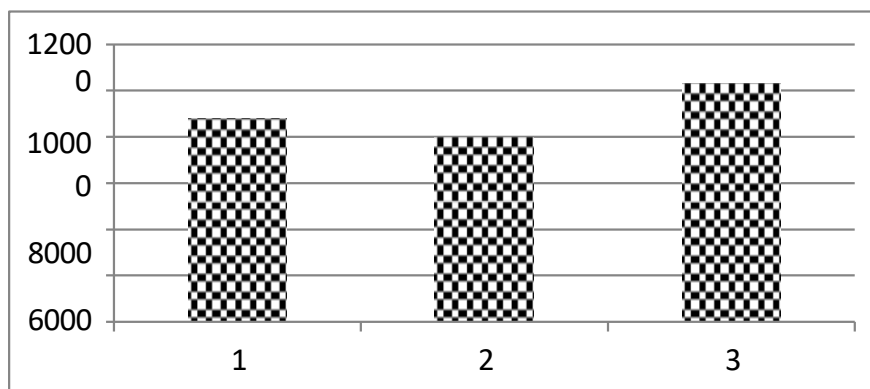
1-rasm. Ko'ylakbop matolarning tanda va arqoq yo'nalishi bo'yicha uzilish kuchiga tola tarkibining ta'siri.



Turli aralashma tolali mato

1-tanda bo'yicha; 2-arqoq bo'yicha.

2-rasm. Ko'ylakbop matolarning tanda va arqoq yo'nalishi bo'yicha uzilishdagi uzayishiga tola tarkibining ta'siri.



Turli aralashma tolali mato

3-rasm. Ko'ylakbop matolarning ishqalanishga chidamliligigtola tarkibining ta'siri.

Tolalar tarkibi turlicha bo'lgan ko'ylakbop matolarning mexanik xossalari tadqiq etildi. Olingan sinov natijalari 60% paxta tolasi bilan 40% poliester tolali ko'ylakbop matoning

ko'rsatkichlariga nisbatan solishtirildi. 70% paxta tolasi bilan 30% poliester tolali ko'ylakbop matoning tanda yo'nalishi bo'yicha uzilish kuchi 1,8% ga kamaydi, arqoq yo'nalishi bo'yicha uzilish kuchi 17,4% ga, tanda yo'nalishi bo'yicha uzilishdagi uzayishi 25,0% ga, arqoq yo'nalishi bo'yicha uzilishdagi uzayishi 6,5% ga oshdi, ishqalanishga chidamliligi 9,1% ga kamaydi, 65% poliester tolasi bilan 35% paxta tolali ko'ylakbop matoning tanda yo'nalishi bo'yicha uzilish kuchi 1,1% ga kamaydi, arqoq yo'nalishi bo'yicha uzilish kuchi 19,9% ga, tanda yo'nalishi bo'yicha uzilishdagi uzayishi 25,0% ga oshdi, arqoq yo'nalishi bo'yicha uzilishdagi uzayishi o'zgarmadi, ishqalanishga chidamliligi 14,6% ga oshdi [3].

Tadqiqot natijalari tahlilidan ko'rinib turibdiki, ko'ylakbop mato tarkibida poliester tolasining miqdori qanchalik ko'p bo'ladigan bo'lsa, uzilish kuchi va ishqalanishga chidamlilik ko'rsatkichi yuqori bo'lishi kuzatildi, ya'ni ko'ylakbop matoning tanda yo'nalishi bo'yicha uzilish kuchi 1,1% dan 1,8% gacha, arqoq yo'nalishi bo'yicha uzilish kuchi 17,4% dan 19,9% gachacha, tanda yo'nalishi bo'yicha uzilishdagi uzayishi 25,0% gacha, arqoq yo'nalishi bo'yicha uzilishdagi uzayishi 6,5% gacha, ishqalanishga chidamliligi 9,1% dan 14,6% gacha oshganligi aniqlandi.

Adabiyotlar

- [1]. B.T. Turakulov, S.A. Khamrayeva, L.I. Tashpulotov. Research and analysis of mechanical properties of shirt fabrics
- [2]. With different fiber content //Multidisciplinary Journal of Science and Technology, 2025, 5(5), 180–184.
- [3]. To'raqulov, B. T., Xamrayeva, S. A., & Muminov, Q. (2025). Increasing the air permeability of suiting fabrics. v international bulletin of engineering and technology (T.
- [4]. Выпуск 2, ss. 86–90). Zenodo.
- [5]. Ulugboboyeva, M. M. (2021). Creation of new modern clothes from national fabrics. Innovative Technologica: Methodical Research Journal, 2(11), 63-68.
- [6]. Ulugbabayeva M.M., & Valiyevich, X. J. (2021). Research and analysis of physical and mechanical properties of the national fabric-adras. Innovative Technologica: Methodical Research Journal, 2(12), 77-88.
- [7]. Ulug'boboieva, M. M. (2022). Development of the Concept of a Collection of Dresses from Khonatlas Fabric. Eurasian Journal of Engineering and Technology, 10, 121-124.
- [8]. Ulugboboyeva, M. M. From tradition to trend: craftingadress series with national satin fabrics. ISSN (E):2832-1766 JIF:7.235. www.americanjournal.org.
- [9]. Ulug'boboieva M. M. (2025). Zamonaviy texnologiyalarni ishlab chiqarish korxonalariga joriy qilish. (2025). Journal of multidisciplinary innovation in science and education, 1(3), 5-7. <https://insightpublishing.org/index.php/jme/article/view/599> CREATING .
- [10]. Ulug'boboieva M. M. (2025) Clothing designs from uzbek national fabrics. (2025). Modern American Journal of Engineering, Technology, andInnovation,1(7),29-37. <https://usajournals.org/index.php/2/article/view/1155>

SPORT POYABZALLARIGA QO'YILADIGAN TALABLAR

A.A. Homidov

Farg'ona davlat texnika universiteti

ORCID: 0009-0008-1560-1032

E-mail: homidovabdumajid89@gmail.com

(Qabul qilindi 18.03.2026 y.)

Annotatsiya : Ushbu maqolada sport poyabzallari uchun qo'yiladigan talablar va sport poyabzallari uchun ishlatiladigan tabiiy va sun'iy charm larni fizik va mexanik xususyatlari va sport poyabzalarni ergonomik xususyatlari ko'rib chiqilgan va sport poyabzallari uchun maqbul charm tavsiya etilgan.

Kalit so'zlar: qalinlik, xavo o'tkazuvchanlik, namlik, qulaylik, chidamlilik, ishqalanish, egilish, siqilish, sport, cho'zilish.

Аннотация: В данной статье рассматриваются требования к спортивной обуви, физико-механические свойства натуральной и искусственной кожи для спортивной обуви, эргономические свойства спортивной обуви, а также даются рекомендации по выбору кожи для спортивной обуви.

Ключевые слова: толщина, воздухопроницаемость, влажность, комфорт, эластичность, трение, гибкость, сжатие, спорт, растяжение.

Abstract: This article reviews the requirements for sports shoes, the physical and mechanical properties of natural and artificial leathers for sports shoes, the ergonomic properties of sports shoes, and recommends leather for sports shoes.

Keywords: thickness, breathability, moisture, comfort, elasticity, friction, flex, compression, sports, stretch.

Kirish: O'zbekiston Respublikasida sportga bo'lgan e'tibor kundan kun oshib kelmoqda xususan O'zbekiston Respublikasi Prezidenti bu soxada juda yirik islohatlar olib bormoqda xususan O'zbekiston Respublikasi Sportni rivojlantirish vazirligi tashkil etilgani sportga bo'lgan e'tibor yanada oshirilganligi yaqqol namoyon bo'lib kelmoqda. Bu esa yurtimiz sportchilarini oldiga yanada yuksak marralar qo'yishga yurtimiz shanini jaxon miqyosida ximoya qilishga zamin yaratib kelmoqda. Bu soxa uchun maxsus Sport poyabzali sportchilar uchun juda muhim xisoblanib oddiy poyabzaldan farqli ravishda **sport mashg'ulotlari vaqtida oyoqni himoya qilish, qulaylik yaratish va harakat samaradorligini oshirish** uchun maxsus ishlab chiqiladi. Shuning uchun sport poyabzallariga bir qator **gigiyenik, mexanik, ergonomik va konstruktiv talablar** qo'yiladi.

Nazariy qism

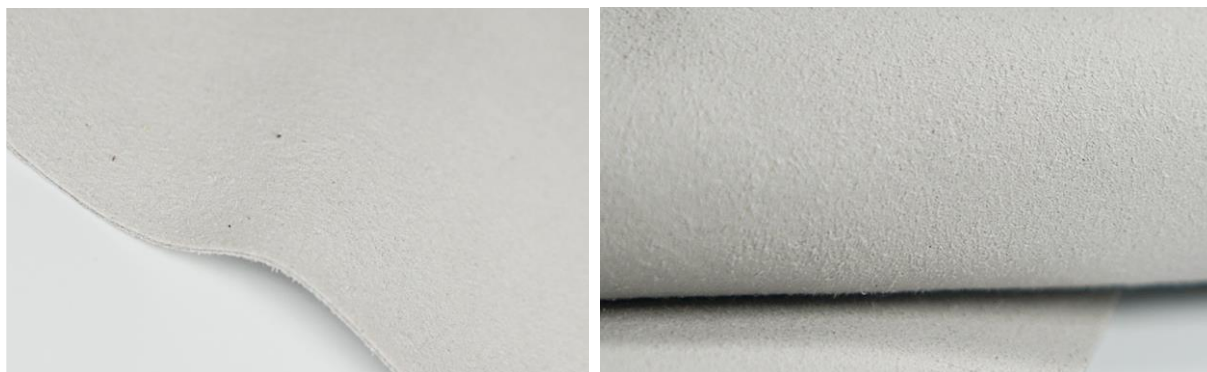
Gigiyenik talablar: Sport poyabzal oyoq gigiyenasini saqlashi va oyoq uchun sog'lom muhit yaratishi kerak sportchi mashg'ulot paytida oyoq xarakatlari tufayli inson tanasida terlash xosil bo'ladi bu esa sportchini mashg'ulot davrida poyabzal ichidagi oyoq uchun noqulaylik tug'diradi , oyoq terlash natijasida sportchini oyog'ni oyog'I poyabzal ichida sirpanishiga olib keladi bunday muamolarni oldini olish uchun sport poyabzali materyali xavo o'tkazuvchanligi yaxshi nam shimuvchanligi yaxshi bo'lgan material dan foydalanish tavsiya etiladi. Yana bir muhim jixati poyabzal ozida qish mavsumlarida issiqlik saqlash xususiyati xam yaxshi darajada bo'lishi lozim agarda poyabzalda inson oyog'I issiq turmasa sportchini butun tanasi issimasligi tadqiqod natijaraida isbotlangan shu sababdan poyabzal issiqlik saqlash xususiyati xam juda yaxshi bolishi kerak.[1]

Anatomik va ergonomik talablar: Sport poyabzallari loyixalanilayotgan payita yana bir muhim jixati xisobga olinadi poyabzal inson oyoq tuzilishga mos bo'lishi va va mashg'ulot davrida oyoq barmoqlari erkin xarakat qila olishi , sportchini sakirash va yugurish davrida tovon qismini mahkam ushlab turishi va oyoqni erkin xarakatini cheklamasligi inobatga olinadi agarda yuqoridagi sabablar bartaraf etilmasa sportchini oyoq qismlarida turli xil yallig'lanishlarga sabab bo'ladi.

Mexanik talablar: Sport poyabzal materiali va konstruksiyasi turli yuklamalarga bardosh berishi kerak mashg'uloda davrida sporni turiga qarab sportchini oyoq qismiga turli yuklamalar tushadi bunday yuklamalar tushgan payitda sport poyabzali uchun ishlatilgan material mustahkamligi yuqori bo'lishi cho'zilishga jidamlik bo'lishi uzilish mustahkamligi yuqori bo'lishi kerak.

Estetik va dizayn talablari: Sport poyabzal zamonaviy ko'rinishga ega bo'lishi va zamonaviy dizayn uyg'unlashuvi va sport turlariga mos xolda loyixalanishi lozm va zamonaviy brend ko'rinishga ega bo'lishi boshqa poyabzallardan ajralib turishga sabab bo'ladi.

Charm poyabzal ustki qismi : Tashqi ko'rinishi va ishlashini saqlab qolish uchun muntazam tozalashni talab qiladi. Foydalanuvchilar har foydalanishdan keyin chang va kirni yumshoq cho'tka yoki nam mato bilan tozalashlari kerak. Chuqurroq tozalash uchun egar sovuni yaxshi ishlaydi, chunki u tabiiy yog'larni yo'qotmasdan tozalaydi. Ko'pgina mutaxassislar muntazam parvarish qilish uchun iliq suv va poyabzal sovunidan foydalanishni tavsiya qiladilar. Tozalashdan so'ng, poyabzal 24 dan 48 soatgacha havoda quritilishi kerak. Ho'l poyabzallarni isitgichlar yoniga qo'yish mo'rtlikka olib kelishi mumkin, shuning uchun ularni qog'oz bilan to'ldirish ularning sekin va bir tekis qurishiga yordam beradi. Havo yordamida qurutish charmni yumshoq va egiluvchan holda saqlaydi. Har bir necha haftada charm konditsionerini surtish yorilishlarning oldini oladi va ustki qismining ishlash muddatini uzaytiradi. Otter Wax yoki Nikwax kabi mahsulotlar namlik to'siqlarini hosil qiladi va materialning nafas olishiga imkon beradi. Gidroizolyatsiya spreyi yoki mumidan muntazam foydalanish suvning shikastlanishidan himoya qiladi. Tozalashdan keyin ushbu muolajalarni qayta qo'llash doimiy himoyani ta'minlaydi [2].



1-rasm Sport poyabzali uchun qo'y va echki terilarini yarm tayyor namunalari.

Tabiiy charmni uzoq vaqt xizmat qilishiga ta'sir etuvchi omillar: Charm poyabzal ustki qismi o'zining mustahkamligi bilan ajralib turadi, ammo u boshqa materiallarga qaraganda ko'proq parvarish talab qiladi. Charm balzam bilan namlash vaqt o'tishi bilan qattiqlashishning oldini oladi. Charm namlikni yutadi, bu esa nam sharoitda ustki qismni og'irlashtirishi mumkin. Doimiy tozalash, konditsionerlash va suv o'tkazmasligi uzoq umr ko'rishni ta'minlaydi, bu esa charmni uzoq muddatli himoya izlayotganlar uchun oqilona investitsiyaga aylantiradi.[3]

Tabiiy va sun'iy charm materiallar haqida xizmat qilishi va narx borasida farqlanishi :

1-jadval

№	Material turi	Qulaylik xususiyatlari	Uzoq xizmat qilishi (yil)	O'rtacha narx (so'm)	Xizmat ko'rsatish qulayligi
1	Teri (don)	Bardoshli, suv o'tkazmaydigan, nafas oladigan	3–5	150–300	Muntazam texnik xizmat ko'rsatishni talab qiladi
2	Sintetik	engil, aşınmaya bardoshli, suv o'tkazmaydigan	1–3	70–150	Tozalash oson, parvarishlash oson
3	To'qimachilik (to'r)	Yengil, nafas oluvchi, moslashuvchan	1–2	50–120	Parvarish qilish oson, tez quriydi

Ustki kiyimlar turli xil mexanik va fizik kuchlanishlarga, masalan, bo'ylama va ko'ndalang cho'zilish, cho'zilish va siqish, egilish, namlik va ichki terlashga duchor bo'ladi. Ushbu kuchlanishlarga dosh berish uchun ustki kiyimlarning tashqi guruhini tashkil etuvchi materiallar o'ziga xos xususiyatlarga ega bo'lishi kerak, jumladan, cho'zilish kuchlanishlarida elastik-plastik xatti-harakatlar, cho'zilish va yirtilishga chidamlilik, yuqori moslashuvchanlik, aşınmaya bardoshlilik, gigienik, estetik va ekologik xususiyatlar. Qalinligi 0,9 dan 2,5 mm gacha bo'lgan an'anaviy materiallar, ya'ni charmlar (quti, zamsh, nubuk, patentlangan), shuningdek, to'qimachilik (matolar, trikotaj buyumlar) va charmlarga alternativ sintetik materiallar ushbu talablarga javob berishi mumkin.

Oyoqning dorsal yuzasini himoya qilishning asosiy vazifasi bo'lgan astar gigienik xususiyatlarga ega va nam va quruq aşınmaya, cho'zilishga va ter ta'siriga chidamliligini ta'minlaydigan materiallardan tayyorlanishi kerak. Ushbu talablarga javob beradigan materiallar orasida turli xil yupqa charmlar (qo'y, echki, cho'chqa) va to'qimachilik materiallari (to'qilgan va trikotaj mato, to'qilmagan matolar) mavjud [4].



2-rasm Sport uslubidagi poyabzallarni umumiy ko'rinishi.

Yuqorida keltirilgan 2-rasmda tasvirlangan sport poyabzallari dizayniga tabiiy qo'y va echki terisidan foydalanib yangi turdagi sport poyabzallarini loyxlash orqali sport uslubidagi poyabzallarni xizmat qilish mudtati uzayishi va mustahkamligi oshiriladi ushbu turdagi sport uslubidagi poyabzallar axolining yosh qatlami orasida keng ommalashgani sababli ushbu poyabzallarga talab ortib bormoqda lekin sun'iy chardan tayyorlanga poyabzallarni avzal tomoni bo'lgani kabi kamchiligi xam mavjud avzal tomon narx borasida hamyonbob va estetik jihatdan jozibali lekin poyabzalni kiyish va sport mashg'ulotlarini bajarish davrida sportichidagi yuqori dinamik bosimni ko'p qismi oyoq qismioga tushgani sababli kiyib yurgan sport poyabzali mexanik kuchlanish cho'zilishga bardosh bera olmay yirtilib ketishi va quyosh tasirida o'z xususyatini yo'qotishi va yirtilib ketish holatlari kuzatilib kelmoqda bunday muamolarni yechimi sifatida tabiiy charmdan foydalanish poyabzalni mustahkamligini oshiradi.[5]

Xulosa

Ushbu maqolada sport poyabzallari uchun qo'yiladigan talablar va sport poyabzallari uchun ishlatiladigan tabiiy va sun'iy charm larni fizik va mexanik xususyatlari va sport poyabzalarni ergonomik xususyatlari ko'rib chiqilgan va sport poyabzallari uchun maqbul charm tavsiya etildi ishlab chiqarish korxonlariga yangi turdagi zamonaviy poyabzal ishlab chiqarish uchun yangi model namunalari tavsiya asosida ko'rsatildi .Sport poyabzallarini mustahkamligini oshirish uchun sun'iy charm va to'qima mato uyg'unlashuvi tavsiya etildi va natijada poyabzalni mustahkamligi oshirilishi xulosa qilib olindi.

Adabyotlar

- [1]. Namangan davlat texnika universiteti PhD. dot A.O.Xomidjonov Namangan davlat texnika universiteti tayanch doktorant M.A.JumayevaCharm poyabzal chiqindilaridan samarali foydalanish usullari. Namangan davlat texnika universiteti PhD. file:///C:/Users/acer/Downloads/636-639%20(2).pdf
- [2]. Abdumajid Abdurashid o'g'li Charm va mo'yna mahsulotlari chiqindilarini qayta ishlash texnologiyasini rivojlantirish va atrof muhitni asrash.<https://phoenixpublication.net/index.php/Izlanuvchi/article/view/6929>
- [3]. Homidov Abdumajid Abdurashid o'g'.Yiyassi oyoqlik kasaligini zamonaviy moslanuvchan oyoq kiyim tagligi bilan samaraliy davolash <https://worldlyjournals.com/index.php/Yangiizlanuvchi/article/view/16144>
- [4]. Poyabzal ustki qismini texnologik qayta ishlashga bog'liq charmning mexanik parametrlari. <https://doi.org/10.3390/ma15155107>
- [5]. Mirboboeva G., Isroilova N., Rakhmonova M. A Comparative analysis of flax fibre for industrial applications //Western European Journal of Modern Experiments and Scientific Methods. – 2024. – T. 2. – №. 10. – C. 11-16.

- [6]. Tursumatova S., Tursunov D., Isroilova N. Research on the Production of Special Clothing for Car Repair Workers, Taking into Account Human Ergonomic Characteristics //Eurasian Research Bulletin. – 2023. – Т. 17. – С. 204-209.
- [7]. Isroilova N. Analytical study and formation of the assortment of women's lightweight clothing //Journal of science-innovative research in Uzbekistan. – 2025. – Т. 3. – №. 6. – С. 445-451.
- [8]. Isroilova N. Research on the production of medical suits based on flax fiber fabrics //Journal of science-innovative research in Uzbekistan. – 2025. – Т. 3. – №. 6. – С. 405-409.

SANOAT KORXONALARIDA SIFAT NAZORATI TIZIMIDA OPTIK VA RAQAMLI USULLARNING QO‘LLANILISHINI TADQIQ ETISH

Sh.X. Muxammadrasulov, O.D. Eshonova

Farg‘ona davlat texnika universiteti,

e-mail: shamsiddin4626@gmail.com

ORCID: [0009-0002-2982-2553](https://orcid.org/0009-0002-2982-2553)

e-mail: sobirovaoydinoy14@gmail.com

ORCID: [0009-0006-0023-2823](https://orcid.org/0009-0006-0023-2823)

(Qabul qilindi 18.03.2026 y.)

Annotatsiya: Ushbu maqolada sanoat korxonalarida ishlab chiqarish jarayonida sifat nazoratini amalga oshirishda optik va raqamli usullarning qo‘llanilish imkoniyatlari va ularning samaradorligi o‘rganilgan. Sifatni baholashda sun‘iy intellekt, mashinani ko‘rish tizimlari, optik sensorlar hamda tasvirni qayta ishlash algoritmlaridan foydalanish yo‘llari tahlil qilingan. Tadqiqotda raqamli nazorat tizimlarining mahsulot sifatini avtomatik aniqlash, nuqsonlarni erta bosqichda aniqlab kamaytirish va ishlab chiqarish samaradorligini oshirishdagi o‘rni ilmiy asosda yoritilgan. Shuningdek, optik nazorat texnologiyalarining ishlab chiqarishdagi aniqlik, tezkorlik va inson omilini kamaytirishdagi ahamiyati ko‘rsatib o‘tilgan. Olingan natijalar sanoat jarayonlarida raqamli yondashuvlar yordamida sifatni nazorat qilishning istiqbolli yo‘nalishlarini aniqlashga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: sifat nazorati; optik tizim; raqamli tahlil; avtomatik aniqlash; tasvirni qayta ishlash.

Abstract: This paper explores the potential and efficiency of applying optical and digital methods in industrial quality control systems. The study examines the integration of artificial intelligence, machine vision systems, optical sensors, and image processing algorithms in evaluating product quality. The research highlights the role of digital inspection systems in automatic defect detection and reduction at early production stages, as well as their contribution to improving manufacturing efficiency. Special attention is given to the importance of optical control technologies in ensuring accuracy, speed, and minimizing human influence. The findings identify promising directions for the implementation of digital approaches in industrial quality management.

Keywords: quality control; optical system; digital analysis; automatic detection; image processing.

Аннотация: В данной статье исследованы возможности применения оптических и цифровых методов в системе контроля качества на промышленных предприятиях, а также их эффективность. Рассмотрены особенности использования искусственного интеллекта, систем машинного зрения, оптических сенсоров и алгоритмов обработки изображений при оценке качества продукции. В работе проанализирована роль цифровых систем контроля в автоматическом определении и снижении дефектов на ранних этапах производства, а также в повышении эффективности производственных процессов. Отдельное внимание уделено значению оптических технологий в обеспечении точности, оперативности и снижении влияния человеческого фактора. Полученные результаты способствуют определению перспективных направлений цифрового подхода в промышленном контроле качества.

Ключевые слова: контроль качества; оптическая система; цифровой анализ; автоматическое обнаружение; обработка изображений

Asosiy qism

O‘zbekiston Respublikasida ishlab chiqarish jarayonlarini modernizatsiya qilish va raqamli texnologiyalarni joriy etish davlat siyosatining muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Xususan, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining PQ-4699 qarori hamda „Raqamli O‘zbekiston – 2030

strategiyasi”da sanoat korxonalarida raqamli texnologiyalarni joriy etish, ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish va zamonaviy nazorat tizimlaridan foydalanish vazifalari belgilangan.

An’anaviy, ya’ni inson omiliga asoslangan sifat nazorati usullarida mahsulot sifati ko‘pincha mutaxassis tomonidan bevosita tekshiriladi. Masalan, to‘qimachilik sanoatida mato yuzasidagi nuqsonlarni aniqlash uchun nazoratchi matoni maxsus yorug‘lik ostida vizual kuzatish usuli orqali tekshiradi. Bu jarayonda mutaxassis mato yuzasidagi teshik, ip uzilishi, dog‘ yoki to‘qishdagi notekislik kabi nuqsonlarni ko‘z bilan aniqlaydi. Bunda mutaxassis mahsulot yuzasidagi chiziq, tirnash yoki deformatsiyalarni ko‘z bilan aniqlaydi. Biroq ushbu usul insonning tajribasi, diqqat darajasi hamda charchoqlik omiliga bog‘liq bo‘lgani sababli ayrim hollarda xatoliklar yuzaga kelishi mumkin. Shu sababli, ishlab chiqarishda optik va raqamli sifat nazorati usullarini joriy etish dolzarb masalaga aylanmoqda.

Optik nazorat usullari nurlanish, lazer yoki infraqizil skanerlash orqali mahsulot yuzasini tahlil qiladi. Raqamli tizimlar esa olingan ma’lumotlarni sun’iy intellekt yordamida qayta ishlaydi va natijani avtomatik baholaydi. Ushbu yondashuv sifatni yuqori aniqlikda, real vaqt rejimida va inson xatosisiz nazorat qilish imkonini beradi. Jahonda ishlab chiqarish korxonalarida optik va raqamli nazorat tizimlaridan foydalanish keng tarqalgan. Xususan, rivojlangan davlatlarda to‘qimachilik, avtomobilsozlik va elektronika sanoatida mahsulot sifatini nazorat qilishda kompyuter ko‘rish texnologiyalari faol qo‘llanilmoqda. Statistik ma’lumotlarga ko‘ra, avtomatlashtirilgan optik nazorat tizimlarini joriy etish ishlab chiqarishdagi nuqsonlarni aniqlash samaradorligini 30–40 % ga oshiradi hamda inson omili bilan bog‘liq xatoliklarni sezilarli darajada kamaytiradi.

1. Optik sifat nazorati tizimlarining mohiyati va afzalliklari

Optik tizimlar mahsulot sirtini yoki ichki tuzilishini yorug‘lik to‘lqinlari yoki lazer nurlari yordamida o‘rganadi. Bunda maxsus kamera yoki sensorlar tasvirni qayd etadi va dasturiy modul orqali tahlil qiladi. Optik tizimlarning eng katta afzalliklaridan biri – ularning yuqori aniqlik va sezuvchanlikka ega bo‘lishidir. Bunday tizimlar juda nozik o‘lchovlarni amalga oshirish, tiniq va aniq tasvirlarni olish imkonini beradi. Shuningdek, optik tizimlar tezkor ishlash xususiyatiga ega. Yorug‘lik signallari juda tez harakatlanadi, bu esa ma’lumotlarni uzatish va qayta ishlash jarayonini tezlashtiradi. Optik tizimlarning yana bir muhim ustunligi – elektromagnit xalqitlarga bardoshlilikidir. Ular elektr signallaridan farqli ravishda tashqi elektromagnit to‘lqinlardan kamroq ta’sirlanadi, bu esa signal sifatining barqaror bo‘lishini ta’minlaydi. Bundan tashqari, optik tizimlar kichik o‘lcham va yengillik bilan ajralib turadi. Linzalar, prizma yoki optik tolalar juda ixcham bo‘lib, ularni turli qurilmalarga joylashtirish oson. Ular energiyani tejaydi, chunki ko‘plab qurilmalar elektr energiyasini kam sarflaydi va ekologik jihatdan ham foydalidir. Eng muhimi, optik tizimlar keng qo‘llaniladigan texnologiyalar bo‘lib, ular tibbiyotda mikroskop va lazer operatsiyalarida, sanoatda nazorat tizimlarida, metallsozlikda tashqi sifatni baholashda hamda ta’limda turli tajriba va o‘qitish vositalarida keng ishlatiladi.

Masalan, to‘qimachilik sanoatida optik kamera yordamida matoning silliqdigi, tolalar orasidagi zichlik va rang bir xilligi aniqlanadi. Metallsozlikda esa sirt dag‘alligi yoki mikro yoriqlarni aniqlash uchun lazerli skanerlar qo‘llaniladi.

2. Raqamli tahlil va tasvirni qayta ishlash texnologiyasi

Raqamli sifat nazorati tizimlari optik ma’lumotlarni kompyuter yordamida tahlil qiladi. Bu tizimlar mashinaviy ko‘rish (Machine Vision) va sun’iy intellekt (AI) algoritmlariga asoslanadi.

Kamera orqali olinayotgan tasvirlar raqamli formatda saqlanadi, so‘ng maxsus dasturlar yordamida tahlil qilinadi. Tasvirni qayta ishlash algoritmlari nuqsonlarni avtomatik ajratadi, aniqlik darajasini belgilaydi va ma’lumotlarni sifat hisobotiga kiritadi.

Raqamli tahlil tizimining asosiy afzalliklari shundan iboratki, u sifat bahosini tezkor olish imkonini yaratadi. Avval ko‘p vaqt talab qilgan nazorat jarayonlari endi qisqa fursatda, inson aralashuvisiz amalga oshiriladi. Shu bilan birga, tizim nuqsonlarni oldindan aniqlashga yordam beradi. Bu esa ishlab chiqarishdagi xatolarni erta bosqichda bartaraf etish va mahsulot sifatini oshirishga xizmat qiladi. Yana bir muhim afzallik – ishlab chiqarish jarayonini

avtomatlashtirishdir. Tasvirlarni raqamli tahlil qilish orqali tizim sifat nazoratini mustaqil olib boradi, aniqlangan natijalarni esa avtomatik tarzda ma'lumotlar bazasida saqlaydi. Bu esa inson mehnatini kamaytiradi, vaqt va resurslarni tejaydi, shuningdek, nazoratning aniqligi va samaradorligini oshiradi.

3. Optik va raqamli usullarning integratsiyasi

Optik va raqamli tizimlarning integratsiyasi natijasida intellektual sifat nazorati tizimi shakllanadi. Bunday tizimda optik sensorlar mahsulot yuzasini skanerlaydi va olingan ma'lumotlarni raqamli formatda uzatadi. So'ngra ushbu ma'lumotlar sun'iy intellekt algoritmlari yordamida tahlil qilinadi. Tahlil natijalari avtomatik tarzda baholanadi yoki zarur hollarda operatorga yuboriladi.

Bu integratsiya jarayoni inson omilini kamaytiradi, chunki ko'p hollarda tahlil va baholash ishlari avtomatik tarzda bajariladi. Natijada ishlab chiqarish jarayonining ishonchligi, aniqligi va tezkorligi ortadi. Shuningdek, bunday yechimlar Sanoat 4.0 konsepsiyasiga mos ravishda zamonaviy avtomatlashtirilgan tizimlarni shakllantirishga xizmat qildi.

Umuman olganda, optik va raqamli usullarning birlashuvi ishlab chiqarish jarayonini raqamlashtirish, sifat nazoratini yaxshilash va texnologik samaradorlikni oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

4. Amaliy qo'llanilish natijalari

Optik va raqamli sifat nazorati tizimlari hozirgi kunda turli sohalarda keng qo'llanilmoqda. Ular yordamida ishlab chiqarish jarayonlarida mahsulot sifati yaxshilanib, texnologik samaradorlik oshmoqda. Masalan, to'qimachilik sanoatida ushbu tizimlar mato sirtidagi nuqsonlarni aniqlashda qo'llaniladi. Kamera va sensorlar yordamida mato yuzasi skanerlanadi, raqamli tahlil orqali tolalar orasidagi nomuvofiqlik, ip uzilishi yoki rangdagi farqlar aniqlanadi.

Avtomobilsozlik sohasida optik va raqamli tizimlar bo'yoq qatlami silliqilgini va detallar orasidagi moslikni o'lchashda muhim rol o'ynaydi. Natijada avtomobillar sifati barqarorlashadi, ishlab chiqarish jarayonidagi xatoliklar kamayadi.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, bunday tizimlarni joriy etgan korxonalarda mahsulot sifatining barqarorligi 20-25 foizga, ishlab chiqarish samaradorligi esa 15-20 foizga oshgan. Bu esa optik va raqamli tahlil texnologiyalarining ishlab chiqarishda naqadar muhim ahamiyatga ega ekanini isbotlaydi.

Xulosa

Optik va raqamli sifat nazorati usullari ishlab chiqarishda avtomatlashtirish, tejamkorlik va yuqori aniqlikni ta'minlaydi. Ular mahsulot sifati, ekologik xavfsizlik va raqobatbardoshlikni oshiruvchi zamonaviy texnologik yechim hisoblanadi. Kelajakda ushbu tizimlarni sun'iy intellekt, neyron tarmoqlar va bulutli texnologiyalar bilan birlashtirish orqali yanada ilg'or, aqilli va moslashuvchan nazorat tizimlarini yaratish imkoniyati mavjud. Optik va raqamli sifat nazorati tizimlari O'zbekiston sanoat korxonalari uchun raqamli transformatsiya yo'lida muhim bosqich hisoblanadi. Ular ishlab chiqarishning tejamkorligi, aniqligi va samaradorligini oshirish bilan birga, milliy mahsulotlarning xalqaro bozordagi raqobatbardoshligini kuchaytiradi. Xulosa qilib aytganda, optik va raqamli tahlil tizimlari nafaqat ishlab chiqarish sifati va tezligini oshiradi, balki mamlakat iqtisodiyotining raqamli rivojlanishiga, sanoatni avtomatlashtirishga va texnologik mustaqillikka erishishiga xizmat qiladi. Shu bois, kelajakda ushbu tizimlarni yanada keng joriy etish va ularni sun'iy intellekt bilan boyitish O'zbekiston sanoatini yangi bosqichga olib chiqishi shubhasiz.

Adabiyotlar

- [1]. Ochilov T.A., Matmusayev U.M., Qulmetov M.Q. To'qimachilik materiallarini sinash. Toshkent, "O'zbekiston", 2004.
- [2]. Matmusayev U.M., Abdullayev A.Z., Hamroyev A.D. To'qimachilik materialshunosligi. 1-qism. "O'zbekiston" nashriyot-matbaa ijodiy uyi. Toshkent 2005.
- [3]. Abbasova N.G va boshqalar. «Yengil sanoat mahsulotlari materialshunosligi». 1-qism. Darslik-T.: Aloqachi, 2005. -283 bet.
- [4]. O'zbekiston respublikasi Axborot Texnologiyalari va Kommunikatsiyalarini Rivojlantirish Vazirligi., "Raqamli O'zbekiston -2030" strategiyasi. Toshkent, 2020.
- [5]. Wang, L., & Zhang, J. Smart Manufacturing and Quality Control in Industry 4.0. Springer, 2020.

[6]. UI,H.A (2021).Fabric defect detection using deep learning techniques.Textile Research Journal.

KELAJAK ENERGIYASI, QAYTA TIKLANADIGAN VA EKOLOGIK XAVFSIZ ENERGIYA MANBAI BO'LGAN SHO'RLANISH-GRADIENT ENERGIYASINI MEMBRANA ASOSIDA OLISH

S.S. Xolmamatov¹, O.I. Abduraximov¹, G.R. Mirzaqulov, S.B. Kurbanova

Farg'ona davlat texnika universiteti,
¹99-23 NNGQIT guruh talabalari, Sardorbek19@gmail.com
E-mail: mr.gulomqodir88@mail.ru, sewajon@gmail.com
(Qabul qilindi 18.03.2026 y.)

Annotasiya : Ushbu maqolada kelajak energiyasini ta'minlashda muhim o'rin tutuvchi qayta tiklanadigan va ekologik xavfsiz manbalardan biri — "sho'rlanish-gradient energiyasi (SGE)"ning membrana texnologiyalari analiz qilingan. Sho'r suv va chuchuk suv orasidagi osmotik bosim farqidan energiya ishlab chiqarish prinsipi tahlil qilinib, teskari elektrodializ (RED) hamda bosimli retardatsion osmoz (PRO) jarayonlarining samaradorlik omillari ko'rsatilgan. Membranalar tarkibi, ion o'tkazuvchanligi, gidravlik qarshilik, selektivlik, ularning energiya ishlab chiqarish jarayoniga ta'siri aniq ilmiy asoslari shuningdek, SGE texnologiyasining ekologik afzalliklari, sanoat miqyosida qo'llash imkoniyatlari, potensial energetik quvvati hamda mavjud texnik cheklovlar bo'yicha tahliliy xulosalar berildi.

Kalit so'zi: sho'rlanish-gradient energiyasi, membrana texnologiyalar, qayta tiklanadigan energiya, ekologik xavfsiz energiya, teskari elektrodializ (RED), bosimli retardatsion osmoz (PRO), ion-selektiv membranalar, osmotik energiya, barqaror energiya tizimlari sanoat miqyosida energiya.

Аннотация: В данной статье рассматриваются состав мембран, ионная проводимость, гидравлическое сопротивление, селективность и их влияние на процесс генерации энергии на научной основе. Кроме того, приводятся аналитические выводы о экологических преимуществах технологий SGE, возможностях промышленного применения, потенциальной энергетической мощности и существующих технических ограничениях. Результаты исследования показывают, что солёно-градиентная энергия может играть важную роль в развитии устойчивых энергетических систем будущего.

Ключевые слова: Солёно-градиентная энергия, Мембранные технологии, Возобновляемая энергия, экологически безопасная энергия, Обратный электродиализ (RED), Осмос с замедленным давлением (PRO), Ион-селективные мембраны, Осмотическая энергия, Устойчивые энергетические системы, Энергия в промышленном масштабе.

Annotation: This article scientifically investigates the generation of salinity gradient energy (SGE) based on membrane technologies as one of the renewable and environmentally safe energy sources, playing an important role in ensuring future energy supply. The principle of energy production due to the osmotic pressure difference between saltwater and freshwater is analyzed, and the efficiency factors of reverse electrodialysis (RED) and pressure-retarded osmosis (PRO) processes are presented. The composition of membranes, ion conductivity, hydraulic resistance, selectivity, and their influence on the energy generation process are examined on a scientific basis. Furthermore, analytical conclusions are provided regarding the environmental advantages of SGE technologies, possibilities for industrial application, potential energy capacity, and existing technical limitations. The research results indicate that salinity gradient energy can play a significant role in the development of sustainable energy systems in the future.

Key words: Salinity gradient energy, Membrane technologies, Renewable energy, environmentally safe energy, Reverse electrodialysis (RED), Pressure-retarded osmosis (PRO), Ion-selective membranes, Osmotic energy, Sustainable energy systems, Industrial-scale energy.

Mavzuning dolzarbligi

Hozirgi kunda global energiya sohasida asosiy muammo — energiya manbalarining cheklanganligi va an'anaviy yoqilg'ilarning atrof-muhitga keltirayotgan salbiy ta'siridir. Neft, gaz va ko'mir kabi yoqilg'ilarni ko'p ishlatish natijasida atmosfera va suv havzalarida zararli gazlar, issiqxona effekti va ekologik muammolar ortib bormoqda. Shu sababli, dunyo ilmiy hamjamiyati va

sanoat sektori qayta tiklanadigan, ekologik xavfsiz va barqaror energiya manbalarini rivojlantirishga jiddiy e'tibor qaratmoqda.

Sho'rlanish-gradient energiyasi (SGE) — bu dengiz va daryo suvlaridagi tuz konsentratsiyasi farqidan energiya olish usuli bo'lib, u “kelajak energiyasi” sifatida e'tirof etilgan. Bu texnologiya quyidagi jihatlari bilan dolzarb hisoblanadi:

1. Barqarorlik: Sho'rlanish-gradient energiyasi tabiiy jarayonlarga asoslangan bo'lib, uzluksiz va qayta tiklanadigan manba hisoblanadi. Dengiz va daryo suvlari tabiiy ravishda mavjud bo'lgani uchun energiya ishlab chiqarish davomiyligi yuqori.

2. Ekologik xavfsizlik: SGE jarayonida atmosfera va suvga zararli chiqindilar chiqarilmaydi. Bu energiya turini ishlab chiqarish atrof-muhitni ifloslantirmaydi, issiqxona gazlarini kamaytirishga yordam beradi.

3. Texnologik istiqbolli rivojlanish: Membrana asosidagi texnologiyalar — teskari elektrodializ (RED) va bosimli retardatsion osmoz (PRO) — energiya ishlab chiqarish samaradorligini oshirish imkonini beradi. Membranalar orqali ionlarning selektiv harakati osmotik bosimni elektr energiyasiga aylantiradi.

Membranalar tarkibi, ion o'tkazuvchanligi, selektivlik, gidravlik qarshilik kabi xususiyatlar SGE tizimlarining samaradorligiga to'g'ridan-to'g'ri ta'sir qiladi. Shu bilan birga, texnologiya sanoat miqyosida qo'llanilganda, energetika tizimlarini diversifikatsiya qilish va uzluksiz energiya ta'minotini yaratish imkonini beradi.

Hozirgi kunda dunyoning ko'plab mamlakatlari, xususan Evropa Ittifoqi, Yaponiya, Janubi-Sharqiy Osiyo va Shimoliy Amerika, sho'rlanish-gradient energiyasini rivojlantirishga katta sarmoya kiritmoqda. Bu esa SGE texnologiyasining nafaqat ilmiy, balki iqtisodiy jihatdan ham dolzarbligini ko'rsatadi.

Ushbu maqolada SGE texnologiyasining ilmiy asoslari, membrana jarayonlari, ekologik afzalliklari, sanoat miqyosida qo'llash imkoniyatlari, potensial energetik quvvati va mavjud texnik cheklovlari batafsil tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalari sho'rlanish-gradient energiyasining kelajakda barqaror energiya tizimlarida muhim rol o'ynashini isbotlaydi.

Muammoning qo'yilishi

Hozirgi kunda global energiya tizimi bir qator dolzarb muammolar bilan yuzlashmoqda. Asosan fosil yoqilg'ilarga — neft, gaz va ko'mirga — tayanish natijasida ekologik va ijtimoiy-iqtisodiy xavflar ortib bormoqda. Ushbu manbalar atmosferaga karbonat angidrid va boshqa zararli gazlar chiqaradi, bu esa issiqxona effekti, iqlim o'zgarishi va ekologik tizimlarning buzilishiga olib keladi. Shu bilan birga, traditsion energiya manbalarining cheklanganligi ularning barqarorligini ta'minlashni qiyinlashtiradi.

Shu munosabat bilan qayta tiklanadigan va ekologik xavfsiz energiya manbalarini izlash ilmiy va amaliy jihatdan dolzarb vazifa sifatida namoyon bo'ladi. Sho'rlanish-gradient energiyasi (SGE) aynan shu kontekstda innovatsion yechim sifatida qaraladi. SGE dengiz va daryo suvlari orasidagi tuz konsentratsiyasi farqidan energiya ishlab chiqarish imkonini beradi va bu jarayon membrana texnologiyalari — teskari elektrodializ (RED) va bosimli retardatsion osmoz (PRO) orqali amalga oshiriladi.

Biroq, SGE texnologiyasini keng miqyosda qo'llash bir qator ilmiy va texnik muammolarni keltirib chiqaradi:

1. Membrana samaradorligi: Energiya ishlab chiqarish samaradorligi membrana selektivligi, ion o'tkazuvchanligi, gidravlik qarshilik va suyuqlik oqimi tezligiga bevosita bog'liq. Membranalarni optimallashtirish orqali energiya ishlab chiqarish quvvatini sezilarli darajada oshirish mumkin.

2. Materiallar va chidamlilik masalalari: Membranalar uzoq muddat ishlashga va tuzli muhitga chidamli bo'lishi zarur. Materiallarning narxi va uzoq muddatli ishlash xususiyatlari SGE tizimlarining iqtisodiy samaradorligini belgilaydi.

3. Energetik va ekologik muammolar: SGE energiya ishlab chiqarish jarayonida ekologik zarar minimal bo'lishi kerak, ammo tizimlarning samaradorligini oshirish va energiya quvvatini maksimal darajada olish muhim.

4. Sanoat qo'llanilishi va integratsiya: SGE texnologiyasini energiya tizimlariga kiritish logistika, moliyaviy va texnik cheklovlar bilan bog'liq. Shu sababli, ilmiy tadqiqotlar ushbu cheklovlarni aniqlash, optimallashtirish va sanoat miqyosida qo'llash imkoniyatlarini o'rganishga qaratilgan.

Shunday qilib, hozirgi va kelajakdagi energetika tizimlarida ekologik xavfsiz, barqaror va yuqori samarali energiya manbalarini ishlab chiqish uchun SGE texnologiyasining ilmiy asoslarini chuqur o'rganish dolzarb hisoblanadi. Bu muammo nafaqat ilmiy tadqiqotlar uchun, balki global energetika xavfsizligini ta'minlash, barqaror rivojlanish va "yashil" energetika konsepsiyasini amalga oshirishda ham muhimdir.

Xulosa: Sho'rlanish-gradient energiyasi (SGE) membrana texnologiyalari yordamida energiya ishlab chiqarishning istiqbolli, barqaror va ekologik xavfsiz yo'li sifatida ilmiy asosda o'rganildi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, SGE tizimlari dengiz va daryo suvlaridagi tuz konsentratsiyasi farqidan energiya olish imkonini beradi. Bu jarayon teskari elektrodializ (RED) va bosimli retardatsion osmoz (PRO) kabi membrana texnologiyalari orqali amalga oshiriladi, ular osmotik bosimni elektr energiyasiga samarali aylantirishga yordam beradi.

Membranalar tarkibi, ion o'tkazuvchanligi, selektivlik, gidravlik qarshilik va suv oqimining tezligi kabi omillar energiya ishlab chiqarish samaradorligini belgilovchi asosiy parametrlardir. Shu bilan birga, membrana texnologiyalarini optimallashtirish SGE tizimlarining energiya ishlab chiqarish quvvatini sezilarli darajada oshiradi. SGE texnologiyasining ekologik afzalliklari alohida ta'kidlanadi: jarayon davomida atmosfera va suv havzalariga zararli chiqindilar tushmaydi, issiqxona gazlari kamayadi va tabiiy resurslarga minimal ta'sir ko'rsatiladi. Shu sababli, SGE nafaqat energiya manbai sifatida, balki atrof-muhitni himoya qilish va barqaror rivojlanish strategiyalarini amalga oshirishda ham muhim ahamiyatga ega. Shuningdek, SGE tizimlari sanoat miqyosida qo'llanilganda, energetika tizimlarini diversifikatsiya qilish va uzluksiz energiya ta'minotini yaratish imkonini beradi. Xalqaro tajriba shuni ko'rsatadiki, SGE texnologiyalariga sarmoya kiritish energetik mustaqillikni oshiradi va yangi ish o'rinlari yaratish imkonini beradi. Natijada, sho'rlanish-gradient energiyasi kelajakda barqaror energiya tizimlarida muhim rol o'ynashi mumkin. Ushbu texnologiyaning ilmiy, ekologik va iqtisodiy afzalliklari uni global energiya sohasida strategik yo'nalish sifatida ajratib turadi. SGE energiyasi barqaror rivojlanish va "yashil" energetika konsepsiyasini amalga oshirishda muhim vosita bo'lib xizmat qiladi.

Adabiyotlar

- [1]. Logan, B.E., & Elimelech, M. (2012). Membrane-based processes for sustainable power generation using water. *Nature*, 488(7411), 313–319.
- [2]. Post, J.W., Veerman, J., Hamelers, H.V.M., et al. (2008). Salinity-gradient power: Evaluation of pressure retarded osmosis and reverse electrodialysis. *Journal of Membrane Science*, 288(1-2), 218–230.
- [3]. Strathmann, H. (2010). *Introduction to Membrane Science and Technology*. Wiley-VCH.
- [4]. Tedesco, M., Hamelers, H.V.M., & Biesheuvel, P.M. (2016). Nernst-Planck transport theory for (reverse) electrodialysis: II. Effect of water transport through ion-exchange membranes. *Journal of Membrane Science*, 510, 370–381.
- [5]. Achilli, A., Cath, T.Y., & Childress, A.E. (2010). Power generation with pressure retarded osmosis: From the vision of Sidney Loeb to the first prototype installation. *Desalination*, 261(3), 205–211.

НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Г.С. Мирзаева

Ферганский государственный технический университет
*Автор для корреспонденции, e-mail: fayzimatov_u@mail.ru
(Получена 18.03.2026 г.)

Аннотация. В статье рассматриваются основные экологические проблемы, связанные с деятельностью промышленных предприятий в условиях глобального изменения климата.

Анализируются виды негативного воздействия, такие как выбросы парниковых газов, загрязнение водных ресурсов, деградация почвы и утрата биоразнообразия. Приводятся примеры наиболее загрязняющих отраслей промышленности и обсуждаются меры, которые могут снизить экологический ущерб. Делается акцент на важности экологической модернизации и перехода к устойчивому производству.

Ключевые слова: промышленность, климат, загрязнение, выбросы, парниковые газы, экология. промышленные предприятия, загрязнение окружающей среды, изменение климата, устойчивое развитие, декарбонизация, экологическая безопасность.

Abstract. The article discusses the main environmental problems associated with the activities of industrial enterprises in the context of global climate change. It analyzes the types of negative impacts, such as greenhouse gas emissions, water pollution, soil degradation, and loss of biodiversity. Examples of the most polluting industries are provided, and measures that can reduce environmental damage are discussed. The article emphasizes the importance of environmental modernization and the transition to sustainable production.

Keywords: industry, climate, pollution, emissions, greenhouse gases, ecology. industrial enterprises, environmental pollution, climate change, sustainable development, decarbonization, and environmental safety.

Annotatsiya. Maqolada global iqlim o'zgarishi sharoitida sanoat korxonalari faoliyati bilan bog'liq asosiy ekologik muammolar ko'rib chiqiladi. Issiqxona gazlari chiqindilari, suvning ifloslanishi, tuproqning degradatsiyasi va biologik xilma-xillikning yo'qolishi kabi salbiy ta'sir turlari tahlil qilinadi. Sanoatning eng ifloslantiruvchi tarmoqlariga misollar keltiriladi va atrof-muhitga etkazilgan zararni kamaytiradigan choralar muhokama qilinadi. Ekologik modernizatsiya va barqaror ishlab chiqarishga o'tish muhimligiga e'tibor qaratiladi

Kalit so'zlar sanoat, iqlim, ifloslanish, emissiya, issiqxona gazlari, ekologiya. sanoat korxonalari, atrof-muhitning ifloslanishi, iqlim o'zgarishi, barqaror rivojlanish, dekarbonizatsiya, ekologik xavfsizligi

1. Введение. Современная промышленность является одним из главных источников негативного воздействия на окружающую среду. С развитием технологий увеличиваются масштабы производства, а вместе с ними и уровень загрязнения атмосферы, гидросферы и литосферы. Особенно остро проблема встает в эпоху глобального изменения климата, когда каждое дополнительное загрязнение усиливает риски для всей планеты. Несмотря на международные соглашения и усилия экологических организаций, антропогенное воздействие остается значительным. В условиях ускоряющегося глобального изменения климата возрастает значимость изучения влияния промышленных предприятий на экологическое состояние окружающей среды. В статье рассматриваются основные виды загрязнений, вызванных промышленной деятельностью, включая выбросы парниковых газов, загрязнение водных ресурсов, деградацию почв и биологических экосистем. Анализируются современные вызовы и предлагаются направления экологической модернизации промышленных объектов. Особое внимание уделено необходимости перехода к устойчивому производству и реализации международных климатических соглашений

Негативное влияние промышленных предприятий на окружающую среду остаётся одним из важнейших вызовов для человечества, особенно в условиях нарастающего климатического кризиса. В условиях ускоряющегося глобального изменения климата возрастает значимость загрязнений промышленными предприятиями на экологическое состояние окружающей среды [1].

Антропогенное воздействие промышленных предприятий на биосферу остается одной из наиболее острых проблем современности, приобретая особую значимость в контексте прогрессирующего климатического кризиса. Ускорение темпов глобального изменения климата требует пересмотра подходов к оценке экологических рисков, связанных с индустриальной деятельностью [2].

Трансформация гидросферы: загрязнение сточными водами и истощение водных ресурсов; Литосферная деградация: химическое загрязнение почвенного покрова и нарушение структуры землепользования. Промышленные предприятия выбрасывают в атмосферу миллионы тонн парниковых газов (CO₂, CH₄, N₂O) и других парниковых газов составляют основу антропогенного воздействия на климат. Предприятия металлургии,

химической, цементной, энергетической отраслей являются крупнейшими источниками эмиссий а также токсичных веществ (SO_2 , NO_x , пыль, тяжёлые металлы. Это способствует увеличению средней температуры на Земле, возникновению кислотных дождей и ухудшению качества воздуха в городах.[3]

Сбросы неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод ведут к загрязнению рек, озёр и морей. Химическая промышленность, текстильные и пищевые производства особенно сильно влияют на гидросферу, разрушая экосистемы водоёмов. Многие предприятия сбрасывают сточные воды, содержащие тяжелые металлы, нефтеотходы и химикаты, в реки и озера, нарушая экосистемы и ухудшая качество питьевой воды [4].

Промышленная деятельность способствует накоплению тяжёлых металлов и токсинов в почве, снижая её плодородие. В районах добычи полезных ископаемых происходит эрозия почвы, опустынивание и уничтожение растительности. Промышленные отходы, захороненные или несанкционированно выброшенные на землю, приводят к загрязнению почвы, что отражается на аграрной отрасли и здоровье населения [5].

В условиях ускоренного промышленного развития Республики Узбекистан проблема экологической нагрузки приобретает особую актуальность. Анализ отраслевой структуры экономики показывает, что наибольшее воздействие на окружающую среду оказывают энергетика, металлургия, химическая и нефтегазовая промышленность. Данные отрасли характеризуются высоким уровнем выбросов загрязняющих веществ, значительным потреблением природных ресурсов и образованием отходов [6].

Особое место занимает теплоэнергетика, в значительной степени основанная на сжигании ископаемого топлива. Это приводит к увеличению выбросов углекислого газа и других парниковых газов, усиливающих процессы изменения климата. Металлургические предприятия, функционирующие в ряде регионов страны, оказывают комплексное воздействие на атмосферный воздух и водные ресурсы, включая загрязнение тяжелыми металлами. Химическая промышленность отличается высоким уровнем образования токсичных соединений, требующих специальной утилизации.

Влияние промышленности выходит за рамки локального загрязнения и затрагивает глобальные климатические процессы. Усиление парникового эффекта способствует повышению средней температуры, изменению гидрологического режима и увеличению частоты экстремальных природных явлений, включая засухи, характерные для Центральной Азии. Кроме того, антропогенное воздействие снижает способность природных экосистем к саморегуляции и восстановлению [7].

Наряду с химическим загрязнением, актуальными остаются проблемы шумового и теплового воздействия промышленных объектов, что особенно заметно в крупных индустриальных центрах Узбекистана. Эти факторы оказывают негативное влияние как на биоразнообразие, так и на здоровье населения[8].

В современных условиях одним из ключевых направлений решения экологических проблем является внедрение экологически чистых и ресурсосберегающих технологий. В Узбекистане постепенно развивается использование возобновляемых источников энергии, включая солнечную и ветровую энергетику, что обусловлено высоким природным потенциалом страны. Переход к замкнутым системам водооборота и внедрение принципов безотходного производства позволяют существенно снизить нагрузку на природные ресурсы.

Важным элементом экологической политики является модернизация промышленных предприятий. Обновление оборудования, повышение энергоэффективности и внедрение современных систем очистки выбросов способствуют снижению уровня загрязнения. Параллельно развивается концепция циркулярной экономики, ориентированная на переработку отходов и их повторное использование [9].

Государственное регулирование играет определяющую роль в обеспечении экологической безопасности. В стране реализуются меры по совершенствованию экологического законодательства, введению экономических механизмов стимулирования

природоохранной деятельности, включая экологические платежи и контроль за выбросами [10].

В целом, переход к устойчивому развитию в Узбекистане требует комплексного подхода, объединяющего технологические инновации, эффективное управление природными ресурсами и повышение экологической ответственности предприятий. Только при системной реализации данных мер возможно снижение экологической нагрузки и сохранение природного потенциала страны.

Заключение

В настоящее время экологические проблемы в Узбекистане становятся всё более актуальными. Развитие промышленности, рост населения и активное использование природных ресурсов приводят к загрязнению воздуха, воды и почвы. Это негативно сказывается как на окружающей среде, так и на здоровье людей [11].

Наибольшую нагрузку на природу в стране создают энергетика, промышленность и нефтегазовая отрасль. Кроме того, в некоторых регионах наблюдаются проблемы с нехваткой воды и ухудшением состояния земель.

Снизить негативное воздействие можно за счёт внедрения экологически чистых технологий, использования возобновляемых источников энергии и переработки отходов. Важную роль играет государственный контроль, а также ответственное отношение к природе со стороны предприятий и населения [12].

Таким образом, охрана окружающей среды в Узбекистане является общей задачей. Только совместными усилиями можно сохранить природные ресурсы и обеспечить благоприятные условия для жизни будущих поколений.

Список литературы

- [1]. Рахимов Р. А. Экологические проблемы Узбекистана и пути их решения. – Ташкент, 2020
- [2]. Тураев Н. Ю. Рациональное использование природных ресурсов. – Ташкент: Университет, 2019.
- [3]. Государственный комитет Республики Узбекистан по экологии. Экологическое состояние регионов Узбекистана. – Ташкент, 2017
- [4]. Закон Республики Узбекистан "О безопасности и охране труда". Ташкент, 2021
- [5]. Мирзаева, Г. С. (2019). Жалилов Лутфиер Сотволдиевич, Абдуганиев Назиржон Набижонович, Дадакузиев Музаффар Рахномоевич Проблема экологии при утилизации строительных материалов на примере интенсификации строительства в Узбекистане.
- [6]. Проблема экологии при утилизации строительных материалов на примере интенсификации строительства в Узбекистане. *Universum: технические науки*, (12-1 (69)), 62-64
- [7]. Mirzaeva, G. Abdug'aniyev Nazirjon. (2020). Environmental protection when processing road-building materials. *Middle European Scientific Bulletin*, 6, 19-22
- [8]. Мирзаева Гулчера Сотиволдиевна, Абдуганиев Назиржон Набижанович, Тешабаев Абдувахоб Маърифович. (2022). ВЛИЯНИЕ ОТРАБОТАННЫХ СТОЧНЫХ ВОД НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ. Conference Zone, 1–23. Retrieved from <http://conferencezone.org/index.php/cz/article/view/828>
- [9]. Абдуганиев, Н. Н. Мирзаева Гульчехра Сотиволдиевна, Тешабаев Абдувахоб Марифович, & Жалилов Лутфиёр Сотволдиевич. (2022). Влияние Текстильной Промышленности На Экологию. Conference Zone, 61–65
- [10]. Gulchekhra Mirzaeva, & Abdug'aniyev Nazirjon. (2020). Environmental protection when processing road-building materials. *Middle European Scientific Bulletin*, 6, 19-22. <https://doi.org/10.47494/mesb.2020.6.103>
- [11]. Мирзаева, Г. С., & Абдуганиев, Н. Н. Современные проблемы охраны труда на производстве.

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНАЯ УТИЛИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

И.Х. Домуладжанов

Ферганский государственный технический университет

E-mail. domuladjanovi@mail.ru, Тел. +998905823221

(Получена 18.03.2026 г.)

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы экологически безопасной утилизации промышленных отходов в условиях современного индустриального развития. Проанализированы

основные виды промышленных отходов и их влияние на окружающую среду. Особое внимание уделено современным методам обращения с отходами, включая переработку, термическую обработку, химическую нейтрализацию и повторное использование сырья. Рассмотрены принципы формирования эффективной системы управления отходами на промышленных предприятиях, а также значение внедрения ресурсосберегающих и безотходных технологий. Сделан вывод о том, что экологически безопасная утилизация отходов является важным условием снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду и обеспечения устойчивого развития.

Ключевые слова: промышленные отходы, утилизация отходов, экологическая безопасность, переработка, окружающая среда, загрязнение, ресурсосбережение, безотходные технологии, устойчивое развитие, управление отходами

Аннотация. Ushbu maqolada zamonaviy sanoat rivojlanishi sharoitida sanoat chiqindilarini ekologik jihatdan xavfsiz utilizatsiya qilish masalalari ko'rib chiqiladi. Sanoat chiqindilarining asosiy turlari va ularning atrof-muhitga ta'siri tahlil qilingan. Chiqindilar bilan ishlashning zamonaviy usullariga, jumladan qayta ishlash, termik qayta ishlash, kimyoviy neytrallash va xom ashyoni qayta foydalanishga alohida e'tibor qaratilgan. Sanoat korxonalarida chiqindilarni boshqarishning samarali tizimini shakllantirish tamoyillari hamda resurs tejovchi va chiqindisiz texnologiyalarni joriy etishning ahamiyati ko'rib chiqilgan. Xulosa qilib aytganda, chiqindilarni ekologik jihatdan xavfsiz utilizatsiya qilish atrof-muhitga antropogen yuklamani kamaytirish va barqaror rivojlanishni ta'minlashning muhim sharti hisoblanadi.

Kalit so'zlar: sanoat chiqindilari, chiqindilarni utilizatsiya qilish, ekologik xavfsizlik, qayta ishlash, atrof-muhit, ifloslanish, resurs tejash, chiqindisiz texnologiyalar, barqaror rivojlanish, chiqindilarni boshqarish

Abstract. This article examines issues of environmentally safe disposal of industrial waste under conditions of modern industrial development. The main types of industrial waste and their impact on the environment are analyzed. Special attention is given to modern waste management methods, including recycling, thermal treatment, chemical neutralization, and reuse of raw materials. The principles of forming an effective waste management system at industrial enterprises are considered, as well as the importance of introducing resource-saving and zero-waste technologies. It is concluded that environmentally safe waste disposal is an important condition for reducing anthropogenic pressure on the environment and ensuring sustainable development.

Kew words: industrial waste, waste disposal, environmental safety, recycling, environment, pollution, resource conservation, zero-waste technologies, sustainable development, waste management.

В современных условиях индустриального развития проблема обращения с промышленными отходами приобретает особую актуальность. Рост производственных мощностей, расширение химической, металлургической, энергетической и других отраслей приводит к увеличению объёмов отходов, значительная часть которых оказывает негативное воздействие на окружающую среду. В связи с этим экологически безопасная утилизация промышленных отходов становится важнейшим направлением устойчивого развития.

Промышленные отходы представляют собой разнообразные по составу и степени опасности материалы: от относительно безопасных инертных остатков до токсичных и химически активных веществ. При неправильном обращении они могут вызывать загрязнение атмосферного воздуха, почв и водных ресурсов, а также представлять угрозу для здоровья населения.

Основной задачей экологически безопасной утилизации является минимизация негативного воздействия отходов на окружающую среду. Для этого применяются различные методы обработки и переработки. Среди них — механическая сортировка, термическая обработка (сжигание с очисткой выбросов), химическая нейтрализация, биологическая переработка, а также вторичное использование сырья. Особое значение имеет внедрение технологий переработки, позволяющих возвращать часть отходов в производственный цикл, снижая потребление природных ресурсов.

Важным направлением является создание комплексной системы управления отходами на предприятиях. Она включает в себя этапы образования, сбора, транспортировки, переработки и утилизации. Эффективность данной системы во многом зависит от уровня

технологического оснащения предприятий, соблюдения экологических норм и контроля со стороны государственных органов.

Современные экологические требования предполагают внедрение принципов «зелёной экономики» и безотходного производства. Это подразумевает сокращение объёмов образования отходов уже на стадии технологического процесса, использование экологически чистых материалов и внедрение ресурсосберегающих технологий [1-4].

Таким образом, экологически безопасная утилизация промышленных отходов является неотъемлемой частью экологической политики любого государства. Её развитие способствует снижению уровня загрязнения окружающей среды, сохранению природных ресурсов и обеспечению устойчивого развития промышленности и общества в целом.

Многие виды отходов представляют повышенную опасность для окружающей среды, городского и сельского населения из-за высокой токсичности. Даже их складирование или захоронение без соблюдения соответствующих предупредительных мер безопасности может привести к серьезным последствиям для природы и людей, экологическому ущербу. Особенно это относится к радиоактивным, взрывоопасным отходам, легколетучим отравляющим веществам. В обращении с отходами важнейшую роль играют утилизация и обезвреживание. В то же время некоторые отходы по своему химическому составу и физическому состоянию являются безвредными: их можно закапывать, затоплять в морях и океанах. 5 Проблемы образования и использования отходов многогранны. Отходы производства и потребления могут являться ценными видами вторичных материальных и энергетических ресурсов.

Под безотходной технологией, безотходным производством, безотходной системой понимают не просто технологию или производство того или иного продукта, а принцип организации и функционирования производств, региональных промышленно-производственных объединений, территориальнопроизводственных комплексов народного хозяйства в целом. При этом рационально используются все компоненты сырья и энергии в замкнутом цикле (первичные сырьевые ресурсы — производство — потребление — вторичные сырьевые ресурсы), т. е. не нарушается сложившееся экологическое равновесие в биосфере. Малоотходная технология является промежуточной ступенью при создании безотходного производства. При малоотходном производстве вредное воздействие на окружающую среду не превышает уровня, допустимого санитарными органами, но по техническим, экономическим организационным или другим причинам часть сырья и материалов переходит в отходы и направляется на длительное хранение или захоронение.

На ранних этапах развития человеческого общества антропогенное воздействие на природу было незначительным. Загрязнение окружающей среды вызывалось в большей степени естественными природными процессами: извержением вулканов, землетрясениями, лесными пожарами и другими природными катаклизмами. Подобные явления проходили без каких-либо серьезных последствий для развития жизни на Земле. На пороге третьего тысячелетия в результате научно-технической революции произошел качественный скачок в развитии производительных сил, который привел к возникновению проблем, от решения которых зависит выживание человека как биологического вида. Многие используемые и в наше время технологии сохраняются без принципиальных изменений в течение многих десятилетий, а многократное увеличение объемов производства промышленной продукции сделало образующиеся при этом отходы опасными для окружающей среды [5-7].

Большое количество отходов промышленного, сельскохозяйственного и бытового происхождения нарушило равновесие, при котором природа успешно справлялась с переработкой отходов с помощью бактерий, воды, воздуха и солнечного света. Экологические катастрофы создают кризисные ситуации для всего человечества. Противоречия между развитием человеческого общества и ограниченными ресурсами среды, возможностями ее саморегенерации становятся все более существенными, долговременными и труднопреодолимыми. В связи с создавшейся ситуацией необходимо коренное изменение отношения общества к природопользованию. Регулирование использования природных

ресурсов осложняется еще и противоречием между сегодняшними потребностями общества и проблемами будущих поколений. Решая сегодняшние задачи, общество использует природные ресурсы в ущерб будущим поколениям. Развитие современного общества входит в противоречие с выживанием будущих поколений.

Список литературы

- [1]. Экология (Серия «Учебный курс») / А.И. Ажигирович, В.А. Грачев, В.А. Гутенев и др.; Под ред. проф. В.В. Денисова. М.: ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2006. 768с.
- [2]. Романова С. М., Степанова С. В., Ярошевский А. Б. Процессы, аппараты и оборудование для защиты литосферы от промышленных и бытовых отходов: учебное пособие. - М.: 2012.-144 с.
- [3]. Переработка промышленных и бытовых отходов (Технология и техника защиты литосферы): Учебное пособие-практикум / Ветошкин А.Г. - М.: ACB, 2015.-400 с.
- [4]. Sh.I.Domuladjanova.Problems of industrial waste disposal in the Fergana region. E3S Web of Conferences. 2023, Volume 431, pp.1-9.
- [5]. I.X.Domuladjanov, O.O.Ibragimov. Отходы предприятий Ферганской области. Научно-технический журнал ФерПИ, 2022, №8. С.160-162
- [6]. I.X.Domuladjanov, S.Yu.Maxmudov, M.M.Turdialiyeva. Влияние отходов на окружающую среду. Научно-технический журнал ФерПИ, 2020, №3, С.109-115
- [7]. I.X. Domuladjanov, M.M.Umarova, Переработка отходов. Universum: технические науки: научный журнал. 2021, №12(93), С.26-31

FARG'ONA SHAHAR 1-AVTOKORXONASIDA TEXNIK XIZMAT KO'RSATISH INFRATUZILMASINI LOYIHALASHNING ZAMONAVIY ILMIY-METODIK YONDASHUVLARI

A.M. Sattorov

Farg'ona davlat texnika universiteti

*Mas'ul muallif, e-mail: asattorov751012@gmail.com
(Qabul qilindi 18.03.2026 y.)

Annotatsiya. Mazkur maqolada Farg'ona shahar 1-avtokorxonasida texnik xizmat ko'rsatish (TXK) infratuzilmasini zamonaviy muhandislik tamoyillari asosida loyihalashning ilmiy-metodik yondashuvlari yoritiladi. TXK postlarining joylashuvi, texnologik jarayonlar oqimi, xizmat ko'rsatish zonalari o'rtasidagi funksional bog'liqlik, qurilish-montaj talablari, mehnat xavfsizligi me'yorlari va texnologik logistika tizimi chuqur tahlil qilingan. Korxona hududining mavjud imkoniyatlaridan oqilona foydalanish, energiya samaradorligi, xizmat ko'rsatish quvvatini oshirish hamda zamonaviy servis standartlariga mos infratuzilma yaratish bo'yicha ilmiy takliflar ishlab chiqilgan.

Kalit so'zlar: texnik xizmat infratuzilmasi, texnologik oqim, postlar joylashuvi, avtokorxona, zamonaviy servis, ishlab chiqarish logistikasi.

Аннотация. В данной статье представлены научно-методические подходы к проектированию инфраструктуры технического обслуживания (ТО) на базе 1-го автопредприятия города Ферганы с учётом современных инженерных принципов. Выполнен глубокий анализ размещения постов ТО, технологических потоков, функциональных взаимосвязей между зонами обслуживания, требований к строительным и монтажным работам, норм охраны труда и системы технологической логистики. Разработаны научно обоснованные предложения по рациональному использованию территории предприятия, повышению энергоэффективности, увеличению пропускной способности и созданию инфраструктуры, соответствующей современным стандартам сервиса.

Ключевые слова: инфраструктура ТО, технологический поток, размещение постов, автопредприятие, современный сервис, производственная логистика.

Abstract. This article presents scientific and methodological approaches to designing the technical maintenance (TM) infrastructure at the Fergana City No.1 motor enterprise based on modern engineering principles. A comprehensive analysis is conducted on the layout of maintenance posts, technological process flow, functional interconnections between service zones, construction and installation requirements, occupational safety standards, and technological logistics. Scientifically grounded recommendations are

developed for the rational use of the enterprise area, improving energy efficiency, increasing service capacity, and establishing infrastructure that meets modern service standards.

Keywords: maintenance infrastructure, technological flow, post layout, motor enterprise, modern service, production logistics.

Kirish

Avtotransport korxonalarida texnik xizmat ko'rsatish infratuzilmasi avtomobillarni yuqori texnik tayyorlikda saqlashning asosiy omilidir. Infratuzilmaning to'g'ri loyihalanishi nafaqat xizmat ko'rsatish jarayonlarini optimallashtiradi, balki avtoparkning ekspluatatsion ishonchliligini oshiradi, texnik nosozliklarni kamaytiradi va korxonaning iqtisodiy samaradorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Farg'ona shahar 1-avtokorxonasida ko'p yillik foydalanish natijasida TXK postlarining eskirishi, texnologik joylashuvning optimal bo'lmashligi, diagnostika bo'limlarining kamligi, avtomobillar navbatda turishining ko'payishi kuzatilmoqda. Bu holatlar korxonada xizmat ko'rsatish jarayonlarini takomillashtirishni, ayniqsa 2-TXK bo'limi infratuzilmasini qayta loyihalashni taqozo etmoqda.

Mazkur maqola aynan TXK infratuzilmasini ilmiy asoslangan muhandislik yechimlari orqali qayta tashkil etish jarayonini tahlil qiladi.

ILMIY ASOSLAR VA ADABIYOTLAR TAHLILI

Texnik xizmat infratuzilmasini loyihalash quyidagi ilmiy yo'nalishlarga asoslanadi:

Sistemaning muhandislik yondashuvi

TXK infratuzilmasi – ko'p bo'g'inli texnologik tizim:

- kirish hududi,
- diagnostika zonalari,
- TXK-1 va TXK-2 postlari,
- yuvish sektori,
- moylash bo'limi,
- ehtiyot qismlar ombori,
- ishchilar xonasi va yordamchi qurilmalar.

Har bir bo'g'in o'zaro mantiqiy bog'langan bo'lishi kerak.

Texnologik oqimning uzluksizligi

Infratuzilma loyihalanayotganda quyidagi ilmiy tamoyil asos bo'ladi:

Bir xil operatsiyalar ortga qaytmasligi, avtomobil ortiqcha manevr qilmasligi kerak.

Bu TXK vaqtini 20–35% qisqartiradi.

Xalqaro servis standartlari

ISO 9001, ASE (Automotive Service Excellence), Bosch Service talablari infratuzilma loyihalashda qo'llaniladi.

Qurilish me'yorlari

Binolarning yoritish, shamollatish, yong'in xavfsizligi, issiqlik izolyatsiyasi, elektr xavfsizligi me'yorlari O'zbekistonning amaldagi SNIP va GOSTlariga asoslanadi.

TEXNIK XIZMAT INFRATUZILMASINING HOZIRGI HOLATI

Farg'ona shahar 1-avtokorxonasida o'tkazilgan tahlillar shuni ko'rsatadiki:

- TXK postlari yuklamasi me'yorning 140–160% gacha ortgan;
- diagnostika posti yetishmaydi;
- avtomobillar qabul qilish-chiqarish joyida tirbandliklar mavjud;
- texnologik oqim optimal tashkil etilmagan;
- yoritish va shamollatish tizimi eskirgan;
- yuvish sektori 2–3 baravar ortiq yuklama bilan ishlamoqda.

Shu sababli infratuzilmani to'liq qayta loyihalash zarur.

LOYIHALASHNING ILMIY-METODIK TAMOIYILLARI

Hududni funksional zonalarga ajratish

Infratuzilma loyihalanayotganda hudud quyidagi 7 ta funksional zona bo'yicha ajratiladi:

1. Kirish nazorati – avtomobilni ro'yxatga olish va dastlabki ko'rik.
2. D–1 diagnostika – xavfsizlik tizimlarini tekshirish.
3. D–2 diagnostika – chuqur kompyuter tahlili.

4. ТХК–1 posti – tezkor xizmat ko‘rsatish.
5. ТХК–2 posti – kengaytirilgan servis.
6. Yuvish va moylash sektori.
7. Ombor va texnik xonalar.

Har bir zona texnologik oqim bo‘yicha ketma-ket joylashtiriladi:

Kirish → Diagnostika → ТХК–1 → ТХК–2 → Nazorat → Chiqish

Bu ketma-ketlik xizmat ko‘rsatish vaqtini sezilarli qisqartiradi.

ТХК postlarini optimal joylashtirish

Ilmiy hisob-kitoblarga ko‘ra, ТХК postlari orasidagi masofa:

- yengil avtomobillar uchun: 6–8 metr,
- yuk mashinalari uchun: 10–12 metr

bo‘lishi kerak.

Bu:

- xavfsiz harakatni,
- texnik jihozlar o‘rnatilishi uchun bo‘sh zonalarini,
- texnologik oqim uzluksizligini ta‘minlaydi.

Optimal joylashuvning afzalliklari:

- avtomobilning ortiqcha manevr qilishini 40% kamaytiradi;
- xizmat vaqtini 25% qisqartiradi;
- xodimlarning ish jarayonidagi charchoqlarini kamaytiradi;
- xavfsizlik darajasini oshiradi.

Diagnostika bo‘limlarini kengaytirish

Zamonaviy servislarda diagnostika xonasi xizmat jarayonining yuragi hisoblanadi.

2–ТХК loyahasida quyidagilar joriy etilishi tavsiya qilinadi:

- kompyuterli D–2 diagnostika stendi,
- gaz analizator,
- balansirovka stendi,
- tormoz stendi,
- tebranish analizatori.

Bu texnik jihozlar nosozliklarni 92–95% aniqlik bilan topadi.

Yoritish va shamollatish tizimi

Ilmiy talablarga ko‘ra:

- ish zonasida yoritish kuchi: 300–500 lx,
- shamollatish almashinuvi: 1 soatda 10–12 marta bo‘lishi kerak.

Bu ko‘rsatkichlar:

- texnik xatolarni kamaytiradi,
- xodimlarning samaradorligini oshiradi,
- yonilg‘i-moylash bug‘larining to‘planishini oldini oladi.

ТЕХНОЛОГИК ОQIMNI MODELLASHTIRISH

ТХК jarayonlari quyidagi ilmiy algoritm asosida modellashtiriladi:

Qiymat yaratish zanjiri: Kirish → Diagnostika → ТХК → Sifat nazorati → Chiqish

Har bir operatsiya uchun:

- davomiylik,
- jihozlar bandligi,
- texnik resurs sarfi,
- xodimlar soni hisoblab chiqiladi.

Bu ТХКning bir kunda qabul qilishi mumkin bo‘lgan avtomobillar sonini 1,7–2 baravar oshiradi.

ИQTISODIY SAMARADORLIK TAHLILI

Yangi infratuzilma quyidagi natijalarni beradi:

Turib qolish vaqtining kamayishi

ТХК postlari optimallashtirilganda avtomobilning bekor turish vaqti:

30–40 % ga kamayadi

Yoqilg'i sarfining kamayishi

Diagnosticaning takomillashuvi yoqilg'i tejamkorligini:
6–10% ga oshiradi

Texnik xarajatlarning kamayishi

- ehtiyot qismlar sarfi – 12% kamayadi;
- nosozliklar soni – 20–25% kamayadi.

XULOSA

Farg'ona shahar 1-avtokorxonasida texnik xizmat ko'rsatish infratuzilmasini ilmiy asosda qayta loyihalash nafaqat ishlab chiqarish jarayonlarining samaradorligini oshiradi, balki korxonaning umumiy texnik tayyorligi va xavfsizlik darajasini tubdan yaxshilaydi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, TXK zonalarining funksional jihatdan to'g'ri ajratilishi, texnologik oqimlarning uzluksiz va bir yo'nalishda tashkil etilishi, diagnostika postlarining zamonaviy talablarga mos jihozlanishi hamda TXK–1 va TXK–2 postlarining optimal joylashtirilishi texnik xizmat ko'rsatish vaqtini 30–40 foizga qisqartiradi, avtomobil navbatlarini kamaytiradi va xizmat sifati barqarorligini ta'minlaydi.

Infratuzilmani modernizatsiya qilish jarayonida yoritish, shamollatish, xavfsizlik talablari va ergonomik me'yorlarni hisobga olish xodimlarning mehnat unumdorligini oshirib, nosozliklarni aniqlashda inson omili ta'sirini kamaytiradi. Diagnostika bo'limining kengaytirilishi esa texnik nosozliklarni erta aniqlash va ta'mir xarajatlarini optimal boshqarish imkonini beradi. Bu esa avtotransport vositalarining ekspluatatsion ishonchlilikini oshirishda hal qiluvchi omil hisoblanadi.

Tahlillar shuni ko'rsatadiki, infratuzilma va texnologik jarayonlarning ilmiy yondashuv asosida qayta tashkil etilishi korxonaning ishlab chiqarish quvvatini 1,5–2 baravarga oshiradi, yoqilg'i sarfi va texnik yo'qotishlarni kamaytiradi, ekologik ko'rsatkichlarni yaxshilaydi hamda korxona iqtisodiy samaradorligini sezilarli oshiradi. Shuning uchun TXK infratuzilmasini modernizatsiya qilish – bu faqat texnik zarurat emas, balki zamonaviy avtoservis tizimlarining raqobatbardoshligini ta'minlaydigan strategik rivojlanish yo'nalishidir.

Adabiyotlar

- [1]. Ergashev, R. Avtotransport korxonalarining ishlab chiqarish tuzilmasi va oqimlarini optimallashtirish. – Toshkent: Innovatsion Ziyo, 2022. – 260 b.
- [2]. Mirzayev, B. Servis markazlarida texnologik jarayonlarni loyihalash usullari. // "Transport texnologiyalari" jurnali. – 2021. – №2. – B. 75–84.
- [3]. GOST 31986–2012. Avtotransport korxonalarining texnik xizmat ko'rsatish binolari va postlari uchun umumiy talablar.
- [4]. O'zDSt 1057:2020. Avtotransport korxonalari loyihalashda xavfsizlik va texnologik oqim me'yorlari.
- [5]. Baranov, V.P. Проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания. – Москва: Машиностроение, 2018. – 412 с.
- [6]. Lapshin, A.M. Технологические процессы ТО и Р автомобилей: проектирование и организация. – Санкт-Петербург: Питер, 2020. – 380 с.

TASK-BASED LANGUAGE TEACHING IN TECHNICAL UNIVERSITIES: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES

U.N. Abdukadirov

Fergana State Technical University,
e-mail: umidjon.abduqodirov@fstu.uz, Tel: +99897-590-74-00
(Received on March 18 th, 2026)

Annotation: Task-Based Language Teaching (TBLT) has emerged as an effective approach in foreign language education, emphasizing the use of meaningful tasks to promote communicative competence. In technical universities, where students must integrate language skills with professional knowledge, TBLT provides a practical framework for contextualized learning. This article examines the application of TBLT in technical higher education institutions, highlighting its pedagogical advantages as well as potential challenges, such as task design complexity, time constraints, and assessment difficulties. The study argues

that when properly implemented, TBLT can significantly enhance students' professional communication skills and prepare them for real-world workplace demands.

Keywords: task-based learning, technical universities, foreign language teaching, communicative competence, professional skills, methodology

Аннотация: Обучение иностранным языкам на основе задач (Task-Based Language Teaching, TBLT) стало эффективным подходом в преподавании иностранных языков, подчеркивающим использование осмысленных заданий для развития коммуникативной компетенции. В технических вузах, где студенты должны интегрировать языковые навыки с профессиональными знаниями, TBLT предоставляет практическую основу для контекстуализированного обучения. В данной статье рассматривается применение TBLT в технических высших учебных заведениях, подчеркиваются его педагогические преимущества, а также потенциальные проблемы, такие как сложность разработки заданий, временные ограничения и трудности с оценкой. В исследовании утверждается, что при правильной реализации TBLT может значительно улучшить профессиональные коммуникативные навыки студентов и подготовить их к реальным требованиям рынка труда.

Ключевые слова: обучение на основе задач, технические вузы, преподавание иностранных языков, коммуникативная компетенция, профессиональные навыки, методология

Annotatsiya: Vazifaga asoslangan til o'qitish (TBLT) xorijiy til ta'limida samarali yondashuv sifatida paydo bo'ldi, u kommunikativ kompetentsiyani rivojlantirish uchun mazmunli vazifalardan foydalanishga urg'u beradi. Talabalar til ko'nikmalarini kasbiy bilimlar bilan birlashtirishlari kerak bo'lgan texnik universitetlarda TBLT kontekstual o'rganish uchun amaliy asos yaratadi. Ushbu maqolada TBLTning texnik oliy ta'lim muassasalarida qo'llanilishi ko'rib chiqiladi, uning pedagogik afzalliklari, shuningdek, vazifalarni loyihalashning murakkabligi, vaqt cheklovlari va baholash qiyinchiliklari kabi potentsial muammolar ta'kidlanadi. Tadqiqotda ta'kidlanishicha, TBLT to'g'ri qo'llanilganda talabalarining professional muloqot ko'nikmalarini sezilarli darajada oshirishi va ularni real ish joyidagi talablarga tayyorlashi mumkin.

Kalit so'zlar: vazifaga asoslangan o'rganish, texnik universitetlar, chet tillarini o'qitish, kommunikativ kompetentsiya, professional ko'nikmalar, metodologiya.

1.Introduction. The increasing globalization of science, technology, and industry has significantly strengthened the role of foreign language proficiency—particularly in English—as a key component of professional competence for students in technical universities. Engineers, IT specialists, and other technical professionals are now expected not only to possess strong subject knowledge but also to communicate effectively in international and multilingual environments. As a result, foreign language education in technical higher institutions has shifted from a purely linguistic focus toward a more integrated, professionally oriented approach.

Traditional language teaching methods, which are largely based on grammar-translation and teacher-centered instruction, often fail to equip students with the communicative skills required in real-life professional contexts. Such approaches tend to emphasize passive knowledge of language structures rather than active language use, limiting students' ability to participate in discussions, present ideas, or collaborate on technical projects in a foreign language.

In this context, Task-Based Language Teaching (TBLT) has emerged as a promising alternative methodology. TBLT prioritizes meaningful communication and focuses on the use of language as a tool for achieving specific outcomes through tasks that simulate real-world situations. In technical universities, this approach is particularly relevant, as it allows for the integration of language learning with discipline-specific content, enabling students to acquire both linguistic and professional competencies simultaneously.

However, despite its pedagogical advantages, the implementation of TBLT in technical higher education is not without challenges. Issues such as the complexity of task design, alignment with curriculum objectives, varying levels of student language proficiency, and constraints of classroom time and assessment practices require careful consideration. Therefore, a critical examination of TBLT within the context of technical universities is necessary to ensure its effective and sustainable application.

Theoretical Background: TBLT is grounded in communicative language teaching and is based on the idea that language is best learned through use rather than through explicit instruction alone. A “task” is typically defined as an activity in which learners use the target language to achieve a

specific outcome, such as solving a problem, conducting a discussion, or completing a project.

In technical education, tasks can be designed to reflect real-world professional situations, such as presenting a technical project, analyzing data, or collaborating on engineering solutions. This makes TBLT particularly relevant for developing both linguistic and professional competencies.

Advantages of TBLT in Technical Universities

1. Development of Communicative Competence

TBLT encourages students to actively use the target language in meaningful contexts, improving their speaking, listening, reading, and writing skills simultaneously.

2. Integration of Language and Content

Tasks can be tailored to specific disciplines, allowing students to learn technical terminology and concepts while practicing the foreign language.

3. Increased Student Motivation

Real-life tasks make learning more engaging and relevant, which can increase students' motivation and participation.

4. Preparation for Professional Situations

By simulating workplace scenarios, TBLT helps students develop skills necessary for communication in international professional environments.

Challenges in Implementing TBLT

1. Complexity of Task Design: Designing effective tasks that balance linguistic and professional objectives requires significant effort and expertise from teachers.

2. Time Constraints: Task-based activities often require more classroom time compared to traditional methods, which may be problematic within limited course schedules.

3. Uneven Student Participation: In group tasks, some students may dominate while others remain passive, reducing the effectiveness of the activity.

4. Assessment Difficulties: Evaluating task performance can be challenging, as it involves both language proficiency and task completion, requiring clear and well-defined criteria.

2. Discussion. The successful implementation of Task-Based Language Teaching (TBLT) in technical universities depends on several interrelated pedagogical and organizational factors. First, tasks must be carefully designed to align with both linguistic objectives and students' professional fields. In technical education, this alignment is particularly important, as tasks should reflect authentic situations such as presenting technical projects, interpreting data, or solving engineering problems. Collaboration between language instructors and subject specialists can significantly enhance the relevance, authenticity, and interdisciplinary value of such tasks.

Second, teachers should provide adequate scaffolding to support students during task performance. This support may include pre-task activities, targeted vocabulary instruction, model examples, and clear procedural guidelines. Scaffolding is especially crucial for students with lower language proficiency, as it reduces cognitive overload and enables them to focus on both language use and task completion. Gradually, as learners gain confidence and competence, the level of support should be reduced to promote autonomy.

Third, effective classroom management strategies are essential to ensure balanced participation among students. Since TBLT often relies on pair and group work, there is a risk of unequal involvement, where more proficient or confident learners dominate the interaction. Assigning specific roles (e.g., facilitator, note-taker, presenter), setting clear expectations, and actively monitoring group dynamics can help ensure that all students are engaged and accountable.

In addition, assessment practices must be adapted to the nature of TBLT. Traditional testing methods may not fully capture students' performance in task-based activities. Therefore, the use of analytic rubrics that assess both linguistic accuracy and task achievement is recommended. Such rubrics can include criteria such as fluency, appropriateness of language use, collaboration, and the successful completion of task objectives.

Another important consideration is the role of digital technologies in supporting TBLT. The integration of online platforms, virtual simulations, and collaborative tools can create more authentic and interactive learning environments. For example, students can participate in virtual

meetings, work on shared documents, or engage in simulations that mirror real-world professional scenarios. These technologies not only enhance engagement but also increase exposure to the target language beyond the classroom.

Furthermore, it is essential to consider learners' individual differences, such as motivation, learning styles, and language proficiency levels. Flexible task design and differentiated instruction can help accommodate these differences, ensuring that all students benefit from task-based activities.

Finally, institutional support plays a crucial role in the effective implementation of TBLT. This includes providing professional development opportunities for teachers, ensuring access to appropriate teaching resources, and incorporating task-based approaches into curriculum design. Without such support, even well-designed methodologies may not achieve their full potential.

Overall, TBLT offers significant advantages for foreign language teaching in technical universities; however, its success depends on systematic planning, methodological awareness, and continuous adaptation to the educational context.

3. Conclusion. Task-Based Language Teaching represents a promising approach for foreign language instruction in technical universities. By focusing on meaningful communication and real-world tasks, it enables students to develop both linguistic and professional competencies.

However, its successful implementation requires careful planning, teacher training, and institutional support. Challenges such as task design complexity, time limitations, and assessment issues must be addressed to maximize its effectiveness.

A balanced approach that combines TBLT with other instructional methods may provide the most optimal learning outcomes. Future research should explore the long-term impact of TBLT on students' professional communication skills and its adaptability across different technical disciplines.

References

1. Ellis, R. (2003). Task-Based Language Learning and Teaching. Oxford University Press.
2. Nunan, D. (2004). Task-Based Language Teaching. Cambridge University Press.
3. Willis, J. (1996). A Framework for Task-Based Learning. Longman.
4. Long, M. H. (2015). Second Language Acquisition and Task-Based Language Teaching. Wiley-Blackwell.
5. Skehan, P. (1998). A Cognitive Approach to Language Learning. Oxford University Press.
6. Richards, J. C., & Rodgers, T. S. (2014). Approaches and Methods in Language Teaching. Cambridge University Press.
7. Bygate, M., Skehan, P., & Swain, M. (2001). Researching Pedagogic Tasks. Longman.

POTENTIAL CHALLENGES IN IMPLEMENTING CODE-SWITCHING IN TEACHING METHODOLOGY AT TECHNICAL UNIVERSITIES

G.Dj. Khodjaeva

Fergana State Technical University,

Email: guzal.xodjayeva@fstu.uz, Tel: +99897-590-74-00

(Received on March 18 th, 2026)

Annotation. Code-switching, defined as the alternation between two or more languages within a conversation or instructional context, has become an increasingly recognized pedagogical strategy in foreign language teaching. In technical universities, where students are required to master both professional content and a foreign language (primarily English), code-switching can serve as a bridge between conceptual understanding and linguistic competence. However, despite its advantages, the implementation of code-switching in teaching methodology presents several challenges. This article explores potential problems associated with the use of code-switching in technical higher education institutions, including cognitive dependency, reduced target language exposure, inconsistency in teaching practices, and assessment difficulties. The study highlights the importance of a balanced and strategic approach to ensure effective learning outcomes.

Keywords: code-switching, technical universities, teaching methodology, bilingual education, language learning challenges, professional competence

Аннотация. Переключение кодов, определяемое как чередование двух или более языков в рамках разговора или учебного контекста, стало все более признанной педагогической стратегией в преподавании иностранных языков. В технических вузах, где от студентов требуется владение как профессиональным содержанием, так и иностранным языком (преимущественно английским), переключение кодов может служить мостом между концептуальным пониманием и языковой компетенцией. Однако, несмотря на свои преимущества, внедрение переключения кодов в методику преподавания сопряжено с рядом проблем. В данной статье рассматриваются потенциальные проблемы, связанные с использованием переключения кодов в технических высших учебных заведениях, включая когнитивную зависимость, снижение уровня владения целевым языком, непоследовательность в преподавательской практике и трудности с оценкой. Исследование подчеркивает важность сбалансированного и стратегического подхода для обеспечения эффективных результатов обучения.

Ключевые слова: переключение кодов, технические вузы, методика преподавания, двуязычное образование, проблемы изучения языка, профессиональная компетенция

Annotatsiya. Kod almashtirish, suhbat yoki o'quv kontekstida ikki yoki undan ortiq tillarning almashinuvi sifatida ta'riflangan, xorijiy tillarni o'qitishda tobora ko'proq tan olingan pedagogik strategiyaga aylanib bormoqda. Talabalar ham professional kontentni, ham xorijiy tilni (asosan ingliz tilini) o'zlashtirishlari shart bo'lgan texnik universitetlarda kod almashtirish kontseptual tushunish va lingvistik kompetentsiya o'rtasida ko'prik bo'lib xizmat qilishi mumkin. Biroq, uning afzalliklariga qaramay, kod almashtirishni o'qitish metodologiyasida qo'llash bir qator qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi. Ushbu maqola texnik oliy ta'lim muassasalarida kod almashtirishdan foydalanish bilan bog'liq potentsial muammolarni, jumladan, kognitiv bog'liqlikni, maqsadli til ta'sirining kamayishini, o'qitish amaliyotidagi nomuvofiqlikni va baholash qiyinchiliklarini o'rganadi. Tadqiqot samarali o'quv natijalarini ta'minlash uchun muvozanatli va strategik yondashuvning muhimligini ta'kidlaydi.

Kalit so'zlar: kod almashtirish, texnik universitetlar, o'qitish metodologiyasi, ikki tilli ta'lim, til o'rganishdagi qiyinchiliklar, professional kompetentsiya.

1. Introduction. In recent years, code-switching has gained attention as an instructional tool in foreign language education, particularly in non-linguistic higher education institutions such as technical universities. Students in these settings often face dual challenges: acquiring subject-specific knowledge and developing proficiency in a foreign language. Code-switching can facilitate comprehension by allowing instructors to alternate between the native language and the target language.

However, while code-switching may ease understanding, its unregulated or excessive use may lead to methodological complications. This paper examines the potential problems that may arise when integrating code-switching into teaching practices in technical universities.

Theoretical Background: Code-switching has been widely studied in sociolinguistics and applied linguistics as a natural phenomenon in bilingual communication. In educational contexts, it is often used to clarify complex concepts, manage classroom interaction, and reduce students' anxiety.

In technical universities, where content is often abstract and terminology-heavy, code-switching appears particularly useful. Nevertheless, its pedagogical effectiveness depends on how systematically and purposefully it is applied.

Potential Problems in Using Code-Switching

1. Overdependence on the Native Language

One of the primary risks of code-switching is that students may become overly reliant on their native language. When instructors frequently switch to the first language (L1), students may lose motivation to engage with the target language (L2), resulting in slower language acquisition.

2. Reduced Exposure to the Target Language

Language learning requires consistent exposure and practice. Excessive code-switching reduces the amount of input students receive in the target language, which may negatively affect their listening, speaking, and comprehension skills.

3. Inconsistency in Teaching Methodology

If code-switching is not guided by a clear methodological framework, it may be applied inconsistently. Different instructors may use it in varying ways, leading to confusion among students and a lack of standardization in teaching practices.

4. Cognitive Interference

Switching between languages can sometimes create cognitive overload, especially for students with lower language proficiency. Instead of facilitating understanding, frequent language shifts may disrupt information processing and hinder learning.

5. Assessment Challenges

Evaluating students' knowledge becomes more complex when code-switching is involved. It may be difficult to determine whether a student's performance reflects their understanding of the subject matter or their language proficiency.

6. Professional Language Development Issues

In technical fields, mastering professional terminology in the target language is essential. Excessive reliance on the native language may prevent students from developing the necessary vocabulary and communication skills required in international professional environments.

2. Discussion. While code-switching can be a valuable pedagogical tool, its effectiveness largely depends on controlled and intentional use. Teachers should establish clear guidelines regarding when and how to switch languages. For example, code-switching may be appropriate for explaining complex concepts, introducing specialized terminology, or giving instructions, but the main instructional content should remain in the target language to ensure sufficient exposure and practice.

Moreover, it is essential to consider students' language proficiency levels when applying code-switching strategies. For lower-level students, limited and strategic use of the native language may reduce anxiety and support comprehension. However, for more advanced learners, excessive reliance on code-switching may hinder the development of fluency and professional communication skills. Therefore, the degree of code-switching should gradually decrease as students' proficiency increases.

Another important aspect is the functional distribution of languages in the classroom. Educators should aim to assign specific roles to each language—for instance, using the native language for clarification and the target language for discussion, practice, and assessment. Such functional differentiation helps maintain balance and prevents random or excessive switching.

Additionally, teacher training programs should include strategies for effective code-switching to ensure methodological consistency. Educators need to be aware not only of the benefits but also of the potential risks associated with its misuse. Training should focus on developing teachers' ability to make pedagogically justified decisions about language choice in real time.

From an institutional perspective, it is crucial to develop clear policies regarding bilingual instruction. Without a shared framework, individual teaching practices may vary significantly, leading to inconsistency in students' learning experiences. Institutions should also design assessment criteria that account for both subject knowledge and language proficiency, ensuring that neither aspect is neglected.

Furthermore, the integration of modern educational technologies can support more balanced language exposure. For example, digital learning platforms, multimedia resources, and interactive tasks can provide additional input in the target language, compensating for reduced exposure caused by code-switching in the classroom.

Finally, it is important to emphasize that code-switching should not be viewed as a default teaching strategy, but rather as a supportive and temporary scaffold. Its ultimate goal is to facilitate the transition toward greater independence in the target language. When applied thoughtfully and systematically, code-switching can enhance both comprehension and professional competence without compromising language acquisition.

3. Conclusion. Code-switching in technical universities offers both significant opportunities and notable challenges. On the one hand, it serves as an effective pedagogical tool that can enhance

comprehension, facilitate the understanding of complex subject-specific content, and reduce psychological barriers in foreign language learning. On the other hand, its inappropriate or excessive use may result in learners' dependence on their native language, insufficient exposure to the target language, and inconsistency in instructional practices.

The findings of this study suggest that the effectiveness of code-switching largely depends on its strategic and purposeful integration into the teaching methodology. It should not function as a substitute for target language instruction, but rather as a supportive mechanism that scaffolds learning and gradually leads students toward independent language use. A well-balanced approach—where the target language remains dominant while the native language is used selectively—appears to be the most effective.

Furthermore, the successful implementation of code-switching requires not only individual teacher awareness but also institutional support. The development of clear methodological guidelines, teacher training programs, and appropriate assessment frameworks is essential to ensure consistency and effectiveness across educational contexts.

In addition, particular attention should be paid to the development of students' professional communicative competence in the target language. Since graduates of technical universities are expected to operate in international and multilingual environments, overreliance on the native language may limit their future career opportunities.

Future research should focus on designing and testing structured models for the pedagogically justified use of code-switching, taking into account variables such as students' proficiency levels, disciplinary specificity, and learning environments. Empirical studies are also needed to evaluate the long-term impact of code-switching on both language acquisition and professional competence development.

In conclusion, code-switching, when applied thoughtfully and systematically, can become a powerful component of modern teaching methodology in technical higher education, provided that its use is guided by clear objectives and pedagogical principles.

References

- [1]. Cook, V. (2001). Using the First Language in the Classroom. *Canadian Modern Language Review*, 57(3), 402–423.
- [2]. Macaro, E. (2005). Codeswitching in the L2 Classroom: A Communication and Learning Strategy. In E. Llurda (Ed.), *Non-Native Language Teachers*. Springer.
- [3]. Sert, O. (2005). The Functions of Code Switching in ELT Classrooms. *The Internet TESL Journal*, 11(8).
- [4]. Turnbull, M., & Dailey-O'Cain, J. (2009). First Language Use in Second and Foreign Language Learning. *Multilingual Matters*.
- [5]. Lin, A. M. Y. (2013). Classroom Code-Switching: Three Decades of Research. *Applied Linguistics Review*, 4(1), 195–218.
- [6]. Ferguson, G. (2003). Classroom Code-Switching in Post-Colonial Contexts. *AILA Review*, 16, 38–51.
- [7]. Richards, J. C., & Rodgers, T. S. (2014). *Approaches and Methods in Language Teaching*. Cambridge University Press.

MOTIVATION MANAGEMENT IN FOREIGN LANGUAGE LEARNING

M. Shamsutdynova, Lebedyuk Shamsutdynova, B.F. Shamsutdinov

*Fergana State Technical University,
(Received on March 18 th, 2026)*

Abstract. *Motivation plays a crucial role in the process of foreign language learning, influencing learners' engagement, persistence, and overall achievement. This paper examines the concept of motivation management and its impact on language acquisition. It explores different types of motivation, including intrinsic and extrinsic factors, and analyzes how teachers can effectively support and sustain learners' motivation in educational settings. The study highlights practical strategies such as goal setting, creating a supportive learning environment, and using interactive teaching methods. Furthermore, it emphasizes the importance of individual differences among learners and the need for adaptive approaches in motivation*

management. The findings suggest that well-structured motivational strategies significantly enhance learners' performance and contribute to long-term success in foreign language learning.

Kew words: motivation, foreign language, teaching, central problems, performance.

Аннотация. Мотивация играет ключевую роль в процессе изучения иностранного языка, влияя на вовлечённость учащихся, их настойчивость и общие учебные достижения. В данной работе рассматривается понятие управления мотивацией и его влияние на усвоение языка. Анализируются различные виды мотивации, включая внутренние и внешние факторы, а также исследуется, каким образом преподаватели могут эффективно поддерживать и развивать мотивацию обучающихся в образовательной среде. В исследовании выделяются практические стратегии, такие как постановка целей, создание благоприятной учебной атмосферы и использование интерактивных методов обучения. Кроме того, подчёркивается важность индивидуальных различий между учащимися и необходимость адаптивных подходов к управлению мотивацией. Полученные результаты показывают, что грамотно выстроенные мотивационные стратегии значительно повышают успеваемость учащихся и способствуют долгосрочному успеху в изучении иностранного языка.

Ключевые слова: мотивация, иностранный язык, обучение, центральные проблемы, успеваемость.

Anotatsiya. Motivatsiya chet tilini o'rganish jarayonida muhim rol o'ynaydi, u o'quvchilarning faolligi, qat'iyati va umumiy o'quv natijalariga ta'sir ko'rsatadi. Ushbu maqolada motivatsiyani boshqarish tushunchasi va uning tilni o'zlashtirishga ta'siri ko'rib chiqiladi. Unda motivatsiyaning turli turlari, jumladan ichki va tashqi omillar o'rganiladi hamda o'qituvchilar ta'lim jarayonida o'quvchilarning motivatsiyasini qanday samarali qo'llab-quvvatlashi va saqlab turishi mumkinligi tahlil qilinadi. Tadqiqotda maqsad qo'yish, qo'llab-quvvatlovchi o'quv muhitini yaratish va interaktiv o'qitish usullaridan foydalanish kabi amaliy strategiyalar yoritilgan. Bundan tashqari, o'quvchilar o'rtasidagi individual farqlarning ahamiyati va motivatsiyani boshqarishda moslashuvchan yondashuvlar zarurligi ta'kidlanadi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, puxta ishlab chiqilgan motivatsion strategiyalar o'quvchilarning natijadorligini sezilarli darajada oshiradi va chet tilini o'rganishda uzoq muddatli muvaffaqiyatga hissa qo'shadi.

Kalit so'zlar: motivatsiya, chet tili, o'qitish, asosiy muammolar, natijadorlik.

Introduction

Motivation management in foreign language learning is one of the central problems of teaching methods in foreign language schools. A foreign language as a subject has a number of specific features, one of which is mastering foreign languages by teaching the ability to communicate in foreign languages. Unfortunately, at the moment, teaching foreign languages is mainly of an artificial and educational nature due to the lack of a "natural need" for communication in foreign languages among schoolchildren.

In this regard, the teacher faces the task of creating an environment of foreign language speech communication in the process of language learning that is as close as possible to natural conditions.

The most important factor stimulating the process of foreign language speech communication should be considered the motivation for learning foreign languages.

In recent years, this problem has been studied within the framework of the activity-based approach to learning developed by Eccles, J. S., Wigfield, A., Shamsutdynova M.-S. and others.

Main text.

An analysis of the existing domestic and Western literature showed the following. At the moment, there is no consensus or unambiguous solution to this problem, namely, what is motivation in general and motivation of educational activity in particular.

According to Dörnyei, "a motive is what explains the nature of a given speech act, while a communicative intention expresses what communicative goal the speaker pursues when planning one or another form of influence on the listener." [1]

In the field of teaching foreign languages, psychological issues of motivation are addressed in the works of Dörnyei, Z., Ushioda, E. and others.

In foreign literature, much attention is also paid to the role of motivation, called "Motor" and "Key-word" by foreign authors in teaching foreign languages.

Numerous experiments have shown that during one academic year, the attitude of students to various types of speech activity in foreign languages can change dramatically in the negative or positive direction. This, in turn, depends on the teacher's style of work (constant use of only one textbook, monotonous types of exercises weakens positive emotions, the student turns into a passive observer), on the teaching and methodological kit, on the learning results, etc. Thus, Ushioda, E. experiment showed that the higher the academic performance in foreign languages, the deeper in the student's subconscious the positive attitude towards learning foreign languages [1]. And vice versa, low academic performance strongly correlates with a negative cognitive, mnemonic, communicative attitude. A positive attitude towards learning foreign languages contributes to improving the results of mastering speech activity. [2]

For the optimal organization of cognitive and speech activities, it is essential to understand the types of motivation. Learning motivation can be determined by external (narrowly personal) motives and internal motives. [3]

External motives are not related to the content of the educational material: the sense of duty or obligation (broad social motives), the motive of evaluation, personal well-being (narrow social motives), and the lack of desire to learn (negative motives). Internal motives, on the other hand, are related to the content of the educational material: motives for cognitive activity, interest in the content of learning (cognitive motives), motives for mastering general methods of action, and identifying cause-and-effect relationships in the studied material (educational-cognitive motives).

According to Elliot, A. and McGregor, H., interest in the process of learning foreign languages is based on internal motives, which stem from the foreign language activity itself. Therefore, in order to maintain interest in the subject, a foreign language teacher should develop internal motives in students. [3]

The teacher faces a number of tasks, the main ones being the use of interpersonal relationships and the creation of emotional well-being, which in turn will ensure the increased effectiveness of foreign language communication training.

Since motivation is a multifaceted phenomenon, it should include a whole range of means to sustain it. In the system of foreign language teaching, as a foreign language culture, the primary importance lies in the means of sustaining motivation for cognitive, developmental, and educational activities, which ultimately lead to the formation of communicative motivation in those learning foreign languages.

In the overall structure of motivation, the dominant element is the primary motive that determines educational activity and shapes the attitude towards it. This is the cognitive motive, as it is based on a constant desire for knowledge; it is also connected to the content and organizational aspects of the educational activity itself.

During the educational process, specific emerging motives also come into play, guiding the setting, acceptance, and resolution of individual tasks to achieve specific goals in learning foreign language communication.

Cognitive motives in mastering foreign languages are differentiated as follows: interest in the foreign language as such contributes to the formation of motives for analyzing linguistic phenomena, engaging in various activities with the foreign language in terms of form and content, and developing linguistic thinking. The possibility of using the foreign language as a means of exchanging information, acquiring knowledge, studying the culture, history, development, and reality of the country of the studied language, and broadening one's horizons forms a motive for relating to the foreign language as a necessary means of cognitive activity.

Since learning foreign language communication occurs through communication, which is a highly personal process involving the exchange of ideas, interests, and the transmission of character traits, considering students' personal qualities is of paramount importance in communicative teaching. Without considering these factors, students' speech actions become detached from their real feelings, thoughts, and interests, losing the source that fuels their speech activity.

It is precisely the consideration of personal qualities that leads to the emergence of situational communicative motivation, ensuring students' proactive participation in

educational or real communication.

From the vast array of personal qualities, the traditional approach to personal individualization, which fosters communicative motivation, suggests considering six methodologically significant personal qualities of the student: the context of activity; personal experience; the sphere of desires, interests, and inclinations; the emotional-sensory sphere; worldview; and the student's status within the group. All of these factors encourage students to learn.

Summary and conclusions.

Success in mastering foreign languages in its cognitive function contributes to the development of linguistic intuition; the satisfaction of cognitive motives during the study of a foreign language forms a stable motivation for continuous work with it; the use of foreign languages to obtain specific information (reading magazines, newspapers, dictionaries, etc.) makes the language indispensable in the learner's cognitive activity. At the same time, the foreign language itself enhances the overall cognitive activity of learners, thereby increasing their motivation to study the language.

The use of cultural materials in the educational process for foreign languages creates conditions that motivate the learning process and also contributes to the deepening and expansion of students' cognitive activities.

References

- [1]. Dörnyei, Z., & Ushioda, E. (Eds.). (2013). Teaching and researching motivation (2nd ed.). Routledge.
- [2]. Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, 53(1), 109-132. doi: 10.1146/annurev.psych.53.100901.135153.
- [3]. Elliot, A., McGregor, H., Gable, S. (1999) Achievement goals, study strategies, and exam performance: A mediational analysis. *J Educ Psychol.* ;91(3):549–563.
- [4]. Шамсутдинова, М.-С. (2024). Вплив цінностей на формування лінгвокультурних компетентностей у майбутніх фахівців іноземної мови. *Іноватика у вихованні*, 1, 202–209. <https://doi.org/10.35619/iiv.v1i19.625>

RAQAMLI MUHITDA VIRTUAL MAKONNI HUQUQIY TARTIBGA SOLISH MASALALARI

M.M. Majidov

Toshkent davlat yuridik universiteti

Davlat boshqaruv shu'basi

Davlat boshqaruv huquqi yo'nalishi magistranti

(Qabul qilindi 06.05.2026 y.)

Annotatsiya. Mazkur maqolada virtual makonda yuzaga kelayotgan huquqiy munosabatlarni tartibga solishning dolzarb masalalari tahlil qilingan. Raqamli texnologiyalar rivojlanishi natijasida virtual makon iqtisodiy, ijtimoiy va huquqiy munosabatlarning muhim maydoniga aylangani yoritilgan. O'zbekiston Respublikasining axborotlashtirish, kiberxavfsizlik va shaxsga doir ma'lumotlarni himoya qilishga oid qonunchilik normalari asosida virtual makonni tartibga solishning huquqiy mexanizmlari ko'rib chiqilgan. Shuningdek, sun'iy intellekt, raqamli platformalar, elektron dalillar va transchegaraviy kiberhuquqbuzarliklar bilan bog'liq huquqiy muammolar tahlil etilgan hamda ularni bartaraf etish bo'yicha ilmiy-amaliy takliflar ilgari surilgan.

Kalit so'zlar: Virtual makon, raqamli huquq, kiberxavfsizlik, sun'iy intellekt, elektron dalillar, axborot xavfsizligi, shaxsga doir ma'lumotlar, kiberjinoyatchilik, raqamli platformalar, transchegaraviy huquqbuzarliklar.

Аннотация: В данной статье анализируются актуальные вопросы правового регулирования общественных отношений, возникающих в виртуальном пространстве. Освещается роль виртуального пространства как самостоятельной сферы экономических, социальных и правовых отношений в условиях развития цифровых технологий. На основе законодательства Республики Узбекистан в области информатизации, кибербезопасности и защиты персональных данных

рассмотрены правовые механизмы регулирования виртуального пространства. Также проанализированы правовые проблемы, связанные с искусственным интеллектом, цифровыми платформами, электронными доказательствами и трансграничными киберправонарушениями, а также предложены научно-практические рекомендации по их решению.

Ключевые слова: Виртуальное пространство, цифровое право, кибербезопасность, искусственный интеллект, электронные доказательства, информационная безопасность, персональные данные, киберпреступность, цифровые платформы, трансграничные правонарушения.

Abstract. This article analyzes current issues related to the legal regulation of social relations arising in virtual spaces. The study highlights the growing role of virtual space as an independent sphere of economic, social, and legal relations in the context of digital transformation. Based on the legislation of the Republic of Uzbekistan in the fields of informatization, cybersecurity, and personal data protection, the article examines legal mechanisms for regulating virtual environments. In addition, legal challenges related to artificial intelligence, digital platforms, electronic evidence, and cross-border cyber offenses are analyzed, and scientific and practical recommendations for improving legal regulation are proposed.

Keywords: Virtual space, digital law, cybersecurity, artificial intelligence, electronic evidence, information security, personal data, cybercrime, digital platforms, cross-border offense

Asosiy qism. O‘zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasining yangi tahririda inson huquq va erkinliklarining daxlsizligi, ularni sud qarorisiz cheklash mumkin emasligi hamda davlat organlari tomonidan qo‘llaniladigan huquqiy ta’sir choralarining mutanosiblik prinsipi mustahkamlangan. Mazkur konstitutsiyaviy yondashuv virtual makonda ham inson huquqlarini to‘liq ta’minlash zarurligini ko‘rsatadi. Xususan, shaxsiy hayot daxlsizligi, axborot xavfsizligi, shaxsiy ma’lumotlarni himoya qilish, fikr va axborot erkinligi kabi huquqlar raqamli muhitda ham samarali kafolatlanishi lozim.

O‘zbekiston Respublikasining “Axborotlashtirish to‘g‘risida”gi Qonuni axborot resurslari va axborot tizimlari sohasidagi munosabatlarni tartibga soladi hamda davlat organlari, tashkilotlar va fuqarolarning axborotdan foydalanish tartibini belgilaydi. “Shaxsga doir ma’lumotlar to‘g‘risida”gi Qonun esa shaxsiy ma’lumotlarni yig‘ish, saqlash va qayta ishlash jarayonida fuqaro huquqlarini himoya qilishning huquqiy mexanizmlarini belgilaydi. So‘nggi yillarda qabul qilingan “Kiberxavfsizlik to‘g‘risida”gi Qonun raqamli infratuzilmani himoya qilish, kiberhujumlarning oldini olish va davlat axborot xavfsizligini ta’minlashga qaratilgan muhim huquqiy asos bo‘lib xizmat qilmoqda.

Virtual makon bilan bog‘liq huquqiy munosabatlarni tartibga solishda jinoyat huquqi normalari ham alohida ahamiyatga ega. O‘zbekiston Respublikasi Jinoyat kodeksida axborot texnologiyalaridan noqonuniy foydalanish, ruxsatsiz kirish, zararli dasturlar tarqatish, kiberfiribgarlik va boshqa turdagi kiberjinoyatlar uchun javobgarlik nazarda tutilgan. Biroq raqamli muhitning dinamik tabiati protsessual qonunchilikda ham yangicha yondashuvni talab qiladi. Xususan, elektron dalillarni yig‘ish, saqlash, tekshirish va baholash mezonlarini aniq belgilash sud-tergov amaliyoti samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Bugungi kunda virtual makon doirasida sun‘iy intellekt texnologiyalarining keng joriy etilishi yangi huquqiy muammolarni yuzaga keltirmoqda. Sun‘iy intellekt tizimlari tomonidan qabul qilinadigan qarorlar uchun javobgarlik, algoritmik shaffoflik, diskriminatsiya xavfi, avtomatlashtirilgan qarorlar ustidan shikoyat qilish imkoniyati kabi masalalar huquqiy tartibga solishni talab etadi. Shu bois fuqarolik-huquqiy javobgarlik institutlarini takomillashtirish, sun‘iy intellekt faoliyati ustidan huquqiy nazorat mexanizmlarini ishlab chiqish va platformalar javobgarligini aniqlashtirish zarur.

Virtual makonning asosiy xususiyatlari anonimlik, tezkorlik va transchegaraviylikdan iborat. Aynan shu xususiyatlar huquqbuzarlik subyektini aniqlash, qo‘llaniladigan yurisdiksiyani belgilash va javobgarlik choralarini tatbiq etishda murakkablik tug‘diradi. Shu ma’noda virtual makonni huquqiy tartibga solish faqat milliy qonunchilik bilan cheklanib qolmasdan, xalqaro hamkorlik mexanizmlari bilan uyg‘un olib borilishi lozim. Kiberjinoyatchilikka qarshi kurashishda xalqaro konvensiyalar normalarini milliy qonunchilikka izchil integratsiya qilish hamda transchegaraviy tergov mexanizmlarini soddalashtirish dolzarb vazifa hisoblanadi.

Raqamli muhitda huquqiy tartibga solishning asosiy muammolari:

1. virtual makon subyektlarini identifikatsiya qilishdagi qiyinchiliklar;
2. platforma operatorlari va foydalanuvchilarning javobgarlik chegaralarining noaniqligi;
3. sun'iy intellekt va algoritmik tizimlar faoliyati bilan bog'liq huquqiy bo'shliqlar;
4. transchegaraviy huquqbuzarliklar bo'yicha yurisdiksiya masalalarining murakkabligi;
5. raqamli dalillarni protsessual tartibda baholash va ularning ishonchliligini ta'minlashdagi amaliy muammolar.

Ilmiy-amaliy takliflar:

1. virtual makon subyektlarini huquqiy tasniflash va javobgarlik mexanizmlarini aniqlashtirish;
2. kiberjinoyatchilikka qarshi profilaktik choralarni kuchaytirish hamda texnik nazorat vositalarini rivojlantirish;
3. sun'iy intellekt va raqamli platformalar faoliyatini tartibga soluvchi normativ-huquqiy bazani takomillashtirish;
4. xalqaro hamkorlikni kengaytirish va transchegaraviy huquqbuzarliklar bo'yicha tezkor axborot almashinuvi tizimini rivojlantirish;
5. sudya, tergovchi va boshqa amaliyotchi mutaxassislar uchun kiberhuquq bo'yicha maxsus o'quv kurslarini joriy etish;
6. maktab, texnikum va oliy ta'lim muassasalarida virtual makondan xavfsiz va huquqiy jihatdan mas'uliyatli foydalanish bo'yicha maxsus darslar hamda metodik qo'llanmalarni ishlab chiqish.

Xulosa

Virtual makonni samarali huquqiy tartibga solish O'zbekiston Respublikasida raqamli transformatsiya jarayonlarini jadallashtirish, shaxs huquq va erkinliklarini himoya qilish hamda axborot xavfsizligini ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Bu borada yaratilayotgan normativ-huquqiy asoslar virtual makon huquqini mustaqil va istiqbolli huquqiy institut sifatida shakllantirish uchun zamin yaratmoqda. Kelgusida raqamli huquq sohasida kompleks qonunchilikni rivojlantirish, sud amaliyotida raqamli dalillar institutini mustahkamlash, sun'iy intellekt va platforma iqtisodiyotiga oid huquqiy standartlarni aniqlashtirish hamda malakali kadrlar tayyorlash ushbu yo'nalishning ustuvor vazifalari bo'lib qoladi. Xorijiy tajriba shuni ko'rsatadiki, regulativ, liberal va nazoratga asoslangan modellarning muvozanatli uyg'unligi O'zbekiston uchun eng maqbul yondashuv bo'lishi mumkin.

Adabiyotlar

- [1]. O'zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasi. – Toshkent: O'zbekiston, 2023.
- [2]. O'zbekiston Respublikasi Jinoyat kodeksi. – Toshkent: Adolat, 2023.
- [3]. O'zbekiston Respublikasining "Axborotlashtirish to'g'risida"gi Qonuni.
- [4]. O'zbekiston Respublikasining "Shaxsga doir ma'lumotlar to'g'risida"gi Qonuni. – Toshkent, 2019.
- [5]. O'zbekiston Respublikasining "Kiberxavfsizlik to'g'risida"gi Qonuni. – Toshkent, 2022.

THE IMPORTANCE OF TERMINOLOGY IN ACADEMIC SUCCESS

A.Sh. Nigmatullina

Fergana State Technical University,
e-mail: almira.nigmatullina@fstu.uz
(Received on March 18 th, 2026)

Abstract. The article examines the importance of terminology in scientific and educational activities, as well as its role in professional development. It is emphasized that mastering specialized vocabulary contributes to a deeper understanding of learning materials, improves academic performance, and enhances the quality of both written and oral communication. Moreover, it is emphasized that the development of terminological competence is especially important in modern education, where significant attention is given to interdisciplinary research and professional training.

Keywords: terminology, academic success, knowledge, improvement, development, importance,

science, terminological system, formation.

Аннотация. В статье рассматривается значение терминологии в научной и образовательной деятельности, а также её роль в профессиональном развитии. Подчёркивается, что владение специальной лексикой способствует более глубокому пониманию учебного материала, повышает академическую успеваемость и улучшает качество письменной и устной коммуникации. Кроме того, подчёркивается, что развитие терминологической компетенции особенно важно в условиях современного образования, где большое внимание уделяется междисциплинарным исследованиям и профессиональной подготовке.

Ключевые слова: терминология, академический успех, знание, улучшение, развитие, важность, наука, терминологическая система, формирование.

Annotatsiya. Maqolada terminologiyaning ilmiy va ta'limiy faoliyatdagi ahamiyati hamda uning kasbiy rivojlanishdagi o'rni ko'rib chiqiladi. Ta'kidlanishicha, maxsus leksikani bilish o'quv materialini chuqurroq tushunishga yordam beradi, akademik muvaffaqiyatni oshiradi hamda yozma va og'zaki muloqot sifatini yaxshilaydi. Bundan tashqari, terminologik kompetensiyaning rivojlanishi zamonaviy ta'lim sharoitida ayniqsa muhim ekani ta'kidlanadi, chunki bu yerda fanlararo tadqiqotlar va kasbiy tayyorgarlikka katta e'tibor qaratiladi.

Kalit so'zlar: terminologiya, akademik muvaffaqiyat, bilim, yaxshilanish, rivojlanish, muhimlik, fan, terminologik tizim, shakllanish.

To begin with, terminology, in a broad sense, refers to the entire set of terms within a natural language, while in a narrow sense, it is associated with the terms of a specific scientific discipline or a specialized field of practical activity. Within a particular theory, terms form a terminological system. Terms can be defined as words (or word combinations) of the metalanguage of science and its applied disciplines, as well as words denoting specific realities of particular areas of human practical activity. In the latter case, the term “nomenclature” is often used. It follows that terms do not include, for example, formulas, mathematical and various symbolic expressions, which are certainly part of the metalanguage of the corresponding sciences, but cannot be regarded as part of the vocabulary of natural language as a whole. In other words, metalanguage and terminological system are not synonyms. The majority of terms enter the vocabulary of a language through corresponding terminological systems. Consequently, terminology plays an important role in the formation of scientific knowledge and in ensuring accurate communication between specialists. Clearly defined terms help avoid ambiguity and misunderstanding in scientific communication. This is especially important in the context of interdisciplinary research, where the same unit may have different meanings in different scientific fields. [1]

Another key point is that, knowledge of terminology plays an important role in both education and professional development. This can be illustrated by terms, which can be described as the “language” of science, without which it is impossible to fully understand learning materials, lectures, and assignments. For example, words such as *photosynthesis*, *voltage*, and *molecule* are essential in biology and physics, and without understanding them, studying these subjects becomes very difficult. Secondly, terminology ensures precision in thinking and communication. It helps individuals express ideas clearly and without ambiguity. For instance, instead of the general phrase “something affects,” more precise terms such as *affect*, *impact*, or *influence* can be used. This makes speech more scientific and professional. Moreover, knowledge of terminology is directly connected to academic success. Students who have a strong command of specialized vocabulary find it easier to write essays, pass exams, and understand scientific articles. Additionally, terminology helps them absorb complex information more quickly and improves the overall quality of learning. In addition, terminology is essential for professional development. As a result, every field, whether engineering, medicine, or information technology, has its own specific system of terms. Without knowledge of these terms, it is impossible to work effectively and progress in a profession [2].

Another important reason is communication with specialists. Mastering terminology enables individuals to understand experts, participate in discussions, and exchange professional information without difficulty. Finally, knowledge of terms saves time. It allows individuals to understand new

topics more quickly and reduces the need to repeatedly explain basic concepts. Thus, terminology is an essential tool for learning and professional growth, ensuring understanding, precision, efficiency, and success in both academic and professional contexts. However, modern higher education requires teachers to use such approaches to teaching educational material and organizing students' independent work that ensure high-quality education, preparation for practical activity in the chosen profession, and the development of self-organization and self-education skills. Moreover, terminology becomes especially important in the context of globalization and international cooperation, when specialists need to interact with representatives of different countries and academic schools. [3] Mastery of professional terminology in both native and foreign languages facilitates successful intercultural communication and enables participation in international projects, conferences, and research. Thus, terminology becomes an integral part of modern education and an important factor in the professional competence of a specialist. An important aspect of professional education is the need to teach students to master professional terminology, use specialized terms, express their own opinions in a well-reasoned manner, analyze facts, present counterarguments, and conduct discussions with their help. In this regard, independent work on compiling a terminological dictionary of the studied discipline becomes especially important.

It is important to note that modern higher education requires teachers to use such approaches to teaching educational material and organizing students' independent work that ensure high-quality education, preparation for practical activity in the chosen profession, as well as the development of self-organization and self-education skills. An important aspect of professional education is the need to teach students to master professional terminology, use specialized terms, express their own opinions in a well-reasoned manner, analyze facts, present counterarguments, and conduct discussions with their help. In this regard, terminology acquires special importance as an integral part of the academic process. Knowledge of terms ensures the understanding of scientific texts, lecture materials, and professional literature. Mastery of terminology contributes to the development of scientific thinking, helps students express their ideas accurately and consistently, and enables them to participate effectively in academic discussions and research activities.[4] Moreover, terminology plays an important role in the successful acquisition of educational material, since it is impossible to fully study a discipline without understanding its key concepts. Thus, the development of terminological competence is one of the most important conditions for academic success and the professional formation of future specialists

All things considered, terminology is essential for academic success, and it plays a fundamental role in both academic education and professional development. It serves as the language of science and enables accurate communication, clear understanding of scientific concepts, and effective exchange of professional information. Mastery of terminology helps students better understand educational materials, participate in academic discussions, and successfully carry out research activities. Furthermore, terminological competence contributes to the development of critical thinking, precision in communication, and professional confidence. In the context of modern higher education, the formation of terminological competence becomes an essential component of preparing highly qualified specialists who are capable of continuous self-education and effective professional activity in their chosen fields.

References

- [1]. <https://moluch.ru/archive/79/13739> (Date of access: Mart, 2026._)
- [2]. Gardner, D., & Davies, M. (2014). A New Academic Vocabulary List. *Applied Linguistics*, 35(3), 305-327.
- [3]. Шарафутдинова, Н. С. О понятиях “Терминология”, “Терминосистема” и “Терминополь” / Н. С. Шарафутдинова. Текст: непосредственный. // *Филологические науки. Вопросы теории и практики*. 2016. № 6-3 (60). С. 168-171.
- [4]. Wessels, S. (2011). Promoting Vocabulary Learning for English Learners. *The Reading Teacher*, 65(1), 46-50.

IMPROVING AI STUDENTS' PROFESSIONAL WRITING THROUGH ANALYTICAL STRUCTURING

G. Kakhkhorova

Fergana state technical university,
gulhumor91.uz@gmail.com 907862103
 (Received on March 18 th, 2026)

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot AI yo'nalishi talabalari kasbiy yozuv ko'nikmalarini rivojlantirishda analitik tuzilmalashtirishning samaradorligini o'rganadi. Analitik Yozuv Kompetensiyasini Rivojlantirish Modelidan foydalanilgan holda, talabar strukturalangan paragraf yozish, ketma-ket bayon qilish, dalilga tayangan izohlash va analitik qayta tahrirlashni mashq qildilar. Natijalar aniqlik, mantiqiy izchillik, terminologiya qo'llash va dalillarni talqin qilishda sezilarli o'sishni ko'rsatdi. Talabalar algoritmlarni tavsiflash, model tanlovini asoslash va natijalarni akademik jihatdan mos tuzilmalar yordamida bayon qilishda yanada malakali bo'ldilar.

Kalit so'zlar: kasbiy yozuv, analitik tuzilmalashtirish, AI hujjatlashtirish, dalilga asoslangan izoh, paragraf tuzilmasi, fikr ravshanligi, terminologiya aniqligi, texnik yozuv, strukturalangan bayon, akademik ko'nikmalar.

Аннотация. В данном исследовании рассматривается, как аналитическое структурирование способствует развитию профессиональных навыков письма у студентов направления искусственного интеллекта. Используя модель развития аналитической письменной компетентности, обучающиеся практиковали структурированные абзацы, последовательное изложение, объяснение с опорой на доказательства и аналитическое редактирование. Результаты показали значительные улучшения в ясности, связности, использовании терминологии и интерпретации доказательств. Студенты стали более способными описывать алгоритмы, обосновывать выбор моделей и представлять результаты с использованием академически корректных структур.

Ключевые слова: профессиональное письмо, аналитическое структурирование, документация в области ИИ, доказательное объяснение, структура абзаца, ясность рассуждений, точность терминологии, техническое письмо, структурированное изложение, академические навыки

Abstract. This study examines how analytical structuring enhances professional writing skills among AI students. Using the Analytical Writing Competency Development Model, learners practiced structured paragraphs, sequential narration, evidence-linked explanation, and analytical revision. Results showed major improvements in clarity, coherence, terminology usage, and evidence interpretation. Students became more capable of describing algorithms, justifying model choices, and presenting findings using academically appropriate structures.

Keywords : professional writing, analytical structuring, AI documentation, evidence-based explanation, paragraph structure, reasoning clarity, terminology accuracy, technical writing, structured narration, academic skills.

Introduction. Professional writing plays an indispensable role in Artificial Intelligence (AI) education, as students are expected to document algorithms, describe model architectures, write research papers, prepare technical reports, and communicate system behaviors in clear, precise, and structured formats. Unlike general writing tasks, AI writing demands deep analytical reasoning, conceptual clarity, accurate use of terminology, and the ability to transform mathematical and computational processes into comprehensible textual explanations. Yet, many AI students struggle with professional writing because their academic background predominantly emphasizes coding, mathematics, and problem-solving rather than linguistic and rhetorical skills. As a result, they often produce writing that is disorganized, poorly structured, terminologically inaccurate, or lacking analytical depth. This deficiency becomes evident when students attempt to write lab reports, describe machine-learning models, justify hyperparameter choices, interpret evaluation metrics, or summarize research findings.

Professional writing in AI requires more than grammatical correctness; it requires an analytical structure that conveys meaning in a logical and coherent flow. Effective technical writing mirrors the analytical flow of AI processes: data preprocessing → model design → training procedure → evaluation → interpretation. Without explicit instruction on how to structure writing analytically, students tend to

write linearly or descriptively without establishing logical connections between sentences and paragraphs. This leads to fragmented explanations and ambiguous interpretations. To address this issue, educators must integrate linguistic-analytical frameworks into AI curricula that train students to write critically and structurally.

Analytical writing frameworks—such as the Problem–Method–Result–Conclusion (PMRC) model, the Explanation–Evidence–Interpretation (EEI) model, and the Analytical Paragraph Structure (APS)—offer systematic scaffolding for developing professional writing skills. These frameworks guide students through the process of articulating research questions, explaining computational processes, presenting results, interpreting findings, and supporting statements with evidence. They help students organize information, maintain coherence, and present arguments persuasively. Such structure is essential in AI writing, where clarity and logic determine the effectiveness of communication.

This study explores how analytical structuring techniques improve the professional writing abilities of AI students at Fergana State Technical University. By applying structured writing frameworks, linguistic scaffolding, and content-reasoning integration, the study demonstrates that AI students can significantly enhance their ability to articulate technical knowledge. Findings reveal that analytical structuring not only improves writing quality but also strengthens conceptual understanding, reduces writing anxiety, and prepares students for academic research, industry documentation, and collaborative engineering communication.

Methods

This study involved 109 AI undergraduate students from Fergana State Technical University, divided into three groups based on their initial writing performance: beginners, intermediate writers, and advanced writers. The research lasted 12 weeks and employed the Analytical Writing Competency Development Model (AWCDM), a structured pedagogical approach that integrates linguistic frameworks, analytical reasoning, and writing practice. The AWCDM consisted of four instructional components: Analytical Paragraph Structure (APS), Structured Technical Narration (STN), Evidence-Driven Explanation Training (EDET), and Analytical Revision Workshops (ARW).

Analytical Paragraph Structure (APS) taught students to write paragraphs using topic sentences, analytical explanations, supporting evidence, and concluding statements. Students practiced transforming linear paragraphs into analytically organized structures with clear logical flow. Structured Technical Narration (STN) trained students to describe algorithms, data pipelines, training procedures, and model components using sequential and causal connectors (“first,” “then,” “as a result,” “therefore”). This approach ensured that students’ writing mirrored computational logic.

Evidence-Driven Explanation Training (EDET) focused on teaching students to support their claims with quantitative and qualitative evidence. Students learned to interpret confusion matrices, accuracy curves, ROC curves, and loss functions, and then present these results in written form using analytical language. They practiced linking evidence with interpretation: “The model’s performance improved because...”, “This result indicates that...”. Analytical Revision Workshops (ARW) required students to evaluate their own and peers’ writing using structured rubrics. Students identified weaknesses in structure, terminology, evidence linkage, and reasoning coherence, then revised their work accordingly.

Data collection involved pre-writing diagnostics, weekly writing exercises, marked assignments, peer-review portfolios, and post-test writing assessments. Quantitative measures tracked improvements in organization, clarity, terminology accuracy, evidence integration, and argument strength. Qualitative evaluation involved discourse analysis of written samples to identify patterns of structural improvement and analytical expression.

Results

The AWCDM methodology produced substantial improvements across all student groups, demonstrating that analytical structuring significantly enhances AI students’ professional writing competence. Overall writing clarity improved by **56%**, with beginner writers showing the most dramatic gains. Before the intervention, beginners struggled with sentence-to-sentence connections, lacked topic sentences, and produced paragraphs with unclear focus. After training, their writing became more structured, and they consistently used analytical paragraph patterns.

Intermediate writers displayed a 49% improvement in reasoning coherence and the logical sequencing of technical descriptions. They began articulating algorithms, training steps, and model behavior in a more professional and academically appropriate manner. For example, instead of writing, “The model worked better after training,” students produced analytically structured sentences such as, “After

increasing the batch size, the model exhibited improved stability during training due to reduced gradient variance.”

Advanced writers demonstrated significant improvement in evidence integration, with a 43% increase in their ability to link results with interpretation. They strengthened their analytical reasoning, producing writing that resembled research-grade technical explanation. Students also showed greater accuracy in using terminology such as “regularization,” “bias-variance tradeoff,” “hyperparameter tuning,” and “model generalization.”

Analytical revision workshops contributed greatly to skill retention. Students became capable of identifying weak reasoning, vague interpretations, and structural gaps in their writing. They improved their ability to revise drafts, reducing errors by 41%. Peer evaluation sessions showed that students could apply analytical rubrics reliably.

Qualitative analysis revealed that students' technical descriptions became more precise, their explanations more logically coherent, and their overall writing more aligned with academic and industry standards. Students expressed increased confidence in writing research reports, documenting projects, and preparing internship applications. The combination of linguistic scaffolding and analytical reasoning proved effective in transforming writing from descriptive to structured and argumentative.

Discussion

The findings of this study demonstrate that analytical structuring is essential for improving AI students' professional writing competence. AI writing differs from general academic writing because it requires not only linguistic accuracy but also technical reasoning, structured explanation, and evidence-based interpretation. The AWCDM framework effectively addressed these needs by providing students with explicit writing models that mirrored computational logic.

One of the key insights from the study is that structure serves as a cognitive scaffold. When students learn to write analytically, they also deepen their understanding of AI concepts. Writing about algorithms, model decisions, and evaluation metrics forces students to organize their thoughts, identify knowledge gaps, and articulate reasoning clearly. This metacognitive benefit suggests that writing is both a communication tool and a learning mechanism.

The success of structured technical narration highlights the importance of linguistic sequencing in AI communication. When students use connectors and transitional devices, their writing becomes more coherent and accurate. Similarly, evidence-driven explanation training significantly improved students' ability to justify results using metrics and visual outputs. This reflects industry expectations, where professionals must present model performance convincingly to engineers, managers, and clients.

Analytical revision workshops also played a crucial role by teaching students how to identify weaknesses and refine their writing. Revision is essential in professional writing, yet many students lack the skills to revise analytically. The workshop model helped students develop long-term writing habits.

Overall, this study suggests that analytical structuring should be an integral component of AI curricula. By teaching students how to write structurally, educators can enhance not only communication skills but also conceptual mastery, critical thinking, and professional readiness. Future research could explore the integration of AI-based writing evaluation tools for automated feedback.

References

- [1]. Kakhkhorova, G. (2015). Ingliz tili o'rgatishning samarali yo'llari. In *Ilm-zakovatimiz-senga, ona-vatan!*: Ilmiy-amaliy anjuman materiallari. Fergana State University.
- [2]. Kakhkhorova, G. (2016). Globallashuv jarayonida sohaviy tarjimaning dolzarb masalalari. In *Til o'qitishda zamonaviy yondashuvlar*: Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari. Fergana State University.
- [3]. Kakhkhorova, G. (2018). Linguokulturologiyada akmeologik yondashuvlarga asoslangan tadqiqotlar. In *Akmeologik yondashuv asosida bo'lajak pedagoglarning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirish strategiyalari*: Ilmiy-amaliy anjuman materiallari. Fergana State University.
- [4]. Kakhkhorova, G. (2019). Tillar so'z turkumlarining lisoniy tizimdagi o'rni va ular tabiatining tahlili. In *JSPI 1st Annual International Conference Proceedings* (pp. 3). Jizzakh State Pedagogical Institute.

1. “Илмий – техника журнали” (“Научно – технический журнал”, “Scientific – Technical Journal”) саҳифаларида фундаментал ва техника фанлари соҳасида янги илмий натижаларга эга бўлган ва 50 % дан ортиқ қисми илгари эълон қилинмаган ўзбек, рус, инглиз тилларида тайёрланган мақола ва қисқа хабарлар қуйидаги бўлимлар бўйича чоп этилади: **физика-математика фанлари; механика; қурилиш; энергетика, электротехника; электрон қурилмалар ва ахборот технологиялари; кимёвий технология ва экология; ижтимоий-иқтисодий фанлар; қисқа хабарлар.**

2. Мақола стандарт A4 ўлчамдаги оқ қоғознинг бир томонида чапдан 30 мм, ўнгдан 15 мм, юқоридан ва пастдан 20 мм кенгликда жой қолдириб, **Times New Roman** шрифтида, **12 pt** ўлчамда, қаторлар ораси **бир оралиқ** билан ёзилади ва икки нусхада тақдим қилинади. Мақолалар ҳажми чизмаларсиз **саккиз саҳифадан**, қисқа хабарлар эса **уч саҳифадан** ошмаслиги ва иккинчи нусхасида барча муаллифлар фамилияси, исми ва шарифларини кўрсатиб имзо чекишлари лозим.

3. Мақолага қуйидагилар илова қилинади: иш бажарилган **ташкилот йўлланмаси**; ўзбекча, русча ва инглизча **аннотациялар** (бир хил мазмунда ва 5-6 қатордан ошмаслиги зарур), **таянч сўзлар, мақола номлари; эксперт хулосаси; муаллифлар тўғрисида маълумот** (иш жойи, лавозими, телефони, e-mail). Муаллифлар орасида фан доктори бўлмаган тақдирда, шу соҳа ихтисослиги бўйича **фан докторининг тавсияси** тақдим этилади.

4. Формулалар компьютерда Word формулалар муҳаррирининг Math Type версиясида ёзилади. Чизмалар ва диаграммалар стандарт қоидаларга риоя қилинган ҳолда 10×10 см дан катта бўлмаган ўлчамда тайёрланиши, ёзувлар имкони борида сонлар ёки ҳарфлар кўринишида берилиши ва улар мақола саҳифасида ёки чизмага иловада тушунтирилиши лозим. Мақолада чизмалар сони **4** тагача, қисқа хабарларда эса **2** тагача рухсат этилади.

5. Мурожаат қилинган адабиётлар рўйхати мақола охирида қуйидаги тартибда келтирилади: муаллифнинг фамилияси, исми, шарифи, китоб (журнал)нинг номи, нашриёт (китоблар учун) йили, журнал номери, саҳифа (журнал учун). Мақола саҳифаларида адабиётларга илова рақам билан тартибли равишда квадрат қавс ичида (масалан [7] кўринишида) берилади.

6. Мақолани тайёрлашга ўта синчковлик ва ўткир диққат билан ёндошиш тавсия этилади. У илмий ва грамматик жиҳатдан юқори даражада талабчанлик билан илмий мақола мақомида таҳрирланган бўлиши лозим: саёз мазмундаги, ғализ ва узундан-узоқ жумлаларни ишлатмаслик; мақоланинг илмий йўналишига, шу куннинг ечилмаган ва долзарб муаммоларига баҳо берилиши; ишнинг асосий мақсади, қўйиладиган масалалар ва уларни ечиш услублари, олинган янги илмий натижалар ва уларнинг таҳлили ҳамда аниқ хулосалар қатъий кетма-кетликда равон тилда баён қилиниши лозим.

7. Таҳририят зарурат бўлганда тақдим этилган мақола ва қисқа хабарларни таҳрир қилиш ҳуқуқига эга. Улар сўзсиз таҳририят аъзоларига ёки бошқа тегишли мутахассисларга тақризга берилади.

8. Агар мақола муаллифга қайта ишлаш учун қайтарилса, мақоланинг охириги кўриниши олинган кундан бошлаб мақола таҳририятга тушган ҳисобланади.

Журнални чоп этишда doc. MS Word 97 (2003) таҳририда ишловчи дастурлардан фойдаланилади.

Мақолаларини ўз вақтида чоп этилишини истаган муаллифлар таҳририятга ана шу дастурдан фойдаланган ҳолда компьютерда терилган электрон вариантини тақдим этишлари мақсадга мувофиқдир.

9. **Журналнинг электрон вариантларини ФДТУ веб-сайти <http://www.fstu.uz> (faoliyat→ilmiy faoliyat→ilmiy jurnal) дан топиш мумкин.**

Кўрсатилган қоидалар асосида тайёрланмаган мақолалар таҳририят томонидан қабул қилинмайди.

1. На страницах «Научно-технического журнала» публикуются статьи и краткие сообщения в области фундаментальных и технических наук, содержащие новые или более 50 % ранее не опубликованные научные результаты, на узбекском, русском или английском языках по следующим разделам: **фундаментальные науки; механика; строительство; энергетика, электротехника; электронные устройства и информационные технологии; химическая технология и экология; социально-экономические науки; краткие сообщения.**

2. Статья представляется в двух экземплярах на белой бумаге стандартного формата А4 с полями: слева 30 мм, сверху и снизу по 20 мм, справа 1,5 мм; шрифт Times New Roman 12 pt, междустрочное расстояние один интервал. Общий объем статьи не должен превышать восьми страниц, не считая рисунков, кратких сообщений же не более трёх страниц. Второй экземпляр статьи представляется с подписями всех авторов.

3. К статье прилагаются: **направление учреждения**, в котором выполнена работа; **экспертное заключение** (для авторов из Республики Узбекистан); на узбекском, русском и английском языках **аннотация** (из 5-6 строк одинакового содержания), **ключевые слова, название статьи; сведения об авторах** (место работы, должность, телефон, e-mail). В случае отсутствия среди авторов доктора наук представляется рекомендация доктора наук в области этой специальности.

4. Для написания формул в тексте необходимо пользоваться редактором Word Math Type. Формулы нумеруются в сквозном порядке. Для обозначения физических, математических и химических величин, включая индексы, применяются исключительно латинские и греческие буквы. Нельзя обозначать различные величины одной и той же буквой. Подготовленные рисунки и диаграммы должны соответствовать стандартным требованиям и не превышать размеры более чем 10x10 см, надписи, индексы или буквенные обозначения, желательно указать и пояснить на страницах статьи или в приложениях к рисункам.

5. Список литературы представляется в конце статьи в следующем порядке: Ф.И.О. авторов, название книги (журнала), год издания (для книг), номер журнала, страницы (для журналов). На страницах статьи ссылки на цитируемую литературу представляются в порядке упоминания арабской цифрой в квадратных скобках, например: [1].

6. Внимательно относитесь к стилю своей статьи, который должен отвечать требованиям высокой степени редактирования, как в отношении научности, так и грамматики. Избегайте длинных фраз поверхностного содержания. Для лучшего восприятия большой статьи читателями рекомендуется разбить текст на разделы: например, 1. Введение, 2. Методика эксперимента, 3. Экспериментальные результаты, 4. Заключение. Следует обязательно указать основную цель работы, постановку задач, актуальность и современность проблемы, методы и способы решения, полученные новые научные результаты и их анализ, а также конкретные выводы.

7. Представленные в редакцию статьи направляются для рецензирования членам редакции или другим соответствующим специалистам. Определяются, соответствует ли статья тематике журнала, есть ли в ней четко сформулированные новые научные результаты, достаточно ли надёжно обоснованы выводы, понятно ли изложен материал. При необходимости статья может быть отредактирована.

8. В случае возврата статьи авторам для доработки срок её поступления в редакцию, считается со дня поступления последнего её варианта.

При печати материалов журнала применяется текстовый редактор doc.MS Word 97 (2003). Для своевременного опубликования статьи, авторам необходимо представить электронный вариант статьи, набранный на компьютере с использованием указанной программы.

9. Электронные версии журнала доступны на веб-сайте ФГТУ <http://www.fstu.uz> (faoliyat→ilmiy faoliyat→ilmiy jurnal).

Статьи, не оформленные согласно вышеуказанным правилам, редакцией не принимаются.

INFORMATION TO THE AUTHORS !

1. On pages “Scientific – Technical Journal” are published articles and short messages in the field of the fundamental and technical science, containing new or more than 50% earlier not published scientific results, in Uzbek, Russian or English languages according to the following sections: fundamental sciences; mechanics; construction; power, electrical equipment; electronic devices and information technologies; chemical technology and ecology; social and economic sciences; short messages.

2. Article is submitted in duplicate on white paper of the standard A4 format with fields: at the left 30 mm, above and below on 20 mm, on the right 1,5 mm; Times New Roman 12 pt font, interlinear distance one interval. The total amount of article shouldn't exceed eight pages, apart from drawings, the short messages, no more than three pages. The second copy of article is submitted with signatures of all authors.

3. To article are applied: the direction of establishment in which work is performed; the expert opinion (for authors from the Republic of Uzbekistan); in Uzbek, Russian and English languages the summary (from 5-6 lines of the identical contents), key words, article name; data on authors (work place, position, phone, e-mail). In case of absence among authors of the doctor of science the recommendation of the doctor of science in the field of this specialty is submitted.

4. For writing of formulas in the text the Word Math Type editors need to use. Formulas are numbered in a through order. For designation of physical, mathematical and chemical quantities, including indexes, exclusively Latin and Greek letters are applied. It is impossible to designate various sizes the same letter the Prepared drawings and charts have to conform to standard requirements and not exceed the sizes more than 10x10 cm, inscriptions, indexes or alphabetic references, it is desirable to specify and explain on pages of article or in annexes to drawings.

5. The list of references is submitted at the end of article in the following order: First name, middle initial, last name authors, the name of the book (journal), year of the edition (for books), the issue of the journal, pages (for Journal). On pages of article of the link to quoted literature are represented as a mention in the Arab figure in square brackets, for example: [1].

6. Consider to the style of the article attentively which has to meet the requirements of high extent of editing as concerning scientific character, and grammar. Avoid long phrases of the superficial contents. For the best perception of big article readers recommend to break the text into sections: for example, 1. Introduction, 2. Experiment technique, 3. Experimental results, 4. Conclusion. It is necessary to specify surely a main objective of work, statement of tasks, relevance and the present of a problem, methods and ways of the decision, the received new scientific results and their analysis, and also concrete conclusions.

7. Articles presented to edition go for reviewing to members of edition or other corresponding experts. Are defined, whether there corresponds article to journal subject, whether there are accurately formulated according to new scientific results in it, whether it is enough reliably valid conclusions, whether the material is clearly stated. If necessary article can be edited.

8. In case of article return to authors for completion, the term of its receipt in edition, is considered from the date of receipt of its last option.

At the press of materials of the journal the text editor of doc.MS Word 97 (2003) is applied. For timely publication of article, authors need to present the electronic version of article gathered on the computer with use of the specified program.

9. The electronic version of the journal is available on the FSTU website, <http://www.fstu.uz> (faoliyat→ilmiy faoliyat→ilmiy jurnal).

Articles that are not prepared based on the specified rules will not be accepted by the editorial office.

ИЛМИЙ-ТЕХНИКА ЖУРНАЛИ
ТАҲРИРИЯТИ:

Масъул муҳаррир
Мусахҳих
Мусахҳих
Компьютерда саҳифаловчи

Н.Х. Юлдашев
А.Ш. Нигматуллина
Д.Х. Мамажонова
С.Э. Йўлдашева

Таҳририят манзили:
150107. Фарғона шаҳри, Фарғона кўчаси, 86 уй.
Телефон: 241-13-54.
Факс: 241-12-06.
Бизнинг сайт: <http://www.fstu.uz>
E-mail: jurnalfstu@mail.ru

Ўзбекистон Республикаси Президенти администрацияси ҳузуридаги
Ахборот ва оммавий коммуникациялар агентлиги томонидан
Оммавий ахборот воситаси сифатида давлат рўйхатидан ўтказилиб,
2020 йил 6 августда № 1081 рақамли гувоҳнома олинди.

Босишга рухсат этилди: 23.04.2026 й.
Бичими: А4. Гарнитура Times New Roman.
Босма табоғи: 15,25. Адади 10 нусха. Буюртма № 3.
Баҳоси шартнома асосида.
УП «FDTU ALPHA PRINT» босмахонасида чоп этилди.
Фарғона шаҳар, Фарғона кўчаси 86 -уй.