

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



2025. СПЕЦ. ВЫПУСК № 9

**НАУЧНО–ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ ФерПИ**

**SCIENTIFIC – TECHNICAL
JOURNAL of FerPI**

ФАРҒОНА – 2025

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

Ў.Р. САЛОМОВ

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. Нуритдинов И., ф.-м.ф.д., проф. – Ўз ФА ЯФИ
6. Юлдашев Н.Х., ф.-м.ф.д., проф. – Фар ДТУ

Механика:

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

Қурилиш:

1. Аббасов Ё.С., т.ф.д. – Фар ДТУ
2. Ақромов Х.А., т.ф.д., проф. – Тош АҚИ
3. Одилхажоев 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. Касимахунова А.М., т.ф.д., проф. – Фар ДТУ
4. Эргашев С.Ф., т.ф.д. – Фар ДТУ

Кимёвий технология ва экология

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

Электрон қурилмалар ва ахборот технологиялари:

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

Ижтимоий-иқтисодий фанлар

1. Ертаев К.Е., и.ф.д. проф. – Тараз ДУ, Қозоғистон
2. Икромов М.А., и.ф.д., проф. – Тош ИУ
3. Искандарова Ш.М., фил.ф.д., – Фар ДУ проф.
4. Исманов И.Н., и.ф.д., проф. – Фар ДТУ
5. Жаҳонгиров И.Ж., и.ф.д. – Фар ДТУ

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

У.Р. САЛОМОВ

Редакционная коллегия:

Ё.С. Аббасов, Б.А. Алиматов, Х.А. Ақромов, Н.М. Арипов, Д.Е. Акбаров, Ю.Ю. Вайткус, Г.Н. Валиев, К.Е. Ертаев, И.Ж. Жаҳонгиров, А.А. Ибрагимов, О.О. Ибрагимов, М.А. Икрамов, Ш.М. Искандарова, И.Н. Исманов, А.М. Касимахунова, Р.А. Муминов, И. Нуритдинов, А.Х. Нишонов, А.Э. Одилхажоев, 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. Тухтақузиёв, Ш.Н. Файзиматов, Б.Э. Хайриддинов, Ш.Ш. Хамдамова, З.А. Хамроқулов, Н.Б. Шинкова, С.Ф. Эргашев, Н.Х. Юлдашев (ответственный редактор)

SCIENTIFIC – TECHNICAL JOURNAL

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

The decision of Presidium of the Supreme
Attestation Committee of the RUz №201/3
from December, 30th, 2013 Journal is included
in the list of scientific editions of the SAC.

Editor-in-chief

U.R. SALOMOV

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, D. Kudbiev, R.A. Muminov, I. Nuritdinov, A.X. Nishonov, A.O. Odilxajayev, 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

Ахмадалиев Б.Ж. Бўйлама экситон нурлана оладиган геометрияда экситон-поляритон люминесценциясининг назарий ҳисоблаш	12
Nurmatov O.R., Polikristalli fotoelektret plenkalarning fizik xossalari	15
Yusupov F.T. ZnO/Si asosidagi heterojunksion quyosh xujayralarini optimallashtirish: eksperimental natijalar va tahlil	19

МЕХАНИКА

Хусанов Ю.Ю. Пармалаш параметрлари орқали ишлаб чиқариш самарадорлигини ошириш жараёнини лойиҳалаш ва қўллаш	26
Gafurov A.M. Frezalash jarayonida hosil bo'ladigan kuch parametrlari o'rtasidagi bog'liqliklar	35
Каримов И.Т. Барботажли экстракторда оғир суюқликни томчиларга майдаланиши ва ўлчамлар бўйича тақсимланиши	40
Каримов И.Т. Барботажли экстракторда оғир суюқликни томчиларга майдаланиши гидродинамикаси	46
Каримов И.Т. Барботажли экстрактор фильтрининг қаршилик коэффицентларини тажрибавий аниқлаш	50
Muxamadsodiqov K.D. Tosh materiallarni maydalovchi konusli maydalagichlarni ishonchliligini oshirish	53
Muxamadsodiqov K.D. Neftni qayta ishlash qurilmalarinii korroziyadan himoyalash	60
Tojiyev R.J., Ergashev N.A. Uyurmali oqim hosil qiluvchi ho'l usulda chang tozalash apparatining samaradorligini tajribaviy tadqiq qilish	64
Tojiyev R.J., Ergashev N.A. Changli gazlarini tozalovchi ho'l usulda ishlovchi apparatni sanoatda qo'llash va uning tozalash darajasini aniqlash	69
Ergashev N.A. Chang-gaz aralashmalarini tozalovchi ho'l usulda ushlovchi apparatda suyuqlik plyonkasining qalinligi va uning samaradorlikka ta'sirini tajribaviy tadqiq qilish ...	75
Xursanov B.J. Maydalash jarayonlarini to'g'ri tashkil qilish va sarf qilinadigan energiyalarni aniqlashda gipotezalarini tahlil qilish	80
Tojiyev R.J., Axrorov A.A. Kimyo sanoat chiqindi gazlarini tozalovchi apparatning samaradorligini aniqlash	85
Тожиев Р.Ж., Ражабова Н.Р., Туйчиева Ш.Ш. Конусли майдалагичларнинг майдалаш камераси қамраш бурчагини қўзғалувчи конус кинематикасини эътиборга олган ҳолда аниқлаш	89
Axunbayev A.A. Barabanli quritgichlarning nasadka shaklini tanlash	95
Mamurov E.T., Sarimsakov O.Sh. Linterlash jarayoni nazariy asoslari	101
Fayzullayev X., Kenjayev X.B. Shahar transportida atmosferaga chiqariladigan zararli gazlarni kamaytirishda innovatsion texnologiyalar	106
Сулаймонов А. Ишлаб чиқариш жараёнидаги асосий чанг ва иккиламчи газ манбалари	109
Tojiyev R.J., Sulaymanov A. Sanoat gazlarini nam tozalash qurilmalarining qiyosiy tahlili	113
Mirboboyeva G.A. Ayollar aralash bichimli kostyum ko'ylagini konstruksiyalash va modellashtirish usullarini tahlil qilish	117

ҚУРИЛИШ

Abduraxmonov A.A. Davlat yer kadastr xaritalarini ishlab chiqishning ahamiyati va jahon tajribasi	122
Mirzababayeva S.M., Abobakirova Z.A. Seysmik xavfsizlik konsepsiyasida parametrik dizayn elementlarining innovatsion yechim sifatidagi o'rni	127

Umarov Sh.A., Abobakirova Z.A., Mirzabayeva S.M., Axmedov J.D. Bino va inshootlar zilzilabardoshligini oshirish uchun aktiv seysmik himoya vositalari	131
ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОН ҚУРИЛМАЛАР ВА АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАР	
Jabborov T.K., Kurbanov N.M., Jabborov I.T., Siddiqov M.Z. Oziqlanish qiymatini saqlab qolish uchun xurmo quritish vaqtini optimallashtirish	135
Umarov Sh.A. Sun'iy immunitet tizimidan kompyuter viruslariga qarshi himoyalashda foydalanish asoslari	138
КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЭКОЛОГИЯ	
Teshaboev A.M., Domulajanov I.X. Po'latni termik va kimyoviy-isiqlik kaytalash	144
Domulajanov I.X., Ibragimov O.O., Domulajanova Sh.I. GENO-modifiyalangan obyektlar (GMO) va odamlar	149
Qosimova X.X., Tojiyev E.A. Kimyo-texnologiya sanoatida tabiiy ekologik muammolarni bartaraf etish yo'llari istiqbollari	154
ИЖТИМОЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАНЛАР	
Tojiyev R.J., Sadullayev H.M. Ta'lim sifatini yaxshilash, kadrlar tayyorlash muammolari va ularning yechimi	158
Mahmudova M.A., Karimov J.X. Ta'lim, moliya va davlat xizmatlarida Blockchain va Web3 texnologiyalarining innovatsion yondashuvlari	162
ҚИСҚА ХАБАРЛАР	
Sultonov N.A. Yo'naltirilgan deformatsiyaning kremniydagi kirishma va nurlanish defektlarining chuqur sathlariga ta'siri	166
Axmadaliyev J.A. Issiqlik reaksiyasini sozlash uchun ultratovush yordamida tayyorlangan alyuminiy qotishma kukunlarini ishlab chiqarish va o'rganish	167
Abdubannobov M.I. Zond usuli bilan ionlash kameralarida gaz-razryad bo'shlig'ini tekshirish	170
Raximjonov J.S. Yadro mexanizmlari mexanizimi	173
Ziyayev A.T. Shkivda tasmali uzatmaning ishqalanish nazariyasi	175
Tadjikuziyev R.M., Mamatqulova S.R. Texnologik jihozlarning qoldiq resurslarini bashorat (prognoz) qilish	177
Каримов И.Т. Барботажли экстракторни фенолли оқава сувларини тозалашга қўллаш	180
Ergashev N.A. Gaz-tozalash apparatida ho'l usulda kontakt elementlar yordamida hosil bo'ladigan ishchi yuzani aniqlash	183
Ergashev N.A. Gaz va chang aralashmalarini ho'l usulda tozalovchi apparatida oqimning harakatlanish rejimini aniqlash	186
Karimov I.T., Xursanov B.J. Ko'p pog'onali fil'trli barbotajli ekstraktor	189
Karimov I.T., Xursanov B.J. Barbotajli ekstraktorlarning yangi konstruksiyalarini yaratish tamoyillari	191
Tojiyev R.J., Xursanov B.J. Issiqlik almashnish jarayonini intensivlashtirishda spiral lenta tipidagi turbulizatorlarning ta'sirini o'rganish	195
Tojiyev R.J., Xursanov B.J. O'rta va mayin maydalovchi konusli maydalagichlar uchun texnik xususiyatlarga talablar	198
Тожиев Р.Ж., Сулаймонов А. Чангли газларни тозаловчи скрубберлар конструкциясининг тахлили	201
Sadullayev H.M. Avtoklavda suv bug'i bilan ishlov berishdan oldin materialni ushlab turish vaqtining mahsulot mustahkamligiga ta'siri	203
Садуллаев Х.М. Ўзбекистонда экологик мухит ва уни яхшилаш йўналишлари	205

Садуллаев Х.М. Хасанова Г.Ш. Sement qurilmasining ishonchliligi oshirish	207
Садуллаев Х.М., Мамаризаев И.М. Sement qurilmasining bardoshliligi va ishonchliligini oshirish	209
Tojiyev R.J., Axrorov A.A. Gazlarni tozalashda fazalar kontakt yuzalarini hisoblash	212
Tojiyev R.J., Sulaymanov A. Changli gazlarni tozalovchi tarelkali skrubberning gidravlik qarshiligining tozalash samaradorligiga ta'siri	214
Sulaymanov A. Zaharli gazni tozalash uskunalarini tahlil qilish	218
Tursunov Q.Q., Isroilova Sh.U. Issiq iqlim sharoitida yashil texnologiyalarga asoslangan ekologik turar-joy binolarini loyihalashning barqaror yechimlari: Farg'ona viloyati misolida	220
Abobakirova Z.A., Mirzabayeva S.M. Qurilish chiqindilarini qayta ishlash orqali atrof-muhitga ta'sirni kamaytirish yo'llari	224
Tursunov Q.Q., Isroilova Sh.U. Urbanizatsiya sharoitida yashil infra tuzilmani rivojlantirish: Farg'ona viloyatida barqaror rivojlanish va innovatsion yechimlar tajribasi ...	227
Atamuxamedova M.R. Biologiya o'qitishda masofaviy ta'lim tamayillari	230
Usupov B.R., Medatov R.X. Ikkilamchi xom-ashyolardan olingan biologik faol moddalarning sharbatga qo'shilishi texnologiyasini takomillashtirish	233
Xamrakulova M.X. Oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashda biotexnologik yondashuvlarning roli	236
Xamrakulova M.X. Oziq-ovqat sanoatida yog'-moy chiqindilarini qayta ishlashning ekologik samarador yechimlari	239
Aliyeva F.A. Sitrus mevalar po'stloqlarining kimyoviy tarkibi va biologik faolliklari	242
Mamajonova R. Noorganik moddalarning chiqindilarini qayta ishlash texnologiyalari	243
Fozilova M.D. Raqamli muhitda VR texnologiyalarining fizika ta'limiga ta'siri	246
Raxmonov T.I. Ta'lim muassasalarida ta'lim sifatini oshirishda foydalaniladigan an'anaviy metodlar	249
Raximov I.A. Yangi O'zbekiston ta'lim tizimi "Maktab – ota-ona – mahalla" tamoyilini amalga oshirishning kreativ xususiyatlari	251
Sadullayev H.M. Talabalarning o'qishga qiziqishlarini oshirishdavanimiz olimlarining ilm-fanni rivojlantirishga qo'shgan hissalarini targ'ibot qilishning ahamiyatini oshirish	254
Ruzimatova B.S. Bo'lajak fizika o'qituvchilarda vizual fikrlash va innovatsion dizaynni rivojlantirishda transformatsiya yondoshuvning o'rni	257
G'ulomov A.U. Yuk avtomobillarida yoqilg'i tejamkorligini oshirish usullari	259
Ibragimov B.Yu., Akramov Sh.Sh. Tabiat bilan jamiyat orasidagi nomuvofiqlikni vujudga kelishi sabablari va oqibatlari	261
Муаллифлар диққатига !	265

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУКИ

Ахмадалиев Б.Ж. Теоретический расчёт люминесценции экситон-поляритонов в геометрии, где возможна продольная экситонная радиация	12
Нурматов О.Р. Физические свойства поликристаллических фотоэлектретных плёнок	15
Юсупов Ф.Т. Оптимизация гетеропереходных солнечных элементов на основе ZnO/Si: экспериментальные результаты и анализ	19

МЕХАНИКА

Хусанов Ю.Ю. Проектирование и применение процесса повышения эффективности производства за счет параметров сверления	26
Гафуров А.М. Взаимосвязи параметров сил, возникающих в процессе фрезерования	35
Каримов И.Т. Распад и распределение по размерам тяжелой жидкости на капли в пузырьковом экстракторе	40
Каримов И.Т. Гидродинамика дробления тяжелой жидкости на капли в барботажном экстракторе	46
Каримов И.Т. Экспериментальное определение коэффициентов сопротивления фильтра-пузырькового экстрактора	50
Мухамадсодиков К.Д. Повышение надежности конусных дробилок для дробления каменных материалов	53
Мухамадсодиков К.Д. Защита оборудования от коррозии переработка нефти	60
Тоджиев Р.Ж., Эргашев Н.А. Экспериментальное исследование эффективности работы мокрого пылеулавливающего устройства с турбулентным течением	64
Тоджиев Р.Ж., Эргашев Н.А. Промышленное применение аппарата мокрой пылегазоочистки и определение степени его очистки	69
Эргашев Н.А. Экспериментальное исследование толщины пленки жидкости в аппарате очистки мокрой пылегазовой смеси и ее влияния на эффективность	75
Хурсанов Б.Ж. Анализ гипотез по правильной организации процессов измельчения и определению энергозатрат	80
Тоджиев Р.Ж., Ахроров А.А. Определение эффективности работы аппаратов для очистки газов химических производств	85
Тожиев Р.Ж., Ражабова Н.Р., Туйчиева Ш.Ш. Определение угла захвата камеры дробления конусных дробилок с учетом кинематики подвижного конуса	89
Ахунбаев А.А. Выбор формы насадки барабанных сушилок	95
Мамуров Э.Т., Саримсаков О.Ш. Теоретические основы процесса линтерования	101
Файзуллаев Х., Кенджаев Х.Б. Инновационные технологии снижения выбросов вредных газов в атмосферу городским транспортом	106
Сулайманов А. Основные источники образования пыли и вторичных газов в производственных процессах	109
Тожиев Р.Ж., Сулайманов А. Сравнительный анализ аппаратов для мокрой очистки промышленных газов	113
Мирбабаева Г.А. Анализ методов проектирования и моделирования женского пиджака смешанного кроя	117

СТРОИТЕЛЬСТВО

Абдурахмонов А.А. Актуальность и мировой опыт разработки государственных земельных кадастровых карт	122
Мирзабабаева С.М., Абобакирова З.А. Роль элементов параметрического дизайна как инновационного решения в концепции сейсмической безопасности	127

Умаров Ш.А., Абобакирова З.А., Мирзабаева С.М., Ахмедов Ж.Д. Активные сейсмозащитные средства для повышения сейсмостойкости зданий и сооружений	131
ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	
Жабборов Т.К., Курбанов Н.М., Жабборов И.Т., Сиддиков М.З. Оптимизация времени сушки фиников для сохранения питательной ценности	135
Умаров Ш.А. Основы использования искусственной иммунной системы для защиты от компьютерных вирусов	138
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ	
Тешабаев А.М., Домуладжанов И.Х. Термическая и химико - термическая в обработка стали	144
Домуладжанов И.Х., Ибрагимов О.О., Домуладжанова Ш.И. Генетически модифицированные объекты (ГМО) и человек	149
Касимова Х.Х., Тожиев Э.А. Перспективы путей устранения естественных экологических проблем в химико-технологической промышленности	154
СОЦИАЛЬНО - ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ	
Тоджиев Р.Ж., Садуллаев Х.М. Повышение качества образования, проблемы подготовки кадров и пути их решения	158
Махмудова М.А., Каримов Ж.Х. Инновационные подходы технологий Blockchain и Web3 в образовании, финансах и государственных услугах	162
КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ	
Султанов Н.А. Влияние ориентированной деформации на глубокие уровни примесей и радиационных дефектов в кремнии	166
Ахмадалиев Ж.А. Производство и исследование порошков алюминиевых сплавов, приготовленных с использованием ультразвука для регулирования тепловой реакции	167
Абдубаннабов М.И. Исследование газоразрядного промежутка в ионизационных камерах зондовым методом	170
Рахимжонов Ж.С. О механизмах ядерной реакции	173
Зияев А.Т. Теории трения ремня по шкиву	175
Таджикузиев Р.М., Маматкулова С.Р. Прогнозирование остаточного ресурса технологического оборудования	177
Каримов И.Т. Применение барботажного экстрактора для очистки фенольных сточных вод	180
Эргашев Н.А. Определение рабочей поверхности, образуемой контактными элементами газоочистного аппарата мокрым способом	183
Эргашев Н.А. Определение режима течения в аппарате мокрой очистки газопылевых смесей	186
Каримов И.Т., Хурсанов Б.Ж. Многоступенчатый фильтр-пузырьковый экстрактор	189
Каримов И.Т., Хурсанов Б.Ж. Принципы создания новых конструкций барботажных экстракторов	191
Тоджиев Р.Ж., Хурсанов Б.Ж. Исследование влияния спиральных ленточных турбулизаторов на интенсификацию процесса теплообмена	195
Тоджиев Р.Ж., Хурсанов Б.Ж. Требования к техническим условиям на конусные дробилки для среднего и мелкого дробления	198
Тоджиев Р.Ж., Сулайманов А. Анализ конструкции пылегазоочистных скрубберов	201
Садуллаев Х.М. Влияние времени выдержки материала перед паровой обработкой в автоклаве на прочность изделия	203
Садуллаев Х.М. Экологическая обстановка в Узбекистане и направления ее улучшения	205

Садуллаев Х.М., Хасанова Г.Ш. О надежности цементного оборудования	207
Садуллаев Х.М., Мамаризаев И.М. Повышение износостойкости и надежности цементного оборудования	209
Тоджиев Р.Ж., Ахроров А.А. Расчет поверхностей контакта фаз при очистке газов	212
Тоджиев Р.Ж., Сулайманов А. Влияние гидравлического сопротивления оцинкованного скруббера на эффективность очистки	214
Сулайманов А. Анализ токсичного газоочистного оборудования	218
Турсунов К.К., Исраилова Ш.У. Устойчивые решения проектирования экологических жилых зданий, основанных на зелёных технологиях в условиях жаркого климата: на примере Ферганской области	220
Абобакирова З.А., Мирзабабаева С.М. Пути снижения воздействия на окружающую среду за счёт переработки строительных отходов	224
Турсунов К.К., Исраилова Ш.У. Развитие зелёной инфраструктуры в условиях урбанизации: опыт устойчивого развития и внедрения инновационных решений в Ферганской области	227
Атамухамедова М.Р. Принципы дистанционного образования в преподавании биологии	230
Юсупов Б.Р., Медатов Р.Х. Совершенствование технологии добавления в соки биологически активных веществ, полученных из вторичного сырья	233
Хамракулова М.Х. Роль биотехнологических подходов в обеспечении продовольственной безопасности	236
Хамракулова М.Х. Экологичные решения по переработке отработанных масел и жиров в пищевой промышленности	239
Алиева Ф.А. Химический состав и биологическая активность кожуры цитрусовых плодов	242
Мамаджонова Р. Технологии переработки отходов неорганических веществ	243
Фозилова М.Д. Влияние технологий виртуальной реальности на обучение физике в цифровой среде	246
Рахманов Т.И. Традиционные методы, используемые для повышения качества образования в образовательных учреждениях	249
Рахимов И.А. Креативные особенности реализации принципа “Школа – родители – махалля” в системе образования Нового Узбекистана	251
Садуллаев Х.М. Повышение интереса студентов к изучению и пропаганде вклада отечественных учёных в развитие науки	254
Рузиматова Б.С. Роль трансформационного подхода в развитии визуального мышления и инновационного дизайна у будущих учителей физики	257
Гуломов А.У. Методы повышения топливной экономичности грузовых автомобилей	259
Ибрагимов Б.Ю., Акрамов Ш.Ш. Причины и последствия несоответствия между природой и обществом	261
К сведению авторов !	266

CONTENTS

FUNDAMENTAL SCIENCES

Akhmadaliev B.J. Theoretical calculation of exciton-polariton luminescence in a geometry allowing longitudinal exciton radiation	12
Nurmatov O.R. Physical properties of polycrystalline photoelectret	15
Yusupov F.T. Optimization of ZnO/Si-based heterojunction solar cells: experimental results and analysis	19

MECHANICS

Khusanov Yu.Yu. Design and implementation of a process to improve production efficiency through drilling parameters	26
Gafurov A.M. Relationships between the force parameters generated during the milling process	35
Karimov I.T. Breakup and size distribution of a heavy liquid into droplets in a bubble extractor	40
Karimov I.T. Hydrodynamics of fragmentation of heavy liquid into drops in a bubbling extractor	46
Karimov I.T. Experimental determination of the resistance coefficients of a bubble extractor filter	50
Mukhamadsodikov K.D. Improving the reliability of cone crushers for crushing stone materials	53
Mukhamadsodikov K.D. Corrosion protection of oil refining facilities	60
Tojiyev R.J., Ergashev N.A. Experimental study of the efficiency of a wet dust collecting device with turbulent flow	64
Tojiyev R.J., Ergashev N.A. Industrial application of a wet dust and gas cleaning apparatus and determination of the degree of its purification	69
Ergashev N.A. Experimental study of the liquid film thickness in a wet dust-gas mixture cleaning apparatus and its influence on the efficiency	75
Khursanov B. Analysis of hypotheses on the correct organization of grinding processes and determination of energy costs	80
Tojiyev R.J., Akhrorov A.A. Determining the efficiency of gas cleaning devices for chemical industries	85
Tojiyev R.J., Rajabova N.R., Tuychiyeva Sh.Sh. Identifying angle of capture of a crushing chamber, by taking into account the kinematics of movable cone crusher	89
Akhunbaev A.A. Choosing the shape of the drum dryer nozzle	95
Mamurov E.T., Sarimsakov O.Sh. Theoretical basis of the linting process	101
Fayzullayev H., Kenjayev H.B. Innovative technologies for reducing harmful gases emitted into the atmosphere in urban transport	106
Sulaymanov A. The main sources of dust and secondary gases in industrial processes	109
Tojiyev R.J., Sulaymanov A. Comparative analysis of devices for wet cleaning of industrial gases	113
Mirbobaeva G.A. Analysis of design and modeling methods for a mixed-cut women's jackets	117

BUILDING

Abdurakhmonov A.A. Achamity and world experience in the development of state land cadastral maps	122
Mirzababayeva S.M., Abobakirova Z.A. The role of parametric design elements as an innovative solution in the concept of seismic safety	127

Umarov Sh.A., Abobakirova Z.A., Mirzabayeva S.M., Axmedov J.D. Active seismic protection systems for improving the earthquake resistance of buildings and structures	131
ENERGETICS, THE ELECTRICAL ENGINEERING, ELECTRONIC DEVICES AND INFORMATION TECHNOLOGIES	
Jabborov T.K., Kurbanov N.M., Jabborov I.T., Siddiqov M.Z. Optimize the drying time of dates to preserve their nutritional value	135
Umarov Sh.A. fundamentals of using artificial immune systems for protection against computer viruses	138
CHEMICAL TECHNOLOGY AND ECOLOGY	
Teshabaev A.M., Domuladjanov I.X. Thermal and chemical-thermal processing of steel	144
Domulajanov I.Kh., Ibragimov O.O., Domulajanova Sh.I. Genetically modified objects (GMO) and humans	149
Kasimova Kh.Kh., Tojiyev E.A. Prospects for elimination of natural environmental problems in the chemical-technological industry	154
SOCIAL AND ECONOMIC SCIENCES	
Tojiyev R.J., Sadullaev H.M. Improving the quality of education, problems of personnel training and ways to solve them	158
Mahmudova M.A., Karimov J.X. Innovative approaches of Blockchain and Web3 technologies in education, finance and public services	162
SHORT MESSAGES	
Sultanov N.A. The influence of oriented deformation on deep levels of impurities and radiation defects in silicon	166
Akhmadaliyev J.A. Production and investigation of aluminum alloy powders prepared using ultrasound to control the thermal reaction	167
Abdubannobov M.I. Investigation of the gas-discharge gap in ionization chambers by probe method	170
Rakhimjonov J.S. About the mechanisms of nuclear reaction	173
Ziyayev A.T. Belt pulley friction theories	175
Tadjikuziyev R.M., Mamatqulova S.R. Forecasting the remaining life of process equipment ...	177
Karimov I.T. Application of a bubble extractor for purification of phenolic wastewater	180
Ergashev N.A. Determination of the working surface formed by the contact elements of a gas cleaning apparatus using the wet method	183
Ergashev N.A. Determination of the flow regime in a wet cleaning apparatus for gas-dust mixtures	186
Karimov I.T., Khursanov B.Zh. Multi-stage filter-bubble extractor	189
Karimov I.T., Khursanov B.Zh. Principles of creating new designs of bubble extractors	191
Tojiyev R.J., Khursanov B.Zh. Study of the influence of spiral belt turbulators on the intensification of the heat transfer process	195
Tojiyev R.J., Khursanov B. Requirements for technical conditions for cone crushers for medium and fine crushing	198
Tojiyev R.J., Sulaymanov A. Analysis of the design of dust and gas scrubbers	201
Sadullaev H.M. The influence of the holding time of the material before steam treatment in an autoclave on the strength of the product	203
Sadullaev H.M. Environmental situation in Uzbekistan and directions for its improvement	205

CONTENTS

Sadullaev Kh.M., Khasanova G. Sh. On the reliability of cement equipment	207
Sadullaev Kh.M., Mamarizaev I.M. Improving the wear resistance and reliability of cement equipment	209
Tojiyev R.J., Akhrorov A.A. Calculation of phase contact surfaces during gas purification	212
Tojiyev R.J., Sulaymanov A. Effect of hydraulic resistance of galvanized plate scrubber on cleaning efficiency	214
Sulaymanov A. Analysis of toxic gas cleaning equipment	218
Tursunov K.K., Isroilova Sh.U. Sustainable design solutions for eco-residential buildings based on green technologies in hot climate conditions: the case of fergana region	220
Abobakirova Z.A., Mirzabayeva S.M. Ways to reduce environmental impact through the recycling of construction waste	224
Tursunov K.K., Isroilova Sh.U. Development of green infrastructure under urbanization conditions: sustainable growth and implementation of innovative solutions in the Fergana region	227
Atamuxamedova M.R. Principles of distance education in teaching the biology	230
Usupov B.R., Medatov R.X. Improving the technology of adding biologically active substances obtained from secondary raw materials to juice	233
Khamrakulova M.Kh. The role of biotechnological approaches in ensuring food security	236
Khamrakulova M.Kh. Eco-friendly solutions for processing waste oils and fats in the food industry	239
Aliyeva F.A. Chemical composition and biological activity of citrus fruit peels	242
Mamajonova R. Technologies for processing waste of inorganic substances	243
Fozilova M.D. The impact of VR technologies on physics education in a digital environment	246
Rakhmanov T.I. Traditional methods used to improve the quality of education in educational institutions	249
Rakhimov I.A. Creative features of the implementation of the principle of "School - Parents - Neighborhood" in the new Uzbek education system	251
Sadullaev H.M. Increasing students' interest in studying and promoting the contribution of domestic scientists to the development of science	254
Ruzimatova B.S. The role of transformational approach in developing visual thinking and innovative design in future physics teachers	257
Gulomov A.U. Methods for improving fuel efficiency in freight trucks in urban transport	259
Ibragimov B.Yu., Akramov Sh.Sh. Causes and consequences of the imbalance between nature and society	261
Information to the authors !	267

БЎЙЛАМА ЭКСИТОН НУРЛАНА ОЛАДИГАН ГЕОМЕТРИЯДА ЭКСИТОН-ПОЛЯРИТОН ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯСИНИНГ НАЗАРИЙ ХИСОБЛАШ

Б.Ж. Ахмадалиев

Фаргона давлат техника университети
(Қабул қилинди 15.09.2025 й.)

Ушбу мақолада кристалл чегарасидан вакуумга s- ва p-поляризация билан нурлана оладиган геометрияда экситон-поляритон люминесценциясининг шаклланиш механизми назарий жиҳатдан кўриб чиқилган. Экситон сўнишининг чекли қийматларида поляритонларнинг Грин функциялари Келдишининг диаграммалари техникаси ёрдамида ҳисобланган. Статик нуқсонлардаги эластик сочилиш ва бўйлама экситонларнинг электр майдони ҳамда кристалл қутбланиши билан ўзаро таъсири таҳлил қилинган. Шунингдек, Пекарнинг «ўлик қатлам» чегаравий шартлари ва Максвелл тенгламалари асосида амплитудавий ўтказиш коэффициентлари аниқланган. Натижада, s- ва p-поляризацияли нурланиш ҳолатлари учун интерференцион ҳиссалар ва когерент ҳолатдаги нурланиш интенсивликлари қийёслаиб, бўйлама экситонларнинг ташиқи нурланишга қўшадиган ҳиссаси аниқланган.

Калит сўзлар: экситон-поляритон, бўйлама экситон, нурланиш интенсивлиги, Грин функцияси, Келдиш диаграмма техникаси, Пекар чегаравий шарти, интерференция, когерент нурланиш, амплитудавий ўтказиш коэффициенти.

В данной статье теоретически рассмотрен механизм формирования люминесценции экситон-поляритонов в геометрии, допускающей излучение из кристалла в вакуум s- и p-поляризованных мод. При конечных значениях затухания экситонов функции Грина поляритонов были рассчитаны с использованием диаграммной техники Келдыша. Проанализировано упругое рассеяние на статических дефектах и взаимодействие продольных экситонов с электрическим полем и поляризацией кристалла. Также на основе граничных условий Пекара («мёртвый слой») и уравнений Максвелла определены амплитудные коэффициенты пропускания. В результате были сопоставлены интерференционные вклады и интенсивности излучения в когерентном состоянии для s- и p-поляризованных мод, а также выявлен вклад продольных экситонов во внешнее излучение.

Ключевые слова: экситон-поляритон, продольный экситон, интенсивность излучения, функция Грина, диаграммная техника Келдыша, граничное условие Пекара, интерференция, когерентное излучение, амплитудный коэффициент пропускания.

In this paper, the mechanism of exciton–polariton luminescence formation is theoretically investigated for a geometry that allows s- and p-polarized radiation from the crystal surface into vacuum. At finite exciton damping values, the Green's functions of polaritons were calculated using the Keldysh diagram technique. Elastic scattering on static defects and the interaction of longitudinal excitons with the electric field and crystal polarization were analyzed. Furthermore, the amplitude transmission coefficients were determined based on Pekar's "dead layer" boundary conditions and Maxwell's equations. As a result, the interference contributions and radiation intensities in coherent states for s- and p-polarized modes were compared, and the contribution of longitudinal excitons to external emission was identified.

Keywords: exciton–polariton, longitudinal exciton, radiation intensity, Green's function, Keldysh diagram technique, Pekar boundary condition, interference, coherent radiation, amplitude transmission coefficient.

Кристалл чегарасидан вакуумга s- ва p- поляризация билан нурлана оладиган геометрияда ЭПЛ нинг шаклланиш механизмини кўриб чиқамиз.

s-поляризацияда ЭПЛ нинг нурланиш интенсивлиги

$$I_s^{(0)}(\omega, \vec{n}) = I_{1s}^{(0)}(\omega, \vec{n}) + I_{2s}^{(0)}(\omega, \vec{n}) \quad (1)$$

бўлиб, $|Re(\vec{k}_\beta - \vec{k}_{\beta'})| \gg \alpha_\beta, \alpha_{\beta'} \quad (\beta, \beta' = 2, 3)$

шарт бажарилганда у интерференцион хадни ўз ичига олмайди. Кинетик яқинлашишда $I_{1s}^{(0)}(\lambda = s)$ парциал хад

$$I_{1s}^{(0)}(\omega, \vec{n}) = \frac{k_0^2}{(2\pi)^3} \hbar \omega T_{01}^{(\lambda)} \cdot f_{1k\lambda}(\omega, z = +0)$$

формула билан аниқланади. Экситон сўнишининг чекли қийматларида $I_{2S}^{(0)}$ ни ҳисоблаш учун, яъни $Re k_2$ ва α_2 ўртасидаги ихтиёрий муносабатни ҳисобга олишда, Келдишнинг диаграммалари техникасидан фойдаланамиз ва 2-тармоқ поляризацияси λ бўлган поляритонлар учун Грин функцияси $G_{2S}^{-+}(\vec{k}, \vec{k}'; \omega)$ ни ҳисоблаймиз. Бу ҳолда 1-тармоқ поляритонларининг берилаган тақсимланиш функциясидан фойдаланиб, 2-тармоқ ичидаги сочилишни ҳисобга олмаймиз [1;2;3].

1-расмда $G_{\beta\lambda}^{-+}(\vec{k}, \vec{k}'; \omega)$ функция учун диаграмма келтирилган (бунда $\beta=2$). Узлуксиз чизиклар кристалл нуқсонлари билан механик қўзғатувчиларнинг сочилиш ёки ушланиш жараёнлари билан аниқланадиган, экситон-фотон ва экситон-панжара ўзаро таъсири ҳисобига қайта нормалланган экситонларнинг Грин функцияларига мос келади:

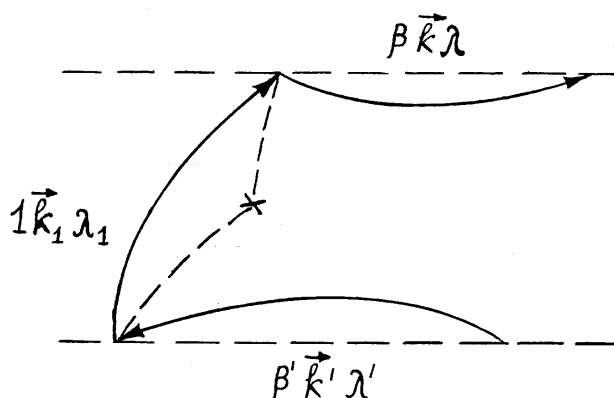
$$G_{\vec{k}\omega}^{--} = \left[\omega - \omega_{\vec{k}}^{(T)} + i\Gamma(\omega, \vec{k})/2 \right]^{-1}, G_{\vec{k}\omega}^{++} = -(G_{\vec{k}\omega}^{--})^*, \quad (2)$$

$$G_{1\vec{k}\lambda\omega}^{-+}(z) = 2\pi f_{1\vec{k}\lambda}(z) \delta(\omega - \omega_{1\vec{k}}^{(T)}),$$

бунда $\Gamma(\omega, \vec{k})$ –поляритонларнинг сўниши.

$G_{\vec{k}\omega}^{--}$ ($G_{\vec{k}\omega}^{++}$) функциялар икки қутбли ифодалар йиғиндисига ажралади

$$G_{\vec{k}\omega}^{--} = \sum_{\beta=1,2} G_{\beta\vec{k}\omega}^{--}, \quad G_{\beta\vec{k}\omega}^{--} = (-1)^{\beta} \frac{2M}{\hbar} \frac{k_{\beta}^2 - \varepsilon_b k_0^2}{k_1^2 - k_2^2} \frac{1}{k^2 - k_{\beta}^2}. \quad (3)$$



1. расм. $G_{\beta\lambda}^{-+}(\vec{k}, \vec{k}'; \omega)$ Грин функцияси учун диаграмма, $\lambda = s$ учун индекс $\beta = \beta' = 2$, $\lambda = p$ учун эса $\beta = \beta' = 2,3$

$I_{2S}^{(0)}$ ни ҳисоблашда 1-расмдаги юқори ва пастки экситон чизиклар $G_{2\vec{k}\omega}^{--}$ ва $G_{2\vec{k}'\omega}^{++}$ функциялар билан таққосланади. Диаграммани фақат ташқи чизикларини $G_{1\vec{k}\omega}^{--}$ ва $G_{1\vec{k}'\omega}^{++}$ деб оламиз, яъни $1 \rightarrow 1$ сочилишини ҳисобга олиш шарт эмас, чунки $f_{1\vec{k}\lambda}(z)$ функция берилган деб ҳисобланган.

Диаграмма техникаси қоидаларидан фойдаланиб, қуйидагиларни оламиз

$$I_{2S}^{(0)}(\omega, \vec{\Omega}) = \frac{1}{8\pi} \cdot \frac{k_0^2}{(2\pi)^3} |t_{02}^{(s)}|^2 < |E_S^{(2)}(\vec{k}_{\perp}, \omega; z = +0)|^2 >, \quad (4)$$

$$< |E_S^{(2)}(\vec{k}_{\perp}, \omega; z)|^2 > = C \sum_{k_1\lambda_1} \sum_j \left| \sum_{k_z} \frac{G_{2\vec{k}\omega}^{--}}{n_2^2(\omega) - \varepsilon_b} \times \right. \\ \left. \times \exp[ik_z(z - z_j)] e_S^{(\vec{k}_1\lambda_1)} \cdot V(\vec{k}_1 - \vec{k}_2) \right|^2 G_{1\vec{k}_1\lambda_1\omega}^{-+}(z). \quad (5)$$

Бу ерда $E_S^{(\beta)}(\vec{k}_{\perp}, \omega; z)$ - частотаси ω ва тўлқин векторининг кўндаланг ташкил этувчиси $\vec{k}_{\perp}$ бўлган ($\vec{k}_{\perp}$ яхши квант сони эканлигини унутманг) ёруғлик тўлқинининг амплитудаси, бу тўлқиннинг вакуумдаги тўлқин векторининг кўндаланг ташкил этувчиси $k_0 \vec{\Omega}_{\perp}$ га тенг, $t_{0\beta}^{(s)}$ -

амплитудавий ўтказиш коэффициенти, $n_\beta = k_\beta / k_0$ – β тўлкинлар учун синдириш кўрсаткичи, $\vec{e}(\vec{k}_1, \lambda_1)$ – кутбланиш вектори, $e_s(\vec{k}_1, \lambda_1)$ – унинг X ўқдаги проекцияси, $Z_j - j$ – чи сочилиш марказининг координатаси, C – ўзгармас.

(5) ни (4) га қўйиб, j йиғиндини $\vec{r}_j \rightarrow N_i \int d\vec{r}_j$ интегралга алмаштириб ва уни k_z ва $\vec{k}_1$ устида бажариб қуйидагини оламиз

$$I_{2S}^{(o)}(\omega, \vec{\Omega}) = \frac{|t_{02}^{(s)}|^2}{(2\pi)^3} \frac{f_1(\omega)}{2k_0 \operatorname{Im} n_{2z} + L^{-1}} \frac{2M^2 c \varepsilon_b \omega_{LT} \cos \theta}{\hbar \tau_{21} |n_{2z} (n_1^2 - n_2^2)|^2}, \quad (6)$$

бунда $n_{2z} = (n_2^2 - \sin^2 \theta)^{1/2}$, $t_{02}^{(s)}$ ва n_2 катталиклар $\Gamma = 1/2\tau_{21}$ сўнишни эътиборга олиб ҳисобланади.

Статик нуқсонларда эластик сочилиш

$$\frac{1}{\tau_{21}(\omega)} = \frac{2\pi}{\hbar^2} \frac{2}{3} N_i \sum_{\vec{k}_1} |V(\vec{k}_1 - \vec{k}_2)|^2 \cdot \delta(\omega - \omega_{1\vec{k}_1}^{(T)}), \quad (7)$$

Бунда N_i – дефектлар концентрацияси, $V(\vec{q})$ – қўзғатувчи потенциалнинг Фурье- ифодаси. Изотроп потенциал учун $V(\vec{q}) \equiv V(q)$. Эътибор беринг, $\omega_M \ll \omega_{LT}/\varepsilon_b$ бўлгани учун $k_2(\omega)$ катталик $k_1(\omega)$ дан жуда кичик ва биз (7) даги $V(\vec{k}_1 - \vec{k}_2)$ ни $V(\vec{k}_1)$ га алмаштиришимиз мумкин.

p-поляризацияда нурланиш ҳолатида умумий интенсивлик $I_p^{(0)}$ ни парциаль ҳиссалар $I_{2p}^{(0)}, I_{3p}^{(0)}$ ва интерференция компонентаси $I_{p23}^{(0)}$ орқали

$$I_\lambda^{(0)}(\omega, \vec{\Omega}) = \sum_\beta I_{\beta\lambda}^{(0)}(\omega, \vec{\Omega}) \quad \text{формуласи бўйича ҳисоблаймиз:}$$

$$I_p^{(0)}(\omega, \theta) = \sum_{\beta=1,2,3} I_{\beta p}^{(0)}(\omega, \theta) + I_{p23}^{(0)}(\omega, \theta) \quad (8)$$

Бундан келиб чиққан ҳолда, Грина функциясини қўндаланг поляритонлар 2-тармоғи учун $G_{2p}^{-+}(\vec{k}, \vec{k}'; \omega)$ ва бўйлама экситонлари учун $G_{3p}^{-+}(\vec{k}, \vec{k}'; \omega)$ ни кўриб чиқамиз.

Бу функциялар учун диаграмма 1-расмда кўрсатилган, бунда $\lambda, \lambda' = p$ ва $\beta, \beta' = 2, 3$. Узликсиз чизиқ бўйлама экситон ҳолати учун Грин функциясини ифодалайди

$$G_{3k\omega}^{--} = \left[\omega - \omega_k^{(3)} + i\Gamma(\omega, \vec{k})/2 \right]^{-1} = -\frac{2M}{\hbar} \frac{1}{k^2 - k_s^2}, \quad (9)$$

бунда $\omega_k^{(3)}$ - (2.6) формула билан аниқланади, k_3 эса бўйлама экситонлар дисперсия тенгламасининг ечимидир

$$k_3 = n_3 k_0, n_3 = \left(\left(\omega + i\frac{\Gamma}{2} - \omega_L \right) / \omega_M \right)^{1/2}. \quad (10)$$

Мулоҳаза ва ҳисоблаш техникасидан фойдаланиб, **s**-поляризация учун қуйидаги натижаларни оламиз,

$$I_{\beta p}^{(0)}(\omega, \theta) = F_\beta \cdot \frac{|F_{\beta p}|^2}{2k_0 \operatorname{Im} n_{\beta z} + L^{-1}}, \beta = 2, 3, \quad (11)$$

$$I_{p23}^{(0)}(\omega, \theta) = 2 \operatorname{Re} \left[F_{23} \cdot \frac{F_{2p} \cdot F_{3p}^*}{-ik_0(n_{2z} - n_{3z}^*) + L^{-1}} \right], \quad (12)$$

$$\text{бунда, } F_\beta = \frac{1}{(2\pi)^3} \frac{2M^2 c \varepsilon_b \omega_{LT} \cos \theta f_i(\omega)}{\hbar \tau_{\beta 1}}, F_{2p} = \frac{t_{02}^{(p)}}{n_{2z} (n_1^2 - n_2^2)}, F_{3p} = \frac{t_{03}^{(p)}}{n_{3z} \varepsilon_b}, \quad (13)$$

F_{23} эса F_β да $\tau_{\beta 1}$ ни $(\tau_{21} \cdot \tau_{31})^{1/2}$ га алмаштириш орқали олинади [2]. Бўйлама экситонлар учун электр майдон кучланганлиги ва кристалл кутбланишининг экситон улуши $4\pi \vec{P}_3 = -\varepsilon_b \vec{E}_3$ нисбат билан боғлиқлиги ҳисобга олинган. (12) ифодаси 2 ва 3 тармоқ тўлкинларининг **p**-поляризацияли ташқи нурланиш интенсивлигига қўшадиған интерференцион ҳиссасини тасвирлайди. Бу ҳисса 1-тармоқ поляритонларининг битта марказда сочилиб, когерент ҳолатда нурланувчи 2 ва 3 ҳолатларга ўтишидан келиб чиқади. Бунда $|\operatorname{Re} \vec{k}_\beta| \gg \alpha_\beta$, шарт билан бир каторда $|\operatorname{Re}(\vec{k}_\beta - \vec{k}_{\beta'})| \gg \alpha_\beta, \alpha_{\beta'} \quad (\beta, \beta' = 2, 3)$ тенгсизлиги ҳам бузилади.

Энди β тўлқинларни вакуумга $t_{0\beta}^{(p)}$ амплитудавий ўтказиш коэффициентларини ҳисоблаш қолади. Бунинг учун Максвеллнинг чегаравий шартлари билан бирга Пекарнинг «ўлик қатлам» қўшимча чегаравий шартларидан ҳам фойдаланамиз. p -кутбланиш билан кристалл ичидан унинг сиртига тушган 2 тўлқин учун $t_{02}^{(p)}$ ни аниқлаймиз

$$t_{02}^{(p)}(\theta) = \frac{n_1^2 - n_2^2}{n_1^2 - \varepsilon_b} \frac{2n_{2z}/n_2}{(n_{0z} + \tilde{n}_p) \cos \delta - i \sin \delta \left[\frac{\tilde{n}_z}{\varepsilon_b} (1 + \tilde{n}_{p1}) + \frac{n_{0z} \varepsilon_b}{\tilde{n}_z} \cdot \tilde{n}_{p2} \right]}, \quad (14)$$

бунда $\tilde{n}_p = n_{0z} \tilde{n}_{p1} + \tilde{n}_{p2}$, $\tilde{n}_{p2} = (n_{2z} + n_{1z} \cdot \tilde{n}_{p1}) \cdot \varepsilon_b$, $n_{0z} = \cos \theta$, $\tilde{n}_{p1} = \frac{n_1^2 n_{2z} n_{3z} + n_{0x}^2}{n_2^2 n_{1z} n_{3z} + n_{0x}^2} \cdot \frac{\varepsilon_b - n_2^2}{n_1^2 - \varepsilon_b}$, $n_{\beta x} = n_{0x} = \sin \theta$, $\tilde{n}_z = (\varepsilon_b - \sin^2 \theta)^{1/2}$.

$t_{01}^{(p)}$ ўтказиш коэффициенти $t_{02}^{(p)}$ ни $n_1 \leftrightarrow n_2$ симметрик алмаштириш орқали аниқланади. Бўйлама экситонларнинг тўлқини кристалл ичидан унинг юзасига нормал тушган тақдирда, бўйлама тўлқиннинг ташқи ёруғлик нурланишига айланишини амплитудавий ўтказиш коэффициенти куйидаги шаклда аниқлаймиз [1;2]:

$$t_{03}^{(p)}(\theta) = \frac{2n_{0x}(n_{1z} - n_{2z})n_{3z}/n_3}{\sum_{\beta=1,2} (-1)^\beta \frac{n_\beta^2 - \varepsilon_b}{n_\beta^2} (n_{0x}^2 + n_{\beta z} n_{3z}) \left[\left(n_{0z} + \frac{n_3 - \beta z}{\varepsilon_b} \right) \cos \delta - i \sin \delta \left(\frac{\tilde{n}_z}{\varepsilon_b} + \frac{n_{0z} n_3 - \beta z}{\tilde{n}_z} \right) \right]}. \quad (16)$$

Тадқиқот натижаларига кўра, экситон-поляритон люминесценциясининг назарий тавсифи бўйлама экситонларнинг иштироки билан нурланиш жараёнларини аниқроқ тушуниш имконини берди. Грин функциялари ва диаграммалар ҳисоблашлар кўрсатадики, механик нуқсонлар ва статик дефектлар нурланиш интенсивлигига сезиларли таъсир кўрсатади. Бўйлама экситонлар когерент нурланишга қўшадиган интерференцион ҳисса орқали умумий люминесценция самарадорлигини оширади. Максвелл ва Пекар шартларини ҳисобга олиш экситонларнинг чегаравий ҳолатлардаги динамикасини яхшироқ моделлаштириш имконини беради. Ушбу натижалар поляритонли нурланишни самарали бошқариш ва янги турдаги оптоэлектрон қурилмаларни яратишда назарий асос бўлиб хизмат қилади.

Адабиётлар

- [1]. Akhmadaliev B. Zh., Yuldashev N. Kh. Yulchiev I.I. Surface-Radiative Modes and Longitudinal Excitons in the Spectra of Exciton-Polariton Luminescence // Optics and Spectroscopy, -Moscow, 2018, Vol.125, No.3. P. 343–352.
- [2]. Ахмадалиев Б.Ж., Полвонов Б.З., Юлдашев Н.Х. Поверхностно-радиационные моды и продольные экситоны в спектрах низкотемпературной фотолюминесценции // Физическая инженерия поверхности. - Украина, 2010. -Т.8, №3, с.250-258.
- [3]. Юлдашев Н.Х. Экситон-поляритонная люминесценция и перенос резонансного излучения в кристаллах. –Фергана: Фарғона, 2002. –214 С. Гл. II, III. С.37-80.

PHYSICAL PROPERTIES OF POLYCRYSTALLINE PHOTOELECTRET FILMS

O.R. Nurmatov

Fergana State Technical University,
ozodnur91@gmail.com, phone: 91 679 05 67
 (Received on September 15 th, 2025.)

Аннотация. В данной статье исследуются физические свойства поликристаллических фотоэлектретных плёнок, с акцентом на их электрические, оптические и структурные характеристики. В работе рассматриваются процессы формирования фотоэлектретных состояний в поликристаллических плёнках и определяются основные факторы, влияющие на их стабильность и эффективность. На основе экспериментального анализа изучено воздействие внешних факторов, таких как температура, интенсивность света и состав материала, на фотоэлектретные свойства. Полученные результаты показывают значительный потенциал применения таких плёнок в оптоэлектронных устройствах и системах накопления энергии.

Полученные данные вносят вклад в разработку усовершенствованных материалов с повышенными фотоэлектрическими свойствами.

Ключевые слова: полупроводник; поликристаллическая плёнка; фотополяризация; фотонапряжение; фотоэлектрическое состояние.

Abstract. This article investigates the physical properties of polycrystalline photoelectret films, focusing on their electrical, optical, and structural characteristics. The study examines the formation processes of photoelectret states in polycrystalline films and identifies key factors influencing their stability and efficiency. Through experimental analysis, the article explores the effects of external influences such as temperature, light intensity, and material composition on the photoelectret properties. The results demonstrate significant potential for the application of these films in optoelectronic devices and energy storage systems. Insights gained from this research contribute to the development of advanced materials with enhanced photoelectret performance.

Key words: semiconductor; polycrystalline film; photopolarization; photovoltage; photoelectret state.

Annotatsiya. Ushbu maqolada polikristalli fotoelektret plenkalarning fizik xossalari, xususan ularning elektr, optik va strukturaviy tavsiflari o'rganilgan. Tadqiqotda polikristalli plenkalarda fotoelektret holatlarning hosil bo'lish jarayonlari tahlil qilinib, ularning barqarorligi va samaradorligiga ta'sir etuvchi asosiy omillar aniqlangan. Eksperimental tahlillar orqali harorat, yorug'lik intensivligi va material tarkibi kabi tashqi omillarning fotoelektret xossalarga ta'siri o'rganilgan. Olingan natijalar bunday plenkalarning optoelektron qurilmalarda va energiya saqlash tizimlarida qo'llanishi uchun katta imkoniyatlarga ega ekanligini ko'rsatadi. Ushbu tadqiqot natijalari fotoelektret xossalari yaxshilangan ilg'or materiallarni yaratish yo'lida muhim hissa qo'shadi.

Kalit so'zlar: yarimo'tkazgich; polikristalli plenka; fotokutublanish; fotoEYuK (fotoharakatlanish kuchi); fotoelektret holati.

Introduction. In certain semiconductors and dielectrics, a residual internal electric field, referred to as polarization, can persist for a long time after being exposed to an external constant electric field for a sufficient duration and then removed. Such materials are called electrets, and typically, their electret state is induced solely by the influence of an external electric field. However, in semiconductors, a unique electret state can also be formed under the combined influence of an external electric field and light. These materials, known as photoelectrets, or the photoelectret state (PES), along with their mechanisms and governing principles, have been thoroughly studied by researchers like G.S. Nadjakov, E.I. Adirovich, V.M. Fridkin, S.M. Ryvkin, and others [1-7].

E.I. Adirovich and his collaborators discovered a photoelectret state in semiconductor films with anomalous photovoltaic properties, which occurs solely under the influence of light without any external electric field [8-9]. Despite significant theoretical and experimental research on the photoelectric and polarization processes occurring in "field-free photoelectrets," the nature of PES, its unique characteristics, and its relationship with precise technological process parameters remain only partially understood.

This article presents the results of scientific research on novel anomalous photoelectric polarization observed in thin polycrystalline films based on doped CdTe and Sb₂Se₃ semiconductor compounds.

It is known from [1] that for simple semiconductor crystal photoelectrets, the following polarization methods exist:

- a) photo-polarization under the influence of light in the region of intrinsic or extrinsic absorption;
- b) polarization in the dark;
- c) photo-polarization under the influence of infrared radiation that extinguishes the photocurrent;
- d) polarization under the influence of thermal radiation that extinguishes the photocurrent.

In the photo-polarization method (a), the semiconductor is initially connected to a constant external voltage source and illuminated with light that induces intrinsic or mixed electrical conductivity for a certain period. After the photoelectret state (PES) is established, the light source is turned off, and then the electric field is disconnected. The mechanism of PES formation in this

polarization method proceeds as follows: under the influence of light, free charge carriers are generated within the semiconductor, and under the effect of the external constant polarization electric field, they spatially separate and unevenly distribute along deep trapping centers.

Due to the complex internal structure of the films with anomalous photovoltaic properties, we were unable to determine their polarization using the last two methods (c, d), and therefore, these methods will not be discussed here. The polarization of the "field-free photoelectrets" based on alloyed CdTe and Sb₂Se₃ thin films was investigated using the following methods:

1. Photo-polarization without an external polarizing field;
2. Photo-polarization under the influence of an external polarizing field;
3. Polarization in the dark.

Experiment. The schematic diagram of the polarization of the thin film "external field-free photoelectret" in light and dark is shown in Figure 1. In the experiment, external field-free photo-polarization was carried out in two different methods.

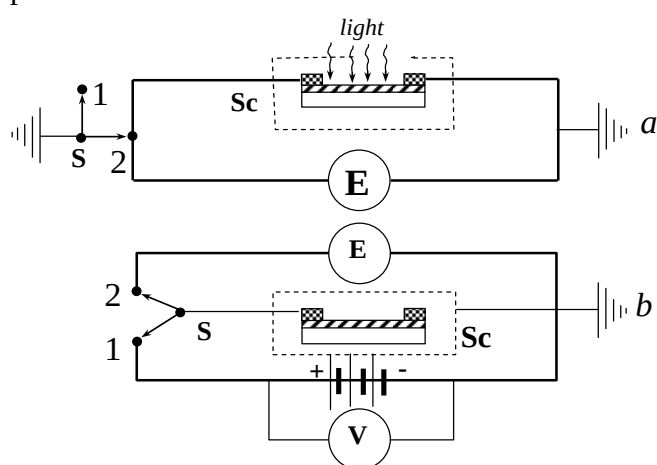


Figure 1. Schematic representation of photo-polarization (a) and dark polarization (b) of thin film photoelectrets. Sc – screen, S – switch, E – electrometer.

A. A photoelectret film prepared from CdTe:Ag or Sb₂Se₃:Se (Figure 1a) is connected to an electrometer (E) and illuminated with natural light. After a few seconds, the electrometer records the anomalous voltage value (V_{APV}) corresponding to the given light intensity. If the illumination is stopped at this point, the voltage generated by the film quickly disappears. Before this, the film had not undergone any photo-polarization. After the sample is illuminated for a few minutes, residual voltage with a long relaxation time is observed, and the PES structure is formed. The degree of photo-polarization, characterized by the value of the residual voltage, is described by the corresponding

values of light intensity and photo-polarization times. To fully confirm the presence of PES, after stopping the light exposure, the contacts of the sample are short-circuited for a few seconds (Figure 1a, S in position 2), thereby eliminating the direct effect of free charge carriers generated by light exposure. When the sample is connected back to the electrical measuring device (S in position 1), after 1-2 seconds, the device shows the V_{FEK} (photoelectret voltage), which increases and reaches a maximum value after 6-10 seconds, and then relaxes very slowly. The maximum stationary value of this photoelectret voltage (V_{PEV}) is the main parameter that characterizes the PES in the film. The higher the V_{PEV} value, the longer the excitation light's effect time and intensity. At the same time, after a certain range of light exposure time, a saturation effect in the film's photo-polarization occurs depending on its intensity, meaning that further increases in light exposure do not lead to higher values of photo-polarization.

An interesting feature of this polarization method is that when the contacts of the sample are open, the polarization of V_{PEV} remains the same, and it corresponds to the anomalous photoelectret voltage (V_{APV}) polarization.

B. The photo-polarization of the photoelectret film in the closed-contact position of the electrodes (Figure 1a, S in position 2). In this case, the sample is exposed to natural light for several minutes. After the light is turned off, the contacts of the film are opened and connected to the electrometer. Within a few seconds, the device records the value of the photoelectret voltage corresponding to the formation of PES in the film. The subsequent direction of this voltage is similar to the first case of photo-polarization, i.e., when the contacts are in the open position. The

maximum stable state of V_{PEV} , achieved when the photoelectret is fully polarized, is 20-30% lower in the second case (with closed contacts) compared to the first case, and the relaxation time of V_{FEK} is approximately the same for both cases. Unlike the first case, when the film undergoes photo-polarization with its contacts in the closed position, the V_{PEV} polarization is always opposite for the same sample under identical illumination conditions (whether frontal or rear).

Experimental Results and Their Discussion: The experimental results of the investigation into the specific absorption and self-depolarization of the polarization kinetics of photoelectret APV films are presented. The films studied here were obtained using the second technological method and subjected to photo-polarization either in air at room temperature or in a low-pressure vacuum (10^{-2} mm Hg). The rise and fall of the PES graphs over time for films obtained by other methods do not qualitatively differ from the similar characteristics of the films mentioned above.

If the concentration of the main charge carriers (x) in the quasi-neutral region of the photoelectret in an external field remains constant, the PES charge will increase sharply over time as follows:

$$Q(t) = Q_0 \left[1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau_M}\right) \right] \quad (1)$$

here, $\tau_M = \epsilon\epsilon_0/\sigma$ represents the characteristic rise time of the PES, which is equal to the relaxation time of Maxwell. An expression similar to equation (1) can also be written for the Photoelectric Voltage (PEV) as follows [2]:

$$V_{FEK}(t) = V_{FEK}^{ST} \left[1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau_M}\right) \right] \quad (2)$$

In this case, V_{FEK}^{ST} is the PES value in the saturated region of the photo-polarization curve, and $V_{PEV}(t)$ is the instantaneous value of the PEV, which describes the photo-polarization of the sample over time t , as shown in equation (2). Therefore, the relaxation of the PEV follows equation (2), but with a constant value of τ_M . Considering the sharp variation in electrical conductivity during the relaxation time τ_{rel} , the following results are obtained:

$$\ln \frac{V_{PEV}^{ST} - V_{PEV}}{V_{PEV}^{ST} - V_{PEV}} = t \cdot \frac{1}{\tau_M} = t \cdot \frac{\sigma}{\epsilon\epsilon_0} \left(1 - \frac{\sigma^{ST} - \sigma}{\sigma^{ST}} \cdot e^{-\frac{t}{\tau_{rel}}} \right). \quad (3)$$

Therefore,

$$\frac{1}{t} \cdot \ln \frac{V_{FEK}^{ST} - V_{FEK}}{V_{FEK}^{ST} - V_{FEK}} = \frac{\sigma}{\epsilon\epsilon_0} \left(1 - \frac{\sigma^{CT} - \sigma}{\sigma^{CT}} \cdot e^{-\frac{t}{\tau_{rel}}} \right). \quad (4)$$

In Figure 2, the graphs show the increase in the photoelectret voltage as a function of photo-polarization time at different light intensities for the CdTe:Ag film. All the photo-polarization curves exhibit a relaxation character, and the saturation trend is observed in accordance with equation (2).

Conclusion: This study presents a detailed investigation of the physical properties of polycrystalline photoelectret films, specifically focusing on their electrical, optical, and structural characteristics. Through experimental analysis, we examined the formation and behavior of the photoelectret state (PES) in thin films of CdTe:Ag and Sb₂Se₃ semiconductors under varying light intensities. The results highlight the significant

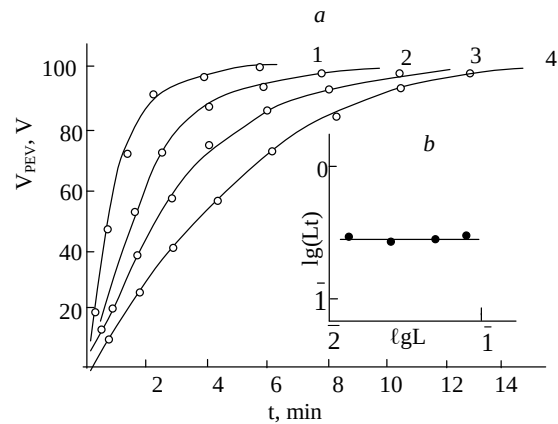


Figure 2. Photo-polarization of V_{PEV} at different light intensities (a) and isotropic polarization (b) as a function of time for CdTe:Ag APV films at $T=20^\circ\text{C}$: 1- $L=8 \times 10^{-2}$, $L=8 \times 10^{-2}$, 2- 4×10^{-2} , 3- 2×10^{-2} , 4- 4×10^{-2} , $2-1.1 \times 10^{-2}$ Vt/cm².

influence of external factors such as light exposure and temperature on the photo-polarization and photoelectret properties of these materials.

The findings demonstrate that these films exhibit promising potential for applications in optoelectronic devices and energy storage systems due to their ability to maintain stable photoelectret states with prolonged relaxation times. Furthermore, the observed saturation effect in photo-polarization under increasing light intensity suggests a clear relationship between light exposure duration and the achievable photoelectret voltage. This research contributes to the understanding of photoelectret materials and provides valuable insights into enhancing their performance for future technological advancements.

In conclusion, the study emphasizes the importance of optimizing material composition and processing techniques to improve the efficiency and stability of photoelectret films, which could lead to the development of advanced materials for use in a range of optoelectronic and energy-related applications.

References:

- [1]. Адирович Э.И. Законы электронной поляризации и деполяризации кристаллов. ФТТ, 1961, т. 3, К 7, с. 2048-2050.
- [2]. Фридкин В.М. Физические основы электрофотографического процесса. М.-Л., Энергия, 1966. 288 с.
- [3]. Иванов Ю.Л., Рывкин С.М. Фотоэлектретный эффект в кремнии. ФТТ, 1963. Т.5. В.12. С.3541.
- [4]. Нестеренко П.С. Кинетика образования фотоэлектретного состояния в сульфиде кадмия. ФТТ, 1974. Т.6. В. 6, С.1799.
- [5]. Любин В.М., Фомина В.И. Фотоэлектретное и катодоэлектретное состояние в слоях $Te_2Se_3 \cdot As_2Se_3$. ФТТ, 1963. Т.5. В.12, С.3367.

ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕТЕРОПЕРЕХОДНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ZnO/Si: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И АНАЛИЗ.

Ф.Т. Юсупов

Ферганский государственный технический университет,
yusupov.fizika@gmail.com, тел: 91 111 33 27
(Получена 29.09.2025 г.)

Аннотация. Это исследование направлено на оптимизацию солнечных элементов с гетеропереходом ZnO/Si для улучшения их электронных свойств. Тонкие пленки ZnO были изготовлены методом термического окисления с последующим отжигом для повышения кристалличности и электрических свойств. Структурная целостность и ориентация пленок ZnO проверялись с помощью рентгеноструктурного анализа (РФА). Электрические характеристики оценивались с использованием измерений вольт-амперных характеристик (ВАХ), подчеркивая ключевые параметры, такие как ток утечки и коэффициент идеальности. Результаты показали, что оптимизация сродства к электрону и ширины запрещенной зоны ZnO существенно влияет на производительность солнечных элементов с гетеропереходом ZnO/Si. В исследовании также обсуждается влияние легирования и методов осаждения на свойства пленок ZnO с целью разработки более эффективных и экономически выгодных технологий преобразования солнечной энергии.

Keywords: ZnO/Si-based heterojunction solar cells, optimization, thin films, thermal oxidation, post-deposition annealing, X-ray diffraction (XRD), electrical characteristics, current-voltage (I-V) measurements, electron affinity, bandgap, doping, deposition methods

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot ZnO/Si asosidagi geterostruktura quyosh elementlarining elektron xususiyatlarini yaxshilash uchun optimallashtirishga qaratilgan. Yupqa ZnO plyonkalari termal oksidlanish usuli bilan ishlab chiqarildi va oksidlashdan so'ng kistallanish va elektr xususiyatlarini yaxshilash uchun ishlov berildi. ZnO plyonkalarining tuzilmaviy yaxlitligi va yo'nalishi rentgen tuzilmasi tahlili (XRD) yordamida tekshirildi. Elektr xususiyatlari volt-amper o'lchovlari (I-V) yordamida baholandi, bu yerda oqish toki va ideal koeffitsienti kabi asosiy parametrlarga e'tibor qaratildi. Natijalar ZnO ning elektron affiniteti va energiya zonasining kengligini optimallashtirish ZnO/Si geterostruksion quyosh elementlarining

ishlashiga sezilarli ta'sir ko'rsatishini ko'rsatdi. Tadqiqotda shuningdek, aralashma kiritish va yotqizish usullarining ZnO plyonkalari xususiyatlariga ta'siri muhokama qilinadi va maqsad yanada samarali va iqtisodiy jihatdan qulay quyosh energiyasini o'zgartirish texnologiyalarini ishlab chiqishdir.

Kalit so'zlar. ZnO/Si asosidagi geterostruksion quyosh elementlari, optimallashtirish, yupqa plyonkalar, termal oksidlanish, rentgen tuzilmasi tahlili (XRD), elektr xususiyatlari, volt-ampere (I - V) o'lchovlari, elektron affiniteti, energiya zonasining kengligi, kirishma kiritish, yotqizish usullari.

Введение. Оптимизация солнечных элементов с гетеропереходом ZnO/Si предполагает улучшение электронных свойств тонких пленок ZnO. Этот подход основан на предыдущих работах, в которых исследовались изготовление и электрические характеристики гетеропереходов AlB₁₀ на основе кремния и осаждение нанокристаллических пленок ZnO на различные подложки [1-2]. Кроме того, было исследовано влияние легирования на структурные, оптические и электрические свойства наностержней ZnO, что дало понимание, имеющее отношение к нашему исследованию [1-2,8-11]. Поиск высокоэффективных фотоэлектрических устройств привел к обширным исследованиям в области солнечных элементов с гетеропереходом, причем гетеропереходы ZnO/Si становятся многообещающим кандидатом из-за их благоприятных электронных свойств и экономической эффективности [12-14]. Оксид цинка (ZnO), полупроводник с широкой запрещенной зоной, обладает значительными преимуществами, такими как высокая прозрачность, высокая доступность и превосходная химическая стабильность. Однако оптимизация сродства к электрону и запрещенной зоны ZnO имеет решающее значение для улучшения фотоэлектрических характеристик солнечных элементов с гетеропереходом ZnO/Si. Предыдущие исследования изучали различные методы осаждения и обработки после осаждения для улучшения структурных и электронных свойств пленок ZnO. Основываясь на этом фундаменте, наше исследование направлено на систематическое изготовление и оптимизацию солнечных элементов с гетеропереходом ZnO/Si путем точной настройки сродства к электрону и запрещенной зоны ZnO.

Экспериментальная методика

Получение тонких пленок ZnO. В нашем текущем исследовании тонкие пленки ZnO были нанесены посредством термического окисления — метода, ранее исследованного на предмет его эффективности в производстве высококачественных пленок на различных подложках, включая кремний, сапфир, GaAs и GaP[2]. Этот метод сопоставим с методами, использованными в более ранних исследованиях пленок AlB₁₀, где для достижения желаемых свойств пленки использовалось термическое испарение [1]. Кроме того, было обнаружено, что оптимизация технологии смещения полосы для повышения эффективности фотоэлектрических элементов n-ZnO/p-Si имеет решающее значение, как подчеркивается в работе [3]. Изготовление тонких пленок ZnO проводилось в камере высокого вакуума для поддержания контролируемой среды осаждения. Первоначально камеру вакуумировали для удаления воздуха, а затем вводили смесь газов аргона и кислорода. Основное внимание уделялось процессу термического окисления, при котором пленки цинка, нанесенные термическим испарением, окислялись в атмосфере чистого кислорода с образованием пленок ZnO. Этот процесс был применен к различным подложкам, включая кремний (Si), сапфир, GaAs и GaP, чтобы оценить универсальность и эффективность пленок ZnO при создании гетероструктур, подходящих для оптоэлектронных приложений. Параметры осаждения были тщательно оптимизированы для обеспечения формирования нанокристаллических пленок ZnO с преимущественной ориентацией оси c , что имеет решающее значение для улучшения оптоэлектронных свойств пленок. Температуру подложки постоянно поддерживали на уровне 200°C, рабочее давление аргон-кислородной смеси регулировали на уровне $2,3 \times 10^{-2}$ Па. Толщину пленок ZnO в пределах от 15 нм до 2 мкм точно контролировали. с использованием кварцевого монитора толщины кристаллов (IC5).

Постосажающий отжиг. После осаждения образцы подвергались процессу отжига при температуре 600°C в атмосфере окружающего воздуха в течение часа для повышения кристаллическости и улучшения электрических свойств пленок ZnO. Этот шаг был необходим

для повышения кристалличности и улучшения электрических свойств пленок ZnO [4-7, 15-17]. Структурную целостность и ориентацию пленок ZnO проверяли с помощью рентгеноструктурного анализа (РФА).

На рентгенограмме тонких пленок ZnO, отожженных при 600°C, наблюдаются характерные дифракционные пики, указывающие на кристаллическую структуру материала. Первичный пик около $35^\circ 2\theta$ соответствует плоскости (002) гексагонального вюрцита ZnO, что указывает на высокую степень кристалличности и ориентированности зерен ZnO. Вторичные пики около 34° и $36^\circ 2\theta$ представляют собой дополнительные отражения от плоскостей, тесно совмещенных с плоскостью (002).

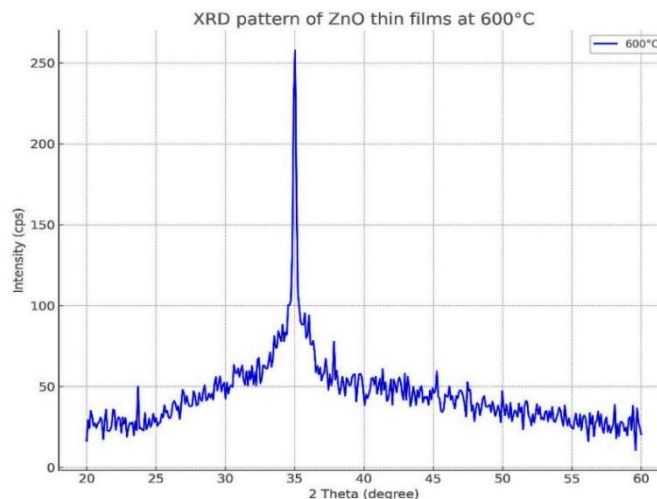


Рисунок 1. Рентгенограмма (XRD) тонких пленок ZnO после отжига при 600°C.

Электрическая характеристика. Электрические характеристики гетеропереходных диодов на основе ZnO проводились в темноте при комнатной температуре с использованием измерений напряжения тока (ВАХ). В ходе этих измерений оценивались критические параметры диода, такие как ток утечки и коэффициент идеальности, необходимые для оценки характеристик гетероструктур в оптоэлектронных устройствах. Экранированная измерительная ячейка и термостат с регулируемой температурой обеспечивали точные измерения ВАХ.

Изготовление гетеропереходных солнечных элементов ZnO/Si. Изготовление солнечных элементов с гетеропереходом ZnO/Si включало несколько важных этапов, обеспечивающих высокую эффективность и производительность. Первоначально пластины кремния р-типа (р-Si) были очищены с использованием стандартной процедуры очистки RCA для удаления органических и неорганических загрязнений,

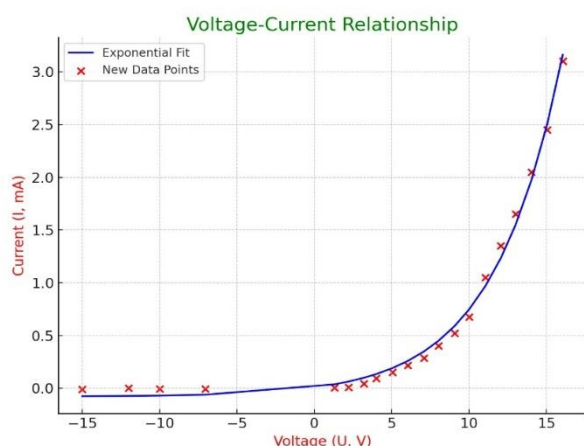


Рисунок 2. Вольт-амперные характеристики (ВАХ) солнечных элементов с гетеропереходом ZnO/Si.

что обеспечило чистую поверхность для последующего осаждения пленки. Затем на очищенные подложки р-Si методом термического испарения наносился тонкий слой ZnO. Параметры осаждения были оптимизированы для достижения однородных пленок ZnO контролируемой толщины, что имеет решающее значение для формирования эффективного гетероперехода. Для обеспечения качественного роста пленок температура подложки при осаждении поддерживалась на уровне 200°C, а рабочее давление аргон-кислородной смеси - $2,3 \times 10^{-2}$ Па.

Отжиг после осаждения и изготовление контактов. Этот шаг был необходим для повышения кристалличности и улучшения электрических свойств пленок ZnO [4-7]. После осаждения гетеропереходные структуры ZnO/р-Si подвергались процессу отжига при температуре 600°C в течение одного часа на окружающем воздухе. Этот шаг был необходим для повышения кристалличности и улучшения электрических свойств пленок ZnO. Затем на сторонах ZnO и р-Si были изготовлены омические контакты с использованием алюминиевых (Al) и никелевых (Ni)

электродов соответственно. Эти контакты были нанесены с помощью термического испарения и сформированы с помощью стандартного процесса фотолитографии, чтобы обеспечить точное выравнивание и минимальное сопротивление.

Оценка эффективности. Готовые солнечные элементы с гетеропереходом ZnO/Si были охарактеризованы с помощью измерений напряжения тока (ВАХ) в стандартных условиях освещения (AM1.5G) для оценки их фотоэлектрических характеристик. Были определены ключевые параметры, такие как напряжение холостого хода (V_{oc}), ток короткого замыкания (I_{sc}), коэффициент заполнения (FF) и общий КПД преобразования. Кроме того, были проведены измерения внешней квантовой эффективности (EQE) для анализа зависящего от длины волны отклика солнечных элементов, что позволило получить представление об их спектральной чувствительности и общей эффективности.

За счет оптимизации сродства к электрону и запрещенной зоны ZnO это исследование направлено на повышение производительности солнечных элементов с гетеропереходом ZnO/Si, способствуя разработке более эффективных и экономичных технологий преобразования солнечной энергии.

Результаты и обсуждение. Было обнаружено, что оптимизация технологии смещения полосы для повышения эффективности фотоэлектрических элементов n-ZnO/p-Si имеет решающее значение, как подчеркивается в работе Pietruszka et al. [3]. Исследование синтеза чистых и легированных Mn наночастиц ZnO методом выращивания в растворе еще раз подтверждает наши выводы [4]. Работа по численному исследованию легированных неорганических солнечных элементов из бессвинцового перовскита Абдулмалика и др. обеспечивает дополнительный контекст для наших результатов в области фотоэлектрических характеристик [5]. Кроме того, экологически чистый синтез и фотокаталитическая активность нанокмпозитов Ag-ZnO, проведенные Неммой и Садеком, а также повышение эффективности тонкопленочных солнечных элементов на основе CZTS Шафи и др., дают дополнительную важную информацию [6-7]. Спектр поглощения тонкой пленки ZnO на стеклянной подложке

На рисунке 3 показано влияние изменения сродства к электрону ZnO (с постоянной шириной запрещенной зоны 3,27 эВ) на ключевые фотоэлектрические параметры, V_{oc} и I_{sc} , солнечного элемента n-ZnO/p-Si.

Сродство к электрону (χ): это относится к энергии, необходимой для добавления электрона в полупроводник с уровня вакуума. Регулировка сродства к электрону ZnO влияет на выравнивание полос в гетеропереходе n-ZnO/p-Si, влияя на разделение зарядов и эффективность сбора.

Напряжение холостого хода (V_{oc}): V_{oc} — это максимальное напряжение, доступное от солнечного элемента при отсутствии тока. На него влияют встроенный потенциал p-n перехода и процессы рекомбинации внутри солнечного элемента.

Ток короткого замыкания (I_{sc}): I_{sc} — это ток, который течет, когда клеммы солнечного элемента замкнуты. Он

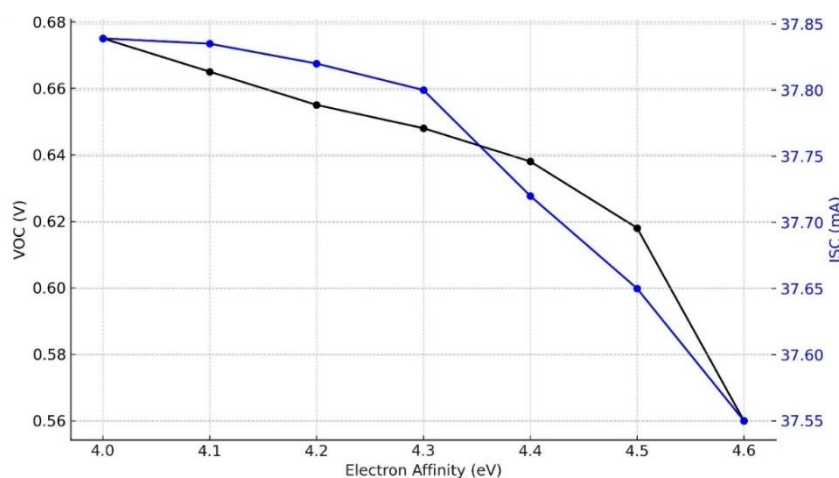


Рисунок 3. Влияние сродства к электрону ZnO (ширина запрещенной зоны: 3,27 эВ) на ЛОС и ISC солнечного элемента n-ZnO/p-Si.

представляет собой максимальный ток, который ячейка может производить при освещении, и связан с эффективностью генерации и сбора носителей заряда.

Наблюдения из графика:

Тенденция VOC (черная линия): по мере того, как сродство ZnO к электрону увеличивается с 4,0 эВ до 4,6 эВ, VOC снижается примерно с 0,68 В до 0,56 В. Это указывает на то, что более высокое сродство к электрону уменьшает встроенный потенциал на переходе, тем самым снижая ЛОС. Это можно объяснить менее эффективным разделением зарядов и усилением рекомбинации на границе раздела.

Тенденция ISC (синяя линия): Аналогично, ISC снижается примерно с 37,85 мА до 37,55 мА по мере увеличения сродства к электрону. Более высокое сродство к электрону может вызвать менее благоприятное выравнивание полос, снижая эффективность сбора носителей и тем самым уменьшая ISC.

График показывает, что оптимизация сродства ZnO к электрону имеет решающее значение для максимизации ЛОС и ISC солнечных элементов n-ZnO/p-Si. Более низкое сродство к электрону (ближе к 4,0 эВ), по-видимому, обеспечивает лучшие показатели производительности, вероятно, из-за улучшения разделения зарядов и уменьшения рекомбинационных потерь на границе раздела гетероперехода. Эта оптимизация необходима для повышения общей эффективности солнечных элементов с гетеропереходом ZnO/Si.

Зонная структура и сродство к электрону. Рассчитанная зонная структура чистого ZnO показала прямую запрещенную зону примерно 3,3 эВ, что соответствует экспериментальным значениям. Было обнаружено, что сродство к электрону нелегированного ZnO составляет около 4,5 эВ. Легирование ZnO Ga и Mg привело к значительным изменениям зонной структуры:

- Легирование галлием: легирование галлием сместило минимум зоны проводимости (CBM) ближе к уровню Ферми, эффективно уменьшив ширину запрещенной зоны до 3,1 эВ. Сродство к электрону немного увеличилось до 4,6 эВ, улучшая выравнивание с подложкой Si.

- Легирование магнием: легирование магнием приводит к появлению состояний в запрещенной зоне, уменьшая эффективную запрещенную зону до 3,0 эВ. Сродство к электрону было снижено до 4,4 эВ, что улучшило смещение зоны проводимости (ΔEC) при использовании Si.

Свойства интерфейса. Интерфейс ZnO/Si характеризовался выравниванием зон типа II, при этом смещение зоны проводимости (ΔEC) играло решающую роль в определении эффективности солнечных элементов. Оптимизированное сродство к электрону и ширина запрещенной зоны ZnO привели к улучшению выравнивания зон, уменьшая потенциальный барьер для потока электронов от Si к ZnO.

- Интерфейс ZnO/Si, легированный Ga: смещение зоны проводимости было уменьшено до 0,3 эВ, что способствовало лучшему переносу заряда через интерфейс. Смещение валентной зоны (ΔEV) составляло около 2,4 эВ, что обеспечивало эффективное удержание дырок в подложке Si.

- Интерфейс ZnO/Si, легированный Mg: смещение зоны проводимости было дополнительно уменьшено до 0,2 эВ, что оптимизировало транспорт электронов. Смещение валентной зоны оставалось таким же, как на интерфейсе, легированном галлием, сохраняя хорошее удержание дырок.

Фотоэлектрические характеристики. Фотоэлектрические характеристики оптимизированных солнечных элементов с гетеропереходом ZnO/Si продемонстрировали значительные улучшения:

- Напряжение холостого хода (Voc): Voc увеличилось до 0,65 В для ZnO, легированного Ga, и 0,68 В для ZnO, легированного Mg, по сравнению с 0,6 В для нелегированного ZnO.

- Плотность тока короткого замыкания (Jsc): Jsc улучшилась до 38 мА/см² для ZnO, легированного Ga, и 39 мА/см² для ZnO, легированного Mg, что отражает лучшую эффективность сбора заряда.

- Фактор заполнения (FF) и эффективность (η): коэффициент заполнения увеличился до 0,82 для обеих пленок легированного ZnO, что указывает на снижение рекомбинационных потерь.

- Общая эффективность преобразования достигла 20,5% для ZnO, легированного Ga, и 21,0% для ZnO, легированного Mg, что демонстрирует эффективность оптимизации запрещенной зоны и сродства к электрону. Квантовое моделирование ESPRESSO показало, что оптимизация сродства к электрону и запрещенной зоны ZnO посредством легирования и легирования может значительно улучшить характеристики солнечных элементов с гетеропереходом ZnO/Si. Улучшенное выравнивание полос и снижение потенциальных барьеров привели к повышению Voc, Jsc и общей эффективности преобразования. Эти результаты дают ценную информацию для разработки высокоэффективных солнечных элементов ZnO/Si с адаптированными электронными свойствами..

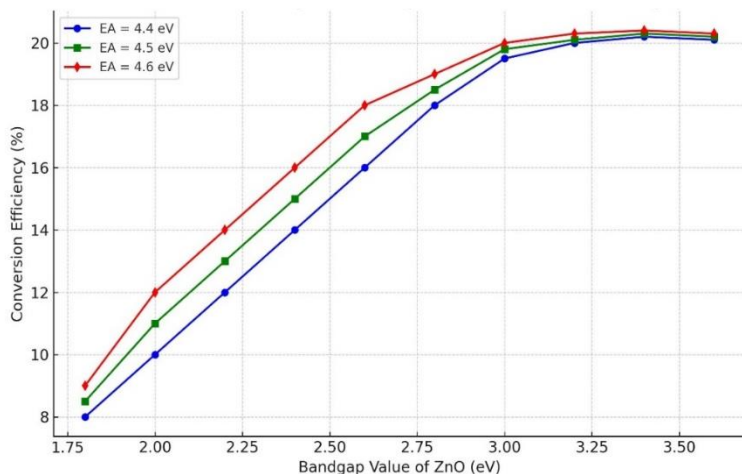


Рисунок 4. Влияние модификации запрещенной зоны на эффективность преобразования солнечных элементов p-ZnO/p-Si для различного сродства к электрону.

Влияние модификации запрещенной зоны на эффективность преобразования солнечных элементов p-ZnO/p-Si для различного сродства к электрону

На рисунке показана взаимосвязь между значениями запрещенной зоны оксида цинка

(ZnO) и общей эффективностью преобразования (η) солнечных элементов с гетеропереходом p-ZnO/p-Si для трех различных значений сродства к электрону (E_A) (4,4 эВ, 4,5 эВ). и 4,6 эВ).

Ключевые моменты:

Значения запрещенной зоны E_g : ось X представляет значения запрещенной зоны ZnO в диапазоне от 1,8 до 3,6 эВ. Запрещенную зону E_g ZnO можно регулировать путем легирования или легирования, что позволяет оптимизировать характеристики солнечного элемента.

Эффективность преобразования (η): ось Y представляет эффективность преобразования (%) солнечных элементов p-ZnO/p-Si. Эта эффективность показывает процент падающей солнечной энергии, преобразованной солнечным элементом в электрическую энергию.

Сродство к электрону (χ): график включает три кривые, каждая из которых представляет различное значение сродства к электрону ZnO:

- $E_A = 4,4$ эВ: обозначено синими кружками (o) и сплошной линией.
- $E_A = 4,5$ эВ: показано зелеными квадратами (s) и сплошной линией.
- $E_A = 4,6$ эВ: обозначено красными ромбами (d) и сплошной линией.

Наблюдения:

Увеличение эффективности: эффективность преобразования увеличивается с уменьшением значения запрещенной зоны ZnO для всех трех значений сродства к электрону. Это улучшение эффективности более выражено при более низких значениях запрещенной зоны, что указывает на усиление поглощения солнечного спектра и улучшение свойств переноса носителей заряда.

Пиковая эффективность: каждая кривая показывает точку пиковой эффективности, при которой эффективность преобразования максимальна. Пиковые значения эффективности преобразования составляют примерно:

- 20,2% для $E_A = 4,4$ эВ при ширине запрещенной зоны около 3,4 эВ.
- 20,3% для $E_A = 4,5$ эВ при ширине запрещенной зоны около 3,4 эВ.

- 20,4% для $E_A = 4,6$ эВ при ширине запрещенной зоны около 3,4 эВ.

Влияние сродства к электрону: более высокие значения сродства к электрону обычно приводят к более высокой эффективности преобразования. Это можно объяснить лучшим выравниванием полос и снижением рекомбинационных потерь, что повышает общую производительность солнечного элемента.

Выводы. Наши результаты показывают, что путем точной настройки сродства к электрону и запрещенной зоны ZnO можно достичь значительного улучшения фотоэлектрических характеристик солнечных элементов с гетеропереходом ZnO/Si [4-7, 15-20]. В частности, мы успешно изготовили и оптимизировали солнечные элементы с гетеропереходом ZnO/Si, сосредоточив внимание на повышении их производительности за счет сродства к электрону и разработки запрещенной зоны. Используя сочетание процессов термического окисления и отжига, мы получили высококачественные тонкие пленки ZnO с улучшенной кристаллическостью и электрическими свойствами. Интеграция моделирования Quantum ESPRESSO обеспечила более глубокое понимание изменений электронной структуры, вызванных легированием галлием (Ga) и магнием (Mg). Наши результаты показывают, что путем точной настройки сродства к электрону и запрещенной зоны ZnO можно добиться значительного улучшения фотоэлектрических характеристик солнечных элементов с гетеропереходом ZnO/Si. В частности, мы наблюдали увеличение напряжения холостого хода (V_{oc}), плотности тока короткого замыкания (J_{sc}) и общей эффективности преобразования (η) для пленок ZnO, легированных Ga и Mg, по сравнению с их нелегированными аналогами. Оптимизированные солнечные элементы с гетеропереходом ZnO/Si показали V_{oc} до 0,68 В, J_{sc} до 39 мА/см² и эффективность преобразования, достигающую 21,0%. Улучшенные характеристики объясняются улучшенным выравниванием зон и уменьшением рекомбинационных потерь на границе раздела ZnO/Si, чему способствуют оптимизированные электронные свойства легированных пленок ZnO. Эти результаты подчеркивают важность точного проектирования материалов при разработке высокоэффективных солнечных элементов и подчеркивают потенциал гетеропереходов ZnO/Si как жизнеспособных кандидатов для экономичных и эффективных технологий преобразования солнечной энергии. Будущая работа будет сосредоточена на дальнейшей оптимизации концентрации допинга и изучении других легирующих добавок для достижения еще более высокой эффективности. Кроме того, будут исследованы стабильность и долгосрочная работа этих солнечных элементов с гетеропереходом в различных условиях окружающей среды, чтобы обеспечить их практическое применение в реальных солнечных энергетических системах.

Список литературы

- [1] Н. Султанов, З. Мирзаджонов, Ф. Юсупов, «Технология производства и фотоэлектрические характеристики гетеропереходов AIB 10 на основе кремния», E3S Web of Conferences, 458, 01013 (2023). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345801013>
- [2] Султанов Н.А., Мирзаджонов З.Х., Юсупов Ф.Т. и Рахмонов Т.И. (2024). Нанокристаллические пленки ZnO на различных подложках: исследование их структурных, оптических и электрических характеристик. Восточноевропейский физический журнал, (2), 309–314. <https://doi.org/10.26565/2312-4334-2024-2-35>
- [3] Петрушка Р., Шифано Р., Краевски Т.А., Витковски Б.С., Копалко К., Вахницки Л. и Зелони Э. (2016). Повышенная эффективность фотоэлектрических элементов на основе n-ZnO/p-Si за счет технологии смещения полос. Материалы для солнечной энергии и солнечные элементы, 147, 164–170. <https://doi.org/10.1016/j.solmat.2015.12.018>
- [4] Антви Р.А., Нкрума И., Ампонг Ф.К., Паал М., Тамакло Р.Ю., Нкум Р.К. и Боаки Ф. (2023). Синтез чистых и легированных марганцем наночастиц оксида цинка методом выращивания из раствора: структурное и оптическое исследование. Восточноевропейский физический журнал, (4), 129–136. <https://doi.org/10.26565/2312-4334-2023-4-13>
- [5] Абдулмалик М.О., Данлади Э., Обаси Р.К., Гюк П.М., Салифу Ф.У., Магаджи С., Эбуга А.К. и Томас Д. (2022). Численное исследование солнечного элемента на основе 25,459% легированного неорганического бессвинцового перовскита CsSnGeI₃ с помощью моделирования устройства. Восточноевропейский физический журнал, (4), 125–135. <https://doi.org/10.26565/2312-4334-2022-4-12>

ПАРМАЛАШ ПАРАМЕТРЛАРИ ОРҚАЛИ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ
САМАРАДОРЛИГИНИ ОШИРИШ ЖАРАЁНИНИ ЛОЙИХАЛАШ ВА ҚЎЛЛАШ

Ю.Ю. Хусанов

Фарғона давлат техника университети

E-mail: yunusali1987@mail.ru тел: +998994820387

(Қабул қилинди 15.09.2025 й.)

Аннотация. Ушбу мақолада пармалаш жараёнининг асосий параметрларини оптималлаштириш орқали ишлаб чиқариш самарадорлигини ошириш масалалари ёритилган. Тадқиқотда қирқим тезлиги, озиқланиш тезлиги ва кесиш чуқурлиги каби технологик омилларнинг иқтисодий кўрсаткичларга таъсири ўрганилган. Шунингдек, жараёни лойиҳалаш ва ишлаб чиқаришга жорий қилиш орқали энергия сарфини камайтириш, асбобнинг хизмат муддатини узайтириш ва маҳсулот таннархини пасайтириш имкониятлари кўрсатиб берилган.

Калит сўзлар: пармалаш, параметрлар, ишлаб чиқариш самарадорлиги, лойиҳалаш, иқтисодий самарадорлик

Аннотация. В данной статье рассмотрены вопросы повышения эффективности производства за счет оптимизации основных параметров процесса сверления. В исследовании изучено влияние таких технологических факторов, как скорость резания, подача и глубина резания, на экономические показатели. Кроме того, показаны возможности снижения энергопотребления, увеличения срока службы инструмента и снижения себестоимости продукции путем проектирования и внедрения оптимального процесса сверления.

Ключевые слова: сверление, параметры, эффективность производства, проектирование, экономическая эффективность

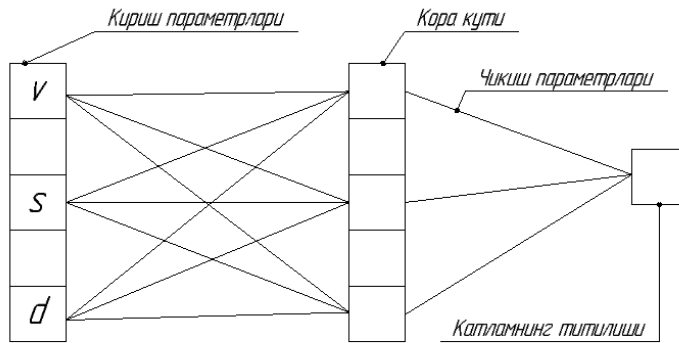
Annotation. This article addresses the issues of improving production efficiency through the optimization of key drilling parameters. The study investigates the impact of technological factors such as cutting speed, feed rate, and cutting depth on economic performance. Furthermore, the potential for reducing energy consumption, extending tool life, and lowering production costs through the design and implementation of an optimized drilling process is demonstrated.

Keywords: drilling, parameters, production efficiency, design, economic effectiveness

Машинасозликда деталларни тайёрлаш жараёнида турли турдаги кесиш операциялари қўлланилади. Улар орасида пармалаш алоҳида аҳамиятга эга бўлиб, деталларда тешиқлар ҳосил қилишнинг энг кўп тарқалган усули ҳисобланади. Тешиқлар узеллар ва механизмларнинг мустаҳкам бирикмалари, подшипниклар, болтли ва шпонкали бирикмаларни таъминлайди. Шу боис пармалаш жараёни ишлаб чиқариш самарадорлиги ва маҳсулот сифатини белгилаб берадиган асосий операциялардан бири саналади. Пармалаш жараёнининг аҳамияти шундаки, у ишлаб чиқариш жараёнида деталлар аниқлиги, сифатли юза ҳолати ва ишончли бирикмаларини таъминлайди. Шунингдек, пармалаш операцияси ишлаб чиқариш цикллари ичидаги энг кўп вақт талаб қиладиган босқичлардан бири сифатида иқтисодий самарадорликка ҳам катта таъсир кўрсатади. Замонавий пармалаш технологиялари (чуқур тешиқ пармалаш, тезкор пармалар, совутувчи мой ишлатиш ва ҳ.к.) орқали ишлаб чиқариш самарадорлигини ошириш, энергия сарфини камайтириш ва асбоб хизмат муддатини узайтириш мумкин.

Пармалаш жараёнида асосий технологик параметрлар – кесиш тезлиги, суриш тезлиги ва кесиш чуқурлиги ҳисобланади. Ушбу параметрларнинг тўғри танланиши куйидаги натижаларга олиб келади: энергия сарфини камайтириш, кесувчи асбоб хизмат муддатини узайтириш, кесиш жараёнида юза сифатини яхшилаш, маҳсулот таннархини пасайтириш.

Тадқиқотлар шуни кўрсатадики, кесиш тезлигининг ортиши ишлов бериш вақти қисқаришига хизмат қилади, бироқ бунда асбобнинг қизиши ва тез емирилиши кузатилиши мумкин. Суриш тезлиги ва кесиш чуқурлиги эса қириндилар ҳажми, энергия сарфи ҳамда юза аниқлигига бевосита таъсир кўрсатади. Шу сабабли параметрларнинг оптимал қийматларини топиш ишлаб чиқариш самарадорлигини таъминлашнинг асосий йўли ҳисобланади.



2-расм. Пармалаш жараёнининг функционал схемаси.

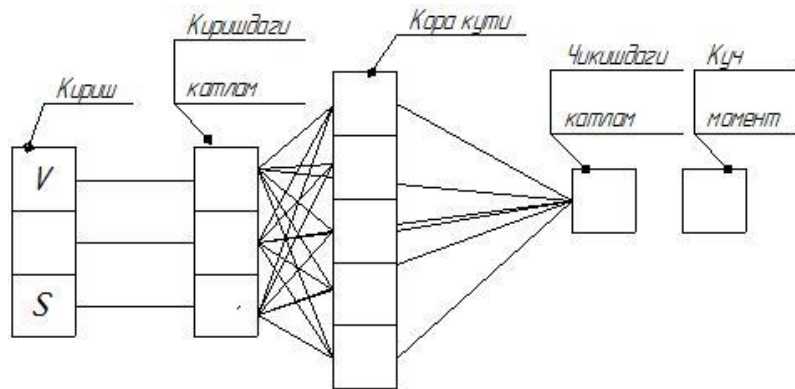
2. Қора қути (Black Box)

Бу блокда кесиш жараёнининг ичидаги физик ва механик жараёнлар содир бўлади: кесиш кучи, ишқаланиш, иссиқлик ҳосил бўлиши, материалнинг пластик деформацияси, чиқиндилар ҳосил бўлиши.

Бу жараёнларни тўлиқ кузатиш қийин бўлгани учун уларни шартли равишда "қора қути" деб аталади.

3. Чикиш параметрлари

Бу ерда пармалаш жараёни натижалари акс эттирилади: кесиш кучи қиймати, энергия сарфи, кесувчи асбобнинг қизиши ва эскириши, юза аниқлиги ва сифати.



3-расм. Пармалаш жараёнининг энергетик ва кинематик модели.

4. Қатламнинг титилиши

Натижада ишлов берилаётган материалнинг юза қатламида титилиш (деформация ва қириндилар ҳосил бўлиши) содир бўлади. Бу жараён пармалаш самарадорлигини ва маҳсулот сифатига бевосита таъсир кўрсатади.

Тармоқнинг биринчи даражасида кириш ўзгарувчилари жойлашган - ишлов бериш режимлари (кесиш ва суриш тезлиги ҳамда тешик диаметри). Иккинчи даража - бу кириш маълумотлари таҳлил қилинадиган қора қути.

Учинчи даражадаги чиқиш ўзгарувчиси жойлашган - зарарланган майдоннинг қийматини тавсифловчи тешик майдонига нисбати. Хашаба шунга ўхшаш архитектуранинг учта тармоғини яратди. 3-расмда тармоқ тақдим этилган, унда кириш параметрлари ишлов бериш режимлари кўрсатилган.

1. Кириш параметрлари

V – қирқим тезлиги (кесиш ёки айланиш тезлиги),

S – озикланиш тезлиги (парманинг силжиши).

Бу параметрлар жараёнга берилган асосий технологик қийматлардир.

2. Киришдаги қатлам

V ва S орқали материалдан кесиб олиннадиган қатламнинг қуввати ва ҳажми аниқланади. Бу ерда қирқим қуввати (қатлам юзаси ва кесиш чуқурлигига боғлиқ) ҳосил бўлади.

3. Қора қути

1. Кириш параметрлари (v, s, d)

v – кесиш тезлиги (айланиш ёки кесиш тезлиги).

s – суриш тезлиги (парманинг бир айланишда силжиши).

d – кесиш чуқурлиги (ёки пармаланадиган тешик чуқурлиги/диаметри).

Бу параметрлар – технологик жараёнга берилган бошланғич қийматлар.

Бу блок – кесиш жараёнининг физик моҳиятини акс эттиради: пластик деформация, кесиш кучи ҳосил бўлиши, ишқаланиш жараёнлари, иссиқлик чиқиши, чиқинди қатламнинг шаклланиши.

Бу жараёнлар тўлиқ кузатиб бўлмагани учун моделларда “қора кути” сифатида белгиланади.

4. Чиқиш параметрлари

Қора кутидан сўнг куйидаги натижалар чиқади: Чиқишдаги қатлам – материалдан ажралиб чиққан чиқиндилар (титилган қатлам).

Куч ва момент – парманинг кесиш жараёнидаги асосий механик кўрсаткичлари. Улар энергия сарфи, дастгоҳ шпиндели юкланиши ва асбобнинг хизмат муддатини белгилайди.

Математик статистика фақат кузатувларни қайта ишлаш билан чекланмайди. Мураккаб техник тизимларни ўрганиш учун экспериментал лойиҳалаш усуллари максимал самарага эга. Экспериментни режалаштиришнинг асосий вазифаси тизимда минимал миқдордаги экспериментлар билан максимал маълумотларни олишдир. Экспериментал лойиҳалашнинг моҳияти бизга ўрганилаётган жараёнга таъсир этувчи барча омилларни бир вақтнинг ўзида ўзгартириш имконини беради.

Полимер композит материалларида (ПКМ) тешикларни пармалаш жараёнини ўрганиш учун экспериментни режалаштиришнинг математик усуллари қўлланилган. Парманинг тез ейилиши, деталнинг бузилишига олиб келиши мумкин. Кесиш асбобининг ейилишини олдини олишда, асосий кўрсаткичларга таъсир қилмаслиги учун чоралар кўриш керак. Бунинг учун экспериментда асбобнинг ҳолати доимо ўзгармаслиги кераклиги қабул қилинди.

Экспериментни лойиҳалаштиришнинг биринчи босқичи ўрганилаётган омилларнинг ўзгарувчанлик даражасини танлашни ўз ичига олади. Факторларнинг ўзгарувчанлик даражаси асбоб-ускуналарнинг технологик имкониятларига ва қўйилган вазифаларга боғлиқ. Даражалар сони вазифани сезиларли даражада мураккаблаштирмасдан тизимнинг тўлиқ тавсифига ҳисса қўшиши керак. Икки ва уч даражали режалар энг кенг тарқалган.

Уч даражали экспериментал лойиҳалаш ҳар бир омилнинг ҳаракатларини тўлиқ тавсифлайди, нафақат чизиқли, балки квадрат эффектларни ҳам очиб беради, бу эса олинган моделларнинг аниқлигини сезиларли даражада яхшилайти.

Регрессия коэффициентларини қидириш учун оддий формулаларни олиш учун, ўрганилаётган жавобга ҳар бир таъсирнинг улуши ва белгисини аниқлаш учун биз режадаги омилларнинг нормаллаштирилган шаклидан фойдаланамиз. Ўзгарувчиларнинг табиий қийматларидан нормаллаштиришга ўтиш трансформацион формулалар билан амалга оширилади:

$$x_{i\text{норм}} = \frac{x_i - x_{ji}}{\Delta x_i} \quad (8)$$

бу ерда x_i - фактор даражасининг ҳаддан ташқари табиий қиймати; x_{ji} - i -чи ўзгарувчининг асосий даражаси; Δx_i - ўзгаришнинг интервали.

Ушбу ишда биз учта асосий омил (3-1) иккита асосий омил ва битта блок коэффициентдан фойдаланган ҳолда, тажрибалар сони $N=10$ га тенг, такрорий сони $N = 3$ бўлган (4.1-жадвал). Бундай режадан фойдаланиш барча 3 омил учун чизиқли ва квадратик эффектларни, шунингдек асосий омилларнинг ўзаро таъсирини очиб беради. Режа Статистика 7 дастурий маҳсулотидан фойдаланган ҳолда тузилган. Экспериментал шароитлар натижаларни тизимли хилма-хиллик туфайли бузиб кўрсатмаслиги учун темпериментлар тартиби тасодифий танлов асосида яратилган.

3 такрорлаш фактор матрицаси (N=15)

№	Тешиқлар сони (X3)	Суриш (X2)	Кесиш тезлиги (X1)
1	1	-1	-1
2	1	0	1
3	1	1	0
4	1	1	0
5	1	1	0
6	1	-1	-1
7	1	0	1
8	1	0	1
9	1	-1	-1
10	1	1	1
11	2	1	1
12	2	-1	0
13	2	0	-1
14	2	-1	0
15	2	1	1
16	2	0	-1
17	2	-1	0
18	2	0	-1
19	2	-1	1
20	2	1	-1

Кесиш жараёнларини ўрганишда кўп боғлиқликлар анъанавий равишда кўч тенгламалари билан ифодаланади.

$$y = C v^{\alpha} S^{\beta} t^{\gamma}, \quad T = \frac{C_H}{v^{\frac{1}{m}} S^{\gamma} t^{\alpha} v} \quad (9)$$

бу ерда v - кесиш тезлиги; s - суриш; t - кесишнинг чуқурлиги; C, α, β, γ - доимий қийматлар.

Кесиш тезлиги ва суриш ишлов бериладиган тешиқни шаклланиш жараёнига ва унинг аниқлигига сезиларли таъсир қилади. Пармалаш пайтида кесиш чуқурлиги доимийдир, шунинг учун у тенгламадан чиқарилади.

Полимер композит материалларида (ПКМ) тешиқларни пармалаш жараёни, экспериментлар сонига мутаносиб бўлган чиқиб кетиш воситасининг жуда тез ёйилиши билан тавсифланади. Шундай қилиб, N тешиқлар сони кўринишида берилган "чиқиб кетиш асбобининг ҳолати" фактор қуйидаги тенгламага киритилади:

$$Y = C v^{\alpha} S^{\beta} t^{\gamma} \quad (10)$$

бу ерда v - кесиш тезлиги; s - суриш; t - кесиш чуқурлиги; C, α, β, γ - доимий қийматлар.

Логарифм орқали ушбу тенгламани қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$\ln Y = \ln C + \alpha \ln v + \beta \ln S + \gamma \ln t \quad (11)$$

(3.11) тенглама қуйидагича ифодаланиши мумкин:

$$\hat{y} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 \quad (12)$$

бу ерда $\hat{y} = x_1, x_2, x_3$ -кодли қийматлар мос равишда v, s, t омиллари.

Бундай ҳолда, факторнинг кодланган қиймати x_i бўлади

$$x_i = \frac{2(\ln \hat{x}_{iB} - \ln \hat{x}_{iH})}{\ln \hat{x}_{iB} - \ln \hat{x}_{iH}} + 1 \quad (13)$$

бу ерда x_i - табиий қиймат; x_{iB}, x_{iH} навбати билан юқори ва пастки даражаларнинг табиий қийматлари.

Тенгламанинг коэффициентларини баҳолаш учун кўп ўлчовли тажриба натижаларидан фойдаланиш қулай. Бундан ташқари, иккита асосий омил ва битта блокдан иборат уч даражали факториал режа учун эксперимент натижалари кўпфакторли кўринишида намоиш этилиши мумкин:

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 \quad (14)$$

Классик версияда фарқларни таҳлил қилишнинг кўп қиррали таҳлилини излаш икки босқичда амалга оширилади: энг кам квадратлар усули ва максимал эҳтимоллик усули. Регрессия тенгламаларини қидиришнинг биринчи босқичида биз энг кам квадратчалар усулидан фойдаланамиз. У моделнинг квадратик қолдиқлари миқдорини минималлаштиришга асосланади, у қуйидагича ҳисобланади:

$$RSS = \sum_{i=1}^n e_i^2 \quad (15)$$

бу ерда e_i - қолдиқ, кузатилган ва тахмин қилинган қиймат ўртасидаги фарқ.

Ўзаро тафовутни таҳлил қилиш натижасида Фишер мезонига (F) мувофиқ муҳим таъсирлардан ва уларнинг ўзаро таъсирларидан иборат моделни топамиз:

$$F_i = \frac{MS_i}{MSR} > F_{0,05(fms_i, fMSR)} \quad (16)$$

бу ерда MS_i -квадрат эффектлар ва ўзаро таъсирларнинг ўртача йиғиндиси (эркинлик даражалари сонига квадратчалар йиғиндисининг нисбати fms_i), MSR - квадратик қолдиқларнинг ўртача йиғиндиси (эркинлик даражалари сонига квадратчалар йиғиндисининг нисбати $fMSR$).

Биз олинган кетма-кетликни Статистика 7 дастурий маҳсулотидан фойдаланган ҳолда олинган моделнинг ишончилиги ва мослигини текшираемиз.

Биринчидан, биз моделлаштиришнинг кўпайтирилганлиги йўқлигини текшираемиз (кириш миқдорлари ўртасида чизикли алоқанинг мавжудлиги). Тасдиқлаш ўзгаришини ўзгартириш орқали амалга оширилади, улар қуйидаги тенгсизликни бажариши керак.

$$VIF_i = \frac{1}{(1-R_i^2)} \leq 10 \quad (17)$$

бу ерда, R_i^2 - коэффициент, i -регрессия элементини аниқлаш коэффициенти.

Иккинчи қадам - сигнални шовқин нисбати ёрдамида моделни текшириш. Агар тенгсизлик бажарилса, модел мос деб тан олинади.

$$\frac{\max(y) - \min(y)}{\sqrt{V(y)}} > 4, \text{ бу ерда, } V(y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V(y) \quad (18)$$

бу ерда, $\max(y)$, $\min(y)$ - максимал ва минимал тахминий қиймати; $V(y)$ –ўртача ўзгарувчанлик.

Учинчи қадам - аниқлаш коэффициенти ёрдамида топилган моделнинг сифатини текшириш.

$$R^2 = 1 - \left(\frac{RSS}{MSS + RSS} \right) \quad (19)$$

бу ерда, RSS – қолдиқлар йиғиндиси, MSS –регрессияг квадратлар йиғиндиси.

R^2 қийматнинг бирликка яқинлиги моделнинг тизим жавобларининг ўзгаришига янада тўлиқ яқинлашишини англатади.

Регрессияни янада қатъийроқ баҳолаш учун биз тенгсизликни қондириши керак бўлган тузатилган сметани ҳисоблаймиз:

$$R_{\text{скор.}}^2 - R_{\text{прогн.}}^2 < 0,2 \quad (20)$$

$R_{\text{скор.}}^2, R_{\text{прогн.}}^2$ – башорат қилинган аниқлик коэффициентлари [57]:

$$R_{\text{скор.}}^2 = 1 - \left[\frac{RSS}{df_{RSS}} \right] / \left[\frac{RSS + MSS}{df_{RSS} + df_{ESS}} \right], R_{\text{прогн.}}^2 = 1 - \left[\frac{PRESS}{MSS + RSS} \right] \quad (21)$$

бу ерда, $PRESS$ – тешилган квадратик хатонинг қолдиқ суммаси:

$$PRESS = \sum_{i=1}^n \left(\frac{y_i - \hat{y}_i}{1 - h_{ii}} \right)^2 \quad (22)$$

Тўртинчи босқич - бу регрессия қарамлигидан узоқ бўлган қириндиларни таҳлил қилиш. Ўлчов хатолари, ҳар қандай омилларнинг ғайритабiiй таъсири ва бошқа тасодифiiй ҳодисалар билан боғлиқ бўлиши мумкин. Бундай кузатувлар регрессия моделини сезиларли даражада бузади ва шунинг учун аниқланиши керак:

$$e_{ti} = \frac{y_i - \hat{y}_i}{\sqrt{MSR} \sqrt{1 - h_{ii}}} \quad (23)$$

бу ерда h_{ii} – кузатувнинг моделга таъсири кўрсаткичи ("номутаносиблик");

MSR –ўртача қолдиқ квадрат

Ҳар бир жавоб учун ҳисобланган қолдиқлар тасодифiiй ўзгарувчининг тарқалиш қонунига ишонч оралиғи чегарасида тарқалиши билан жавоб бериши керак.

Олинган модел максимал эҳтимоллик усулига мувофиқ ўзгартирилиши керак. Бунинг учун биз куч-қонун ёки Бокса-Кокса логарифмик ўзгарувчисидан фойдаланамиз.

$$\hat{y} = \begin{cases} (\hat{y} + C_\lambda)^\lambda & \text{при } \lambda \neq 0 \\ \ln(\hat{y} + C_\lambda) & \text{при } \lambda = 0 \end{cases} \quad (24)$$

бу ерда, $\hat{y} + C_\lambda$ - ҳақиқий ўзгарувчини функция, C_λ –дастур томонидан танланган доимий қиймат.

Boksa-Koks ўзгарувчи бизга қолдиқ квадратнинг суммасининг оператор қийматига боғлиқлигини графигини тузишга имкон беради. Энг яхши қиймат бу минимал функцияни таъминлайдиган қийматдир.

Экспериментнинг ўзгарувчан технологик параметрлари кесиш тезлиги ва суриш ҳисобланади, қўшимча параметр (блок коэффициент) тўпланган чиқиб кетиш узунлигида ифодаланган “кесиш асбобининг ҳолати” дир. 2-жадвалда кўрсатилган Экспериментал лойиҳалаш омилларининг табиий ва нормаллаштирилган даражаси кўрсатилган.

2-жадвал

Омиллар даражасининг режаси

Бош омил даражаси	Блокланган омил даражаси	Факторлар		
		Тешиklar сони (блoкли омил) N (X ₃)	Суриш миқдoри, s мм/айл, (X ₂)	Кесиш тезлиги мм/дақ, (X ₁)
1	1	1-10	0,06	13.5
0	2	11-20	0,04	9,8
-1	3	21-30	0,03	4.9

Суриш миқдoри омилининг табиий даражасини аниқлашда алоҳида қийинчиликлар юзага келмади. Суриш белгиланган аниқ дискрет сонига эга.

Бир қатор рухсат берилган суриш билан кесиш шартларини белгилаш бўйича тавсияларни ҳисобга олган ҳолда 0,06 мм/айл дан ошмайдиган қийматларни ҳисобга олиш мумкин. Прамалаш тезлиги даражалари оралиғи янада кенгроқ. 10 мм диаметрли парма учун ушбу қатор кесиш тезлигининг қуйидаги каторига тўғри келади.

Уч блокнинг ҳар бири учун тўпланган чиқиб кетиш узунлигининг табиий қийматини ҳисоблаш экспериментлар режасида (2-жадвал) тажриба кетма-кетлигига биноан, қуйида келтирилган формулага биноан, пармалаш тезлиги ва ишлов берилган ПКМ материалнинг қалинлигини ҳисобга олган ҳолда амалга оширилди.

$$l_k = \sum_{i=1}^k \frac{\pi d h}{s_i}, \quad (25)$$

бу ерда d - асбобнинг диаметри, h - материалнинг қалинлиги, s_i - i-чи экспериментдаги суриш, k - тўпланган кесиш узунлигини аниқлаш учун зарур бўлган тажриба рақами.

Ўлчанган диаметрларнинг умумийлигига асосланиб, бўйлама кесма профилининг оғиши ҳисобланди.

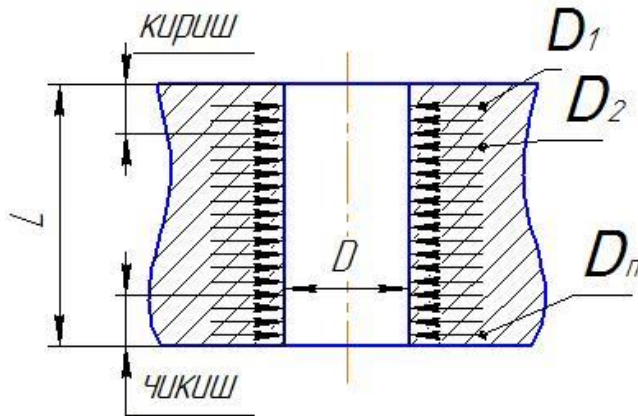
Турли радиал қисмларда тешик диаметрининг ўзгаришини аниқлаш учун ҳар бир доирадан 300 нуқтани сканерлаш орқали бир нечта диаметрлар ўлчанди, ўлчов схемаси 4-

расмда кўрсатилган.

Тешикларнинг аниқлиги ва тешик ғадир-будирлиги пармалаш пайтида, совутиш технологик воситалари мавжудлигининг таъсирини аниқлаш учун экспериментал тадқиқотлар ўтказилган.

$$\Delta = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{2} \quad (26)$$

бу ерда, $D_{\max}$ ва $D_{\min}$ максимал ва минимал диаметрлар қийматлари $D_{1/1} - D_{1/5}$ $D_{2/1} - D_{2/5}$



4-расм - Тешик диаметрларини ўлчаш схемаси.

килиб, агар бўйлама қисм профилининг оғишига минимал таъсир кўрсатадиган унумдорликни ошириш керак бўлса, биринчи навбатда суриш миқдорини кўпайишини ҳисобга олиш керак.

Профилнинг оғиши Δ ПКМда тешикларни пармалашда бўйлама профилининг тўлиқ оғишларига ёрдам беради.

$$\Delta_{\text{ПКМ}} = 3,31 + 0,6X_2 + 0,74X_1X_2 + 0,66X_3^2 \quad (27)$$

Δ ПКМ учун аниқлаш коэффициентлари мос равишда 0,52 ни ташкил қилади;

Юзаларининг таҳлили шуни кўрсатадики, бўйлама қисм профилининг оғиши ПКМ қатламини беради.

Максимал аниқланган қиймати $s=0.055$ мм/айл ва минимал тезлик $v=6.33$ м/дақ, шунингдек максимал тезлик $v=13.1$ м/дақ ва минимал суриш $s=0.031$ мм/айл бўлганида кузатилади. Минимал аниқланган қийматлари чегарасида тезликларнинг ўртача қийматлари чегараси ётади, биринчи қатлам учун суриш таъсири йўқ, иккинчиси учун бу минималдир. Бўйлама қисм профилининг оғиш учун жавоб бериш юзаси шуни кўрсатадики. Максимал суриш миқдори $s=0.055$ мм/айл ва кесиш тезлиги $v=13.1$ м/дақ, минимал эса кесиш тезлик $v=13.1$ м/дақ ва минимал суриш $s=0.031$ мм/айл, бу мос келадиган максимал тезликда кузатилади. ПКМни кесиш бўйича энг кўп тарқалган усуллари (максимал тезлик, минимал суриш).

Тешикларнинг сирт ғадир-будирлик допусклариға мувофиқлиги, бу уларнинг сифатининг асосий мезонларидан биридир. Ғадир-будирлик қисмларнинг чидамлилиги, чарчоқ кучи ва коррозияга чидамлилигига таъсир қилади. Металл қотишмалар учун кесиш шартларининг сирт ғадир-будирлик таъсири жуда яхши тушунилади. ПКМ-даги тешикларнинг микрорелефини ўрганиш ва олдиндан айтиб бериш қийин, чунки ёриқлар ва кесилмаган толалар пайдо бўлади. Аралаш пакетлар таркибидаги тешикларнинг ғадир-будирлик, ҳатто камроқ ўрганилди, шунинг учун юзаларни аниқлаш учун бир қатор тадқиқотлар талаб этилади.

Ишлаб чиқаришда энг кенг тарқалган микрорелеф параметрлари учун регрессия моделини қидирамиз. Моделлардаги омилларнинг белгиланиши қуйидагилардан иборат: X_1 (kesиш тезлиги), X_2 (суриш), X_3 (тешиклар сони).

Нормаллаштирилган шаклда R_a параметри учун регрессия моделлари қуйидагича:

$$R_{a\text{ПКМ}} = 3,22 - 0,43X_1 \quad (28)$$

R_a ПКМ учун аниқлаш коэффициентлари мос равишда 0.32 ни ташкил қилади. Энг кичик коэффициент қиймати ПКМ ни пармалашдан, металлни пармалашига қараганда камроқ

тахмин қилинишини англатади. Бу композицион материалнинг таркибий хусусиятлари ва унинг хусусиятларининг анизотропияси билан боғлиқ.

ПКМ-да сирт ғадир-будирлик R_a , металл учун ўхшаш сиртлардан жуда фарқ қилади. R_a учун суриш таъсири йўқ, лекин кесиш тезлиги сезиларли таъсир кўрсатади. Кесиш тезлигининг ошиши билан ғадир-будирлик пасаяди, чунки кесишнинг янада динамик жараёни ПКМ толаларини тоза кесишга ёрдам беради. R_z нинг иккинчи қаттиқлик параметри учун нормаллаштирилган шаклдаги регрессия моделлари қуйидаги шаклга эга:

$$R_{z_{ПКМ}} = 31,86 - 3,18X_2 - 4,03X_1 + 4,79X_2^2 \quad (29)$$

Пармалашнинг турли усуллари билан олинган тешикларнинг диаметрлари тўғрисидаги статистик маълумотлар 3-жадвалда келтирилган.

3-жадвал

Тешик диаметри статистикаси

Пармалаш	Пармаланган тешиklar сони	Тешиklarнинг диаметрларининг ўртача оғиши, мм	Стандарт оғиш δ , мм
Мавжуд усулда пармалаш	10	$D_c + 0.016$	0.005
	20	$D_c + 0.015$	0.008
	30	$D_c + 0.014$	0.0086
Таклиф қилинган усулда пармалаш	10	$D_c + 0.009$	0.0035
	20	$D_c + 0.008$	0.006
	30	$D_c + 0.007$	0.007

Амалий тажриба синовлари натижаларига кўра, 30 тешикка чидамлилиги билан ишлаб, тешиklarнинг диаметрларининг нуқсонлар даражасида 0,27% дан паст бўлишини таъминлайди. Тешиklarнинг диаметрларидаги ўзгарувчанлик диапазони 26 мкм, максимал рухсат этилган қиймати 30 мкм, бу 9-даражали аниқлик синфидаги тешиklarни олиш имконини берди. 30 тешикнинг таклиф қилинган усул диаметри ўзгарувчанлиги 32 мкм бўлган, бу 10-даражали аниқлик синфидаги тешиklarни олиш имконини беради.

ХУЛОСАЛАР

1. Машинасозликда нотехнологик композит деталларнинг тешиklarига РДБ дастгоҳларда ишлов бериш зарурияти туғилганда ушбу тавсияларга амал қилиш мақсадга мувофиқ.
2. Тавсия қилинган усулда ПКМ пармалашда оддий усулда пармалашга қараганда юқори натижага эришилди. Кесувчи асбобнинг синиб қолиши эҳтимолини камайтириш мақсадида пармани суриш микдорини камайтириш зарур.
3. Парманинг заготовка материалдан кириш ва чиқиш босқичида камайтирилган узатиш маъроида бўлиши керак. Узатиш тезлиги номинал тезликнинг 40% ташкил қилиши керак.
4. Юзанинг титилиши ишлов бериш маромларидан суриш микдори кесиш тезлигидан кўпроқ таъсир қилади.
5. Максимал иш шароитида оддий тавсия этилган усул билан пармалаш мақсадга мувофиқ.

Адабиётлар

- [1]. Григорьев С.Н., Терешин М.В. Оперативное управление процессом резания по мощности резания // Технология машиностроения. 2012. №1. С. 1821.
- [2]. Кондаков А.И. Формирование информационной основы проектирования технологических процессов изготовления деталей // Справочник. Инженерный журнал. 2001. №3. С. 15-20.
- [3]. Кондаков А.И., Подгайский Д.В. Геометрическо-технологическое моделирование предметов производства в генеративных САПР ТП // Изв. ВУЗов. Машиностроение. 1997. №4-6. С. 90-95.
- [4]. Хусанов Ю.Ю., Нематжонов Х.А. “Қийин бўлган юзаларга механик ишлов беришда тешиklarни аниқлигини ошириш” // «Рақамли технологиялар, инновацион ғоялар ва уларни ишлаб чиқариш соҳасида қўллаш истикболлари» мавзусида Халқаро илмий-амалий конференция 12 июнь 2021 йил, Андижон. Б

336-337

- [5]. Хусанов Ю.Ю., Файзиматов Б.Н. “Анализ технологических возможностей использования производственных ресурсов при построении операции изготовления деталей на станках с ЧПУ” // Фарғона политехника институти Илмий-техника журнали, Фарғона, 2022, Том 26 Махсус сон №2. Б.34-41
- [6]. Хусанов Ю.Ю. Файзиматов Б.Н, “Полимер композит материаллардан тайёрланган деталларни пармалашда юза сифатини ва аниқлигини ошириш” // Фарғона политехника институти Илмий-техника журнали, Фарғона, 2020, Том 24 №4. Б.30-36
- [7]. Хусанов Ю.Ю. “Перспективные способы сверления, отверстий” // O‘zbekiston Respublikasi konstitutsiyasining 29 yilligiga bag‘ishlangan “Konstitutsiya - baxtimiz qomusimiz” shiori ostida “Eng yaxshi maqola” tanlovi 28.12.2021
- [8]. Khusanov Y.Y., Fayzimatov B.N., Kochina T. // “Advanced Drilling Methods, Holes” Design Engineering ISSN: 0011-9342 | Year 2021 Issue: 8 | Pages: 10013-10026
- [9]. Xusanov Y.Y., Onorboyev O.A. “Sanoat va mashinalarda kompozitsion materiallarning keng qo‘llanilishining dolzarbligi” // «Рақамли технологиялар, инновацион ғоялар ва уларни ишлаб чиқариш соҳасида қўллаш истиқболлари» мавзусида Халқаро илмий-амалий конференция 12 июнь 2021 йил, Андижон. Б 265-268
- [10]. Хусанов Ю.Ю., Файзиматов Б.Н., Равупова М.А. “Влияние управляемых технологических факторов на высоту микронеровности при механической обработке нержавеющей стали” // «Рақамли технологиялар, инновацион ғоялар ва уларни ишлаб чиқариш соҳасида қўллаш истиқболлари» мавзусида Халқаро илмий-амалий конференция 12 июнь 2021 йил, Андижон. Б 282-284.

FREZALASH JARAYONIDA HOSIL BO‘LADIGAN KUCH PARAMETRLARI O‘RTASIDAGI BOG‘LIQLIKLAR

A.M. Gafurov

Farg‘ona davlat texnika universiteti,
+99890-290-65-79 smyalik1989@mail.ru.
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Аннотация: Mashinasozlikda kesuvchi asboblarni kuch parametrlarini aniqlash dolzarb muammolaridan biri hisoblanadi. Chunki notexnologik detallarga ishlov berish ancha murakkab bosqichlarni o‘z ichiga oladi. Ushbu maqolada shaklli yuzalarha ishlov berish, detal yuzasining parametrlarini aniqlash usullari, xususan, shaklli yuzalarning kesish zonasining tuzilishi, keskichning kesish zonasiga kirib borishi va kesish zonasidagi tartibga solish shartlari to‘g‘risidagi ma‘lumotlar keltirilgan. Shakldor yuza, maxsus kesuvchi asboblari, RDB dastgollarida ishlov berish uchun G-kodlarni yozish, malakali mutaxassis bo‘lishi kerak.

Kalit so‘zlar: kesuvchi asboblari, RDB dastgollarida ishlov berish uchun G-kodlar, kesish maydoni, mustahkamlik, chidamlilik, shtamplash, shtamplash shakli, kesish parametrlari.

Аннотация. Определение параметров силы режущего инструмента является одной из актуальных задач в машиностроении. Это связано с тем, что обработка нетехнологичных или сложнопрофильных деталей включает в себя достаточно трудоёмкие технологические этапы. В данной статье рассматриваются методы определения параметров поверхностей деталей при обработке формообразующих поверхностей, в частности: структура зоны резания формообразующих поверхностей, процесс врезания резца в зону резания, а также условия регулирования в зоне резания. Кроме того, отмечается необходимость применения специальных режущих инструментов, написания G-кодов для станков с ЧПУ и участия квалифицированных специалистов в данных процессах.

Ключевые слова: режущий инструмент, G-коды для обработки на станках RDB, зона резания, прочность, долговечность, штамповка, форма штамповки, параметры резания.

Annotation. The determination of cutting tool force parameters is considered one of the urgent problems in mechanical engineering. This is due to the fact that machining of non-technological or complex-shaped parts involves rather complicated technological stages. This article discusses methods for determining the parameters of part surfaces during the machining of shaped surfaces, in particular: the structure of the cutting zone of shaped surfaces, the penetration of the cutting tool into the cutting zone, and the conditions of regulation within the cutting process. In addition, the article emphasizes the necessity of using special

cutting tools, generating G-codes for CNC machines, and the involvement of highly qualified specialists in these processes.

Keywords: cutting tool, G-codes for machining on RDB machines, cutting area, strength, durability, stamping, stamping shape, cutting parameters.

Modellarning asosi sifatida shaklning ikki asos bog'liqligi olinadi:

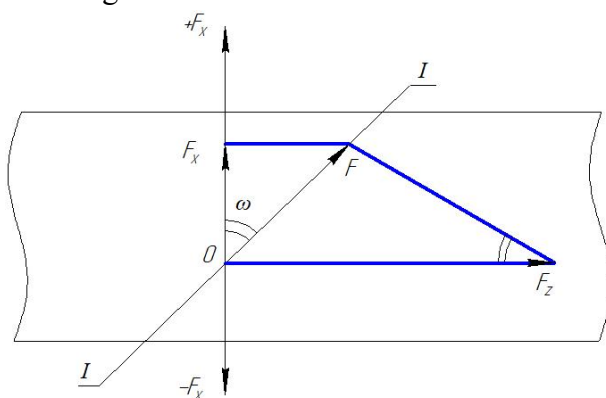
$$F_{zl} = F_{zl(h_3=0)} + \Delta F_{zl(h_3)} \quad (1)$$

$$F_{yl} = F_{yl(h_3=0)} + \Delta F_{yl(h_3)} \quad (2)$$

Bu erda: $F_{zl(h_3=0)}$ va $F_{yl(h_3=0)}$ - o'tkirlangan kesuvchi asbob bilan ishlaganda frezaning tishiga ta'sir etuvchi kesish kuchining aylana va radial qiymatlari; $\Delta F_{zl(h_3)}$ va $\Delta F_{yl(h_3)}$ - kesuvchi asboblarning eyilish paytida bir xil kuchlar ta'sirida qirindi o'sishi.

Barmoq freza bilan frezalashda paytida F_x kesish kuchining eksenel komponenti ham mavjud bo'lib, u kesuvchi asbob o'qi bo'ylab harakat qiladi.

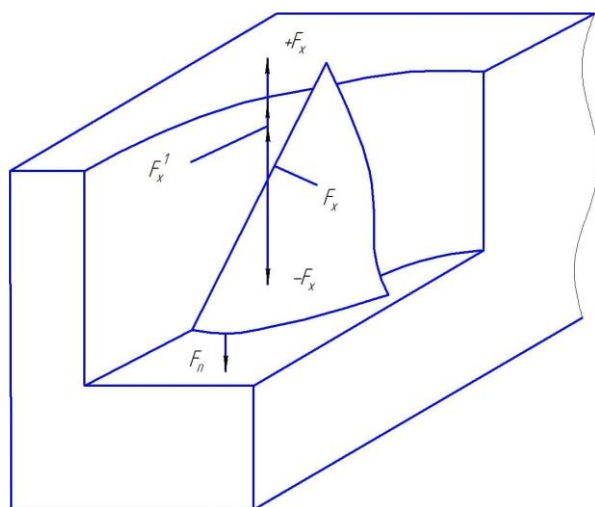
Barmoq frezalash uchun F_z va F_x kuch vektorlari diagrammasi spiral keskich bilan ko'rsatilgan.



1-rasm. Shakldor yuzalarni frezalashda kuch vektorlari diagrammasi.

asbobga proeksiyalab, kesuvchi asbobning yo'li bo'ylab harakat qiluvchi F vektorni olamiz. F vektorni kesuvchi asbobning o'qiga joylashtiramiz va formulaga muvofiq eksenel kuchning boshlang'ich qiymatini olinadi.

$$F_x = F_z \cos \omega \cdot \sin \omega = \frac{F_z}{2} \cdot \sin 2\omega \quad (3)$$



2-rasm. Yordamchi orqa yuzada tishga ega bo'lgan freza bilan ishlov berishda o'qqa ta'sir qiluvchi F_x kuchni tashkil etuvchi vektorlar sxemasi.

Kesuvchi asbobda joylashtirilgan spiral keskich I-I kesuvchi asbob o'qi bilan O burchak hosil qiladi.

Kesuvchi asbobning burilish burchagi $\omega \neq 0$ bo'lsa, o'q bo'yicha kuch F_x ham nolga teng bo'ladi. $\omega \neq 0$ bo'lsa, F_x o'q bo'yicha kuch paydo bo'ladi. Ko'rinib turibdiki, kuch vektori F_x kuchga ta'sir qilmaydi, chunki u tekislikda ochilgan kesish yuzasiga O nuqtada normal bo'ladi. O'tkirlangan kesuvchi asbobning F_x kuchi faqat burchakka va F_z kuchiga bog'liq, ya'ni $F_x = f(\omega, F_z)$. deb faraz qilamiz. Shunday qilib, agar kuch F : ma'lum bo'lsa, uni kesuvchi

Frezalash jarayonida erkin bo'lmagan kesish, (toresli frezalash, qavariq yuzalarni frezalash, botiqliklar) freza tishining yordamchi orqa yuzasi eyilishiga sabab bo'ladi. Yordamchi orqa yuzaning eyilgan qismining kontakt joyida odatda unga ta'sir qiluvchi F_n kuch paydo bo'ladi. Eksenel kuch F_x ni tashkil etuvchi kuchlarning harakat yo'nalishini tahlil qilamiz.

Kesuvchi kuch parametri F_z ning harakatidan F_{x1} kuch vektori yuqoriga yo'nalgan bo'lib, bu erda F_{x1} kuch F_x sifatida ko'rsatilgan, ya'ni zagotovkani ko'taradi. Vektor F_n , aksincha, ish qismini frezalash dastgohi stoliga bosadi, ya'ni teskari yo'nalishda harakat qiladi. Demak, kuch $F_x = F_{x1} - F_n$, bu erda F_{x1} - o'tkirlangan keskichning o'q bo'yicha kuchi qiymati. Shunday qilib, orqa yordamchi

yuzadagi tishlarning eyilishi aksel kuch F_x bilan aks ettiriladi.

Shaklning ikki asosli bog'liqligi matematik modelning asosi sifatida qabul qilinishi mumkin:

$F_{x_1} = F_{x_1(h_3^1=0)} - \Delta F_{x_1(h_3^1=0)}$ bo'y h_3^1 freza tishining yordamchi orqa yuzasidagi eyilishi.

F_x kuchi frezalarning ishlashi paytida ustun bo'lmagan frezalar tishining yordamchi orqa yuzasida eyilish mavjudligini aks ettirishiga asoslanib, keyinchalik kesuvchi asbob holatining diagnostik belgisi sifatida qaralmaydi.

3-bobda olib borilgan mavjud modellarni tahlil qilish asosida, o'tkir kesuvchi asbob bilan ishlayotganda aylana va radial kuchlarni shaklning kuch bog'liqliklari bilan tasvirlash taklif etiladi:

$$F_{z_1} = C_{F_z} B_{\psi_1}^{x_{F_z}} \alpha_{\xi_1}^{y_{F_z}} V^{z_{F_z}} K_{F_z} \quad (5)$$

$$F_{y_1} = C_{F_y} B_{\psi_1}^{x_{F_y}} \alpha_{\xi_1}^{y_{F_y}} V^{z_{F_y}} K_{F_y} \quad (6)$$

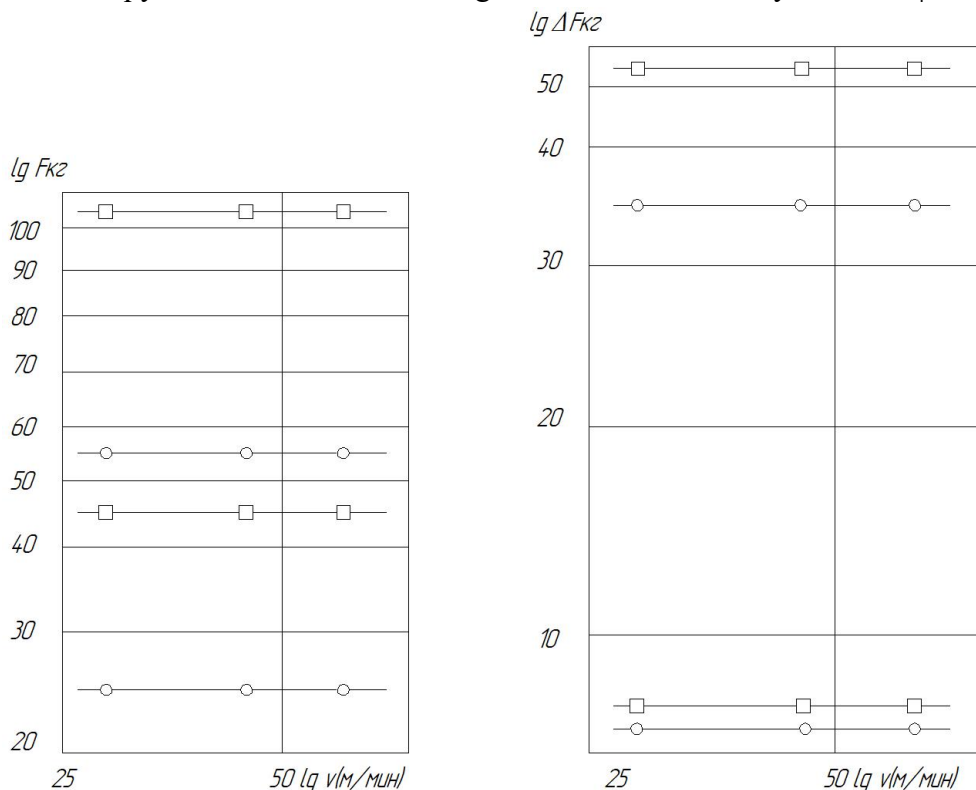
Agar birinchi atama kuch qonunchiligiga bog'liqlik bilan tavsiflanishi mumkin bo'lsa, u holda kesuvchi asboblarning eyilishidan ko'rib chiqilayotgan kuch parametrlarining o'sishi h_3 eyilish miqdorini hisobga olgan holda shunga o'xshash turdagi kuch qonuniga bog'liqlik bilan ham tavsiflanishi mumkin:

$$\Delta F_{z_1} = C_{F_z}^1 B_{\psi_1}^{x_{F_z}} \alpha_{\xi_1}^{y_{F_z}} V^{z_{F_z}} h_3^{m_{F_z}} K_{F_z}^1 \quad (6)$$

$$\Delta F_{y_1} = C_{F_y}^1 B_{\psi_1}^{x_{F_y}} \alpha_{\xi_1}^{y_{F_y}} V^{z_{F_y}} h_3^{m_{F_y}} K_{F_y}^1 \quad (7)$$

Formulalarda (6)-(7) C_{F_z} , C , $C_{F_z}^1$, $C_{F_y}^1$ - doimiy koeffitsientlar; K_{F_z} , K , $K_{F_z}^1$, $K_{F_y}^1$ - tuzatish

koeffitsientlari hosilasiga teng umumlashtirilgan tuzatish koeffitsientlari, ularning har biri kesish shartlarining kuch miqdoriga ta'sirini ifodalaydi, masalan $K_F = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$ bu erda K_1 ishlov berilayotgan materialning mustahkamligi yoki qattiqligini hisobga oladi, K_2 – eyilishga chidamli qoplamalar kimyoviy tarkibi, K_3 -amaldagi SOTC; yuqori indekslar x_{F_z} , y_{F_z} , z_{F_z} , x_{F_y} , y_{F_y} , z_{F_y} , m_{F_z} , va boshqa kesish jarayoni parametrlarining kuch parametrlariga ta'siri darajasi; V_{ψ_1} – parametr qiymati V frezani boshlang'ich burchak bilan aylantirish ψ ; a'zi-hosil bo'lgan kuch



a) o'tkir kesuvchi asbob b) kesuvchi asbob s $h_3=0,4$ mm
3-rasm. Qarama-qarshi frezalash usulida barmoq frezalar bilan frezalashda kesish tezligining aylana va radial kuchlarga ta'siri.

vektorini qo'llash nuqtasini burchak bilan aylantirganda kesilgan qatlamning nominal qiymati formula bo'yicha topiladi. $a_{\xi_i} = S_z \sin \xi_i$ S_z – tishning surish qiymati; V – frezalash tezligi;

Modellar kesuvchi kuchning asosiy tarkibiy qismlari bo'lganligi uchun F_z va kuchlar uchun belgilangan bo'lib, ulardan va F_h lar kelib chiqadi.

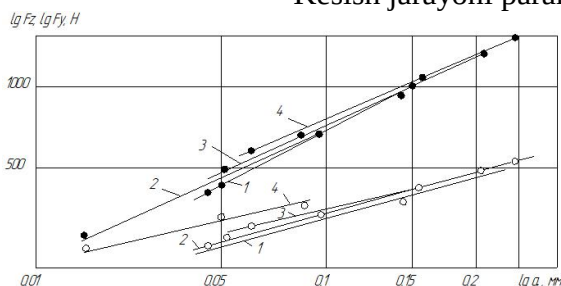
CKD ni frezalashda ko'rib chiqilayotgan parametrlarning freza tishiga ta'sir

etuvchi aylanma va radial kuchlarga ta'siri ko'rsatilgan: V parametrning o'tkirlangan va eyilgan kesuvchi asboblarda ta'siri turli xil parametr V ning maksimal qiymatiga kesilgan qatlam a'zi ning doimiy qalinligi bilan erishilganda boshqa parametrlarni tanlash orqali aniqlandi.

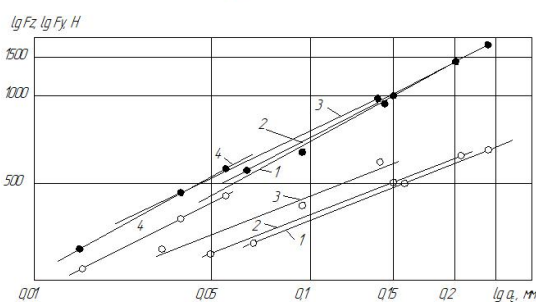
Parametrlarning qiymatlari va bir necha marta qo'llanilgani uchun o'rtacha qiymatlari keltirilib o'tiladi. Qarama-qarshi frezalash bilan tadqiqotlar o'tkir va eyilgan kesuvchi asboblarda ta'sir darajalari frezalash bilan deyarli bir xil ekanligini ko'rsatdi.

—□— — F_z da $S_z=0,062$ mm/tish; —□— — F_z da $S_z=0,24$ mm/tish;
—○— — F_y da $S_z=0,062$ mm/tish; —○— — F_y da $S_z=0,24$ mm/tish.

Kesish jarayoni parametrlari: $B=3$ mm, $t=19$ mm, $D_{\text{фр}}=38$ mm.



а) қарама қарши фрезалаш



б) ўйл-ўйлнақ фрезалаш

4-рasm. Kesuvchi qirindi qalinligini frezalar bilan ishlov berilganda aylana F_z va radial kuchlariga ta'siri.

qiymatlarga erishadi. Buni kontakt hodisalari bilan izohlash mumkin.

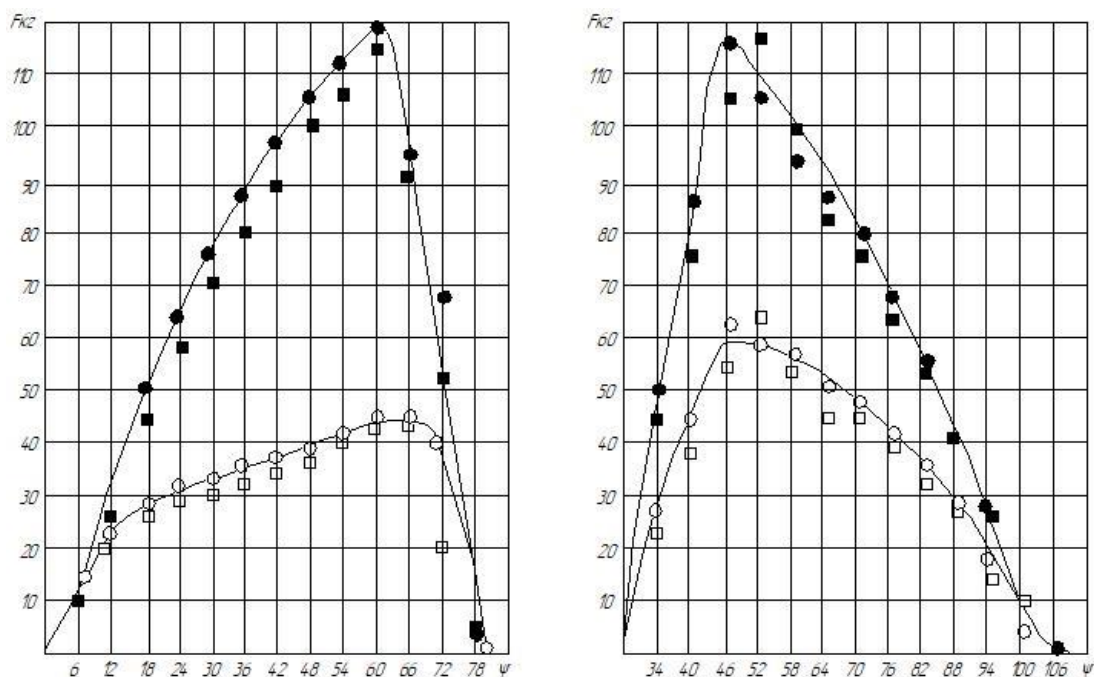
III-bob shuni ko'rsatadiki, yo'l-yo'lakay frezalash sxemasi bilan, to'qnashish vaqtida old yuza bo'ylab, ya'ni kesilgan qatlamning maksimal qalinligida qo'yim chiqishi boshlanadi va uning shakllanishi uchun vaqt talab etiladi. Bu esa yo'l-yo'lakay frezalash sxemasi bilan qiymatlarining ortishiga olib keladi. Kesish kuchining o'zgarishi ikkinchi sababi to'qnashuvchi ob'ektlarning o'zaro elastik ta'siridir.

Agar dastgoh va kesuvchi asboblarning konstruksion elementlarining elastik kontaktlaridagi kuch yuklanishining siqilishi va kengayishiga o'xshash deb faraz qilsak, u holda kesish jarayoni boshida ularning yuklanishi sodir bo'ladi. Frezaning tishi frezadan o'tish vaqtida o'z o'qida aylanar ekan ishlov berilayotgan materialning kesilgan qatlam qalinligi kamayadi, bu esa kesuvchi kuchlarning pasayishi va F_v va F_h kuchlari yo'nalishida elastik kontaktlarning kamayishiga olib keladi. Texnologik jihozlar va kesuvchi asboblarning tarkibiy elementlari bo'g'inlarida kuchlarning engillashtirish F_v va F_h o'z navbatida F_z va kuchlarining qirindi o'sishiga olib keladi.

O'tuvchi frezalash sxemasi bilan F_z va kuchlarning o'zgarishi o'zgaruvchan koeffitsient yordamida kuchlarni hisoblash modellarida hisobga olinishi taklif etiladi.

$$k_l = \left(\frac{\xi_l + 90^\circ}{180^\circ} \right)^2 \quad (8)$$

ξ_l bu kesish kuchining keskich tig'idagi qo'llash nuqtasining aylanish burchagi quyidagi parametrlar bilan belgilanadi.



a) qarama-qarshi frezalash sxemasi b) o'tuvchi frezalash sxemasi

5-rasm. Har xil ishlov berish sxemalarida erkin frezalash va chuqurchalarni frezalash vaqtida kesuvchi kuchning tarkibiy qismlari.

o- F_y ; •- F_z - chuqurchalarga ishlov berish;

□ — F_y ; ■ - F_z — frezaning barmoq qismi bilan frezalash.

$V=10$ mm, $t=10$ mm, $S_{min}=25$ mm/min, $n=250$ ayl/min, $D_f=38$ mm, $V_f=0,5$ mm, $z=2$.

XULOSA:

Kesuvchi asbob bilan frezalash paytida kuchlarning maksimal qiymatlari ijobiy va salbiy qiymatlarga ega bo'lib, ular freza tishlarining eyilishiga qarab kamayishi yoki oshishi mumkin. Yuqorida keltirilgan tadqiqotlar natijasidan ko'rinadiki, frezalash jarayonida hosil bo'ladigan kuch parametrlarining qiymati asosan kesish chuqurligi, berilish tezligi, keskichning geometrik shakli va ishlov berilayotgan materialning xossalariga bog'liqdir. Kesish kuchlarining o'zaro bog'liqligini tahlil qilish orqali texnologik jarayonni yanada samarali tashkil etish, energiya sarfini kamaytirish va keskichning ishlash muddatini uzaytirish mumkin. Shuningdek, frezalash jarayonida kuch parametrlarini nazorat qilish va optimallashtirish yuqori sifatli sirt hosil qilish, vibratsiyani kamaytirish hamda ishlab chiqarish samaradorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Adabiyotlar

- [1]. Fayzimatov S. N., Yakupov A. M., Gafurov A. M. The geometry of the contact surface during plastic deformation //Web of Scientist: International Scientific Research Journal. – 2022. – T. 3. – №. 12. – C. 231-239.
- [2]. Fayzimatov, S. N., A. M. Yakupov, and A. M. Gafurov. "The geometry of the contact surface during plastic deformation." *Web of Scientist: International Scientific Research Journal* 3.12 (2022): 231-239.
- [3]. Fayzimatov, S. N., Yakupov, A. M., & Gafurov, A. M. (2022). The geometry of the contact surface during plastic deformation. *Web of Scientist: International Scientific Research Journal*, 3(12), 231-239.
- [4]. Gafurov A. M. et al. Study of the technological process of mechanical processing of parts with shaped surfaces in milling machines //Science and Education. – 2023. – T. 4. – №. 5. – C. 754-760.
- [5]. Gafurov, Akmaljon Mavlonjonovich, and Abdumalik Khasanjon ogli Khamidjonov. "Study of the technological process of mechanical processing of parts with shaped surfaces in milling machines." *Science and Education* 4.5 (2023): 754-760.
- [6]. Gafurov, A. M., & ogli Khamidjonov, A. K. (2023). Study of the technological process of mechanical processing of parts with shaped surfaces in milling machines. *Science and Education*, 4(5), 754-760.

- [7]. Sh. N. Fayzimatov, A. M. Gafurov The importance of automation in the design of shaped surfaces // Scientific progress. 2021. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/the-importance-of-automation-in-the-design-of-shaped-surfaces> (дата обращения: 27.10.2023).
- [8]. Sh. N. Fayzimatov, A. M. Gafurov The importance of automation in the design of shaped surfaces // Scientific progress. 2021. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/the-importance-of-automation-in->
- [9]. Sh. N. Fayzimatov, A. M. Yakupov, A. M. Gafurov Determination of the shape and dimensions of deforming elements according to a given shape and dimensions of the contact zone // Academic research in educational sciences. 2022. №12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/determination-of-the-shape-and-dimensions-of-deforming-elements-according-to-a-given-shape-and-dimensions-of-the-contact-zone> (дата обращения: 27.10.2023).
- [10]. Fayzimatov, S. N., A. M. Yakupov, and A. M. Gafurov. "The geometry of the contact surface during plastic deformation." *Web of Scientist: International Scientific Research Journal* 3.12 (2022): 231-239.
- [11]. Fayzimatov, S. N., Yakupov, A. M., & Gafurov, A. M. (2022). The geometry of the contact surface during plastic deformation. *Web of Scientist: International Scientific Research Journal*, 3(12), 231-239.
- [12]. Fayzimatov, S. N., A. M. Yakupov, and A. M. Gafurov. "The geometry of the contact surface during plastic deformation." *Web of Scientist: International Scientific Research Journal* 3, no. 12 (2022): 231-239.
- [13]. Fayzimatov, S.N., Yakupov, A.M. and Gafurov, A.M., 2022. The geometry of the contact surface during plastic deformation. *Web of Scientist: International Scientific Research Journal*, 3(12), pp.231-239.
- [14]. Fayzimatov SN, Yakupov AM, Gafurov AM. The geometry of the contact surface during plastic deformation. *Web of Scientist: International Scientific Research Journal*. 2022;3(12):231-9.

УДК 66.061.5(088.8)

БАРБОТАЖЛИ ЭКСТРАКТОРДА ОҒИР СУЮҚЛИКНИ ТОМЧИЛАРГА МАЙДАЛАНИШИ ВА ЎЛЧАМЛАР БЎЙИЧА ТАҚСИМЛАНИШИ

И.Т. Каримов

*Фарғона давлат техника университети
(Қабул қилинди 15.09.2025 й.)*

Аннотация. Мақолада барботажли экстракторнинг тажриба қурилмасида суюқлик фазаларини инерт газ ёрдамида аралаштириши орқали, оғир суюқликни томчиларга майдаланиш жараёни ўрганилган. Қурилмага берилаётган ялли фаза ва дисперс фазалар сарфлари аниқланган. Ялли фаза тезлигининг ўзгармас қийматларида аралаштириши вақтига боғлиқ ҳолда, газ тезлиги турли қийматларда берилиб, томчиларни майдаланиши ва ўлчамлари бўйича тақсимланиши тажрибалар орқали аниқланган.

Калит сўзлар: газ тезлиги, суюқлик тезлиги, аралаштириши зонаси, томчи диаметри, ҳажмий юзавий диаметр, аралаштириши вақти, сирт таранглик, қовушқоқлик, зичлик.

Аннотация. В статье изучен процесс измельчения тяжелой жидкости на капли путем смешивания жидких фаз с инертным газом в экспериментальной установке барботажного экстрактора. Определены расходы массовой фазы и дисперсной фазы, подаваемые в устройство. При постоянных значениях скорости массовой фазы, в зависимости от времени перемешивания, скорость газа задавалась при различных значениях, а распределение капель по измельчению и размерам определялось экспериментально.

Ключевые слова: скорость газа, скорость жидкости, зона перемешивания, диаметр капли, объемный диаметр поверхности, время перемешивания, поверхностное натяжение, вязкость.

Abstract. The article examines the process of grinding heavy liquid into droplets by mixing liquid phases using inert gas in an experimental barbotage extractor unit. The total phase and dispersed phase flow rates supplied to the unit have been determined. At constant values of the total phase velocity, depending on the mixing time, the gas velocity was given at different values, and the distribution of droplets by size and crushing was determined experimentally.

Keywords: gas velocity, liquid velocity, mixing zone, droplet diameter, volumetric surface diameter, mixing time, surface tension, viscosity, density.

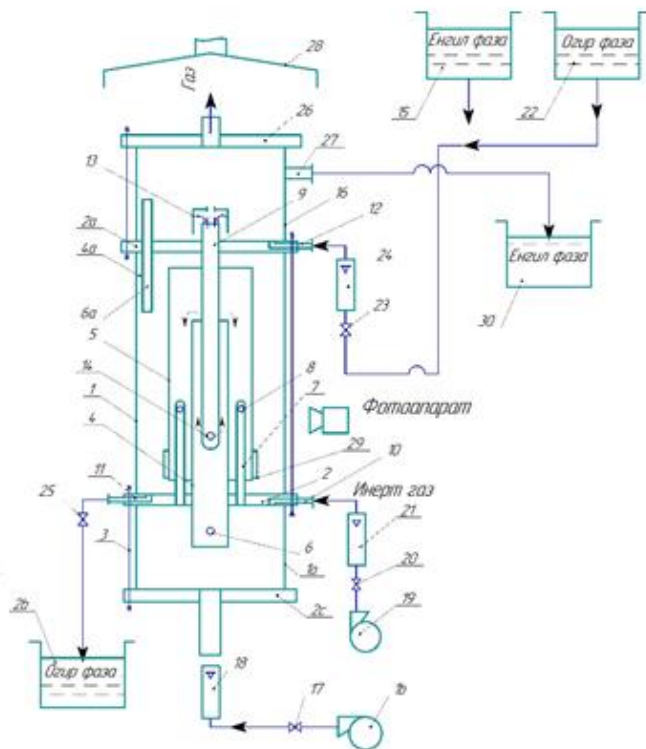
Кириш

Суюқлик — суюқлик тизимида томчиларни ҳосил қилиш ва майдалаш жараёни гидродинамикасини ўрганиш натижасида, суюқликларни экстракциялаш учун қўлланиладиган аппаратларни илмий асосланган ҳисоблаш усулларини ишлаб чиқиш муҳим аҳамиятга эга

Шу мақсадда биз томонимиздан яратилган [1,2] барботажли экстракторнинг аралаштириш зоналарида дисперс фазани томчиларга майдаланиши ва ўлчамлари буйича тақсимланиши тажрибавий тадқиқотлар натижасида ўрганилди.

Тадқиқот объекти

Тадқиқот объекти сифатида интенсив режимда ишловчи барботажли экстракторнинг гидродинамик жараёнларини ўрганиш учун биз томонимиздан «Технологик машиналар ва жихозлар» кафедрасида яратилган тажриба қурилмасидан фойдаланилди (1-2 расм).



1-Расм. Тажриба қурилмаси схемаси.



2-расм.Тажриба қурилмаси умумий кўриниши.

Олиб борилган тадқиқотлар барботажли экстракторда массаалмашув жараёнларини ҳисоблашда қўллаш учун томчиларнинг ўртача ҳажмий-юзавий диаметрини ҳисобий тенгламасини олиш йўналишида олиб борилди.

Фарғона азот АЖ нинг СА ва СКР цехига ўрнатилган барботажли экстракторнинг тажриба қурилмасида тажрибавий тадқиқотлар олиб борилди.

Олинган натижалар.

Барботажли экстрактор тажриба қурилмасининг аралаштириш зоналари ўлчамлари қуйидагича: 1. Ички аралаштириш зоналари ўлчамлари: ички диаметри $d=0,032\text{м}$, ташқи диаметри $d_t=0,036\text{м}$, баландлиги $H_0=0,5\text{м}$. Ташқи аралаштириш зонаси ўлчамлари: шиша труба ички диаметри $D_{\text{и}}=0,056\text{м}$, ташқи диаметри $D_{\text{т}}=0,064\text{м}$, баландлиги $H=0,335\text{м}$. Тажриба қурилмасининг шиша танали трубаси ички диаметри – 104 мм;

Тажрибалар қуйидаги тартибда олиб борилди. Тажрибанинг биринчи босқичида аппаратнинг ички ва ташқи аралаштириш зоналарига газ узатувчи тешиклари орқали суюқликлар учун инерт бўлган азот газини берилди. Ички аралаштириш зонасига газ узатувчи тешик ўлчами $d_0=1,5\text{мм}$ ни, ташқи аралаштириш зонасига газ узатувчи тешик ўлчами эса $d_1=1\text{мм}$ ни ташкил этади. Аппаратга ялпи фаза $Q_c=0,23\text{ м}^3/\text{соат}$ сарф билан, ўзгармас қийматда узатилди. Бу суюқлик сарфида ички аралаштириш зонасидаги суюқлик тезлиги $w_c^{\text{и}}=0,051\text{м/сек}$ ни, ташқи аралаштириш зонасида эса $w_c^{\text{т}}=0,026\text{м/сек}$ ни ташкил этди. Ўзгармас суюқлик тезликларида аралаштириш зоналарига $Q_r=0,55; 0,65; 0,75\text{м}^3/\text{соат}$ қийматларда газ узатилди. Бу газ сарфларига мос ҳолда, ички аралаштириш зонасидаги газ тезликлари $w_r^{\text{и}}=0,03; 0,06; 0,09\text{ м/сек}$ га, ташқи аралаштириш зонасида эса $w_r^{\text{т}}=0,08; 0,0803; 0,805$ қийматларга ўзгартирилди. Аралаштириш вақти $t_{\text{р}}=22$ секундни

ташкил этди. Аппаратнинг газ тақсимловчи элементидаги газ ёстиғининг қиймати эса газ сарфига мос ҳолда $h=15;20;37\text{мм}$ ни ташкил этди. Аппаратга берилаётган енгил ва оғир суюқликлар нисбати ўтказиладиган ҳар-бир тажриба учун 3/1миқдорда ўзгармас қийматда танланди. Суюқлик фазаларини газ билан аралаштириш ва оғир суюқликни томчиларга майдаланиш жараёнлари Canon EOS 700 D русумли видеокамера ёрдамида кинога ва расмга олинди. Томчи ўлчамларини таққослаб аниқлаш учун диаметри 0,8 мм ўлчамли сим ташки аралаштириш зонасига ўрнатилди. Ҳар бир газ тезликларида томчи ўлчамларини аниқлаш учун 5 тадан фотосуръати олинди. Тажрибанинг иккинчи босқичида эса ялпи фаза сарфи



3-Расм. Дисперс фаза томчилари ўлчамларини аниқлаш усули.

$Q_c=0,31 \text{ м}^3/\text{соат}$ ўзгармас қийматга ўзгартирилди. Ички ва ташқи аралаштириш зоналаридаги суюқлик тезликлари $w_c^H=0,11\text{м/сек}$ ва $w_c^T=0,035\text{м/сек}$ ни ташкил этди. Бу ўзгармас суюқлик тезликларида аралаштириш зоналарига берилаётган газ сарфлари тажрибаларнинг биринчи босқичидаги қийматлари такрорланди. Газ $Q_r=0,55;0,65;0,75\text{м}^3/\text{соат}$ қийматларда узатилди. Бу газ сарфларига мос ҳолда, ички аралаштириш зонасидаги газ тезликлари $w_r^H=0,03;0,06;0,09 \text{ м/сек}$ га ташқи аралаштириш зонасида эса $w_r^T=0,08;0,0803;0,805$ қийматларга ўзгартирилди. Аралаштириш вақти $t_{\text{yp}}=14$

секундни ташкил этди. Тажрибаларнинг ҳар икки босқичида танланган режимлар учун томчи ўлчамлари фотосуръатлар орқали аниқланди. Олинган фотосуръатлардан наъмуна 3-расмда келтирилган.

Ўтказилган тажрибаларнинг ҳар бир босқичи учун олинган фотосуръатлардан 400÷600 тадан томчи ўлчамлари аниқланиб, интерваллари бўйича фоизли қийматлари топилди. ЭХМ ёрдамида қайта ишланиб, регрессия тенгламалари олинди ва томчиларнинг ўлчамлар бўйича тақсимланиш графиклари курилди. (3-расм). Суюқликларнинг физик-кимёвий ҳоссалари 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

Суюқликлар	Узлуксиз фаза		Дисперс фаза		σ Н / м	ϕ -
	ρ_c	μ_c	ρ_d	μ_d		
	кг / м ³	· 10 ⁻³ Па · с	кг / м ³	· 10 ⁻³ Па · с		
Бутилацетат-сув	880	0,685	1000	1,00	0,0248	0,25
Этилацетат-сув	888	0,423	1000	1,00	0,024	0,25
Сув-тўртхлорли углерод+бензол	1000	1,00	1120	0,72	0,073	0,25

Тажриба натижалари асосида томчиларнинг ўртача ҳажмий-юзавий диаметрини аниқлаймиз [3,4].

$$\frac{d_{\max}}{d_{50}} = [d_{50}(d_{90} + d_{10}) - 2 \cdot d_{90} \cdot d_{10}] / (d_{50}^2 - d_{90} \cdot d_{10})$$

бу ерда d_{90} ва d_{10} , 90 % ва 10 % га тўғри келадиган томчилар диаметри.

4-расмдаги 1 чизик учун:

$d_{90} = 400 \text{ мкм}$, $d_{50} = 330 \text{ мкм}$, $d_{10} = 240 \text{ мкм}$.

Бу қийматлар (6)-тенгламага қўйилганда, оламиз:

$$\frac{d_{max}}{330} = [330(400 + 240) - 2 \cdot 400] / (300^2 - 400 \cdot 240)$$

ва $d_{max} = 491$ мкм.

Тақсимланиш параметрини аниқлаймиз.

$$a = \frac{d_{max} - d_{50}}{d_{50}} = \frac{491 - 330}{330} = 0,48$$

У ҳолда $d_{x,ю}$ бўлади:

$$d_{x,ю} = \frac{d_{max}}{1 + a \cdot e^{0,25\beta \cdot \beta}} = \frac{491}{1 + 0,48^{0,25 \cdot 0,725 \cdot 0,725}} = 317 \text{ мкм.}$$

Тажриба натижалари бўйича ҳамма ҳисоблаш ишлари 2- жадвалда келтирилган.

2-жадвал

Параметрлар	5-расмдаги чизиклар номери					
	1	2	3	4	5	6
d_{90} , мкм	400	450	575	635	690	784
d_{50} , мкм	330	380	490	575	600	685
d_{10} , мкм	240	300	410	480	510	580
d_{max} , мкм	491	600	735	702	840	1175
a	0,48	0,59	0,68	0,22	0,4	0,49
$d_{x,ю}$,мкм (таж)	317	362	413	561	576	603
$d_{x,ю}$,мкм (наз)	357	375	396	486	523	545
$d_{x,ю}$ бўйича хатолик %	10	2	4	13,3	9,2	9,6
$F_{сол}$ (таж), м ²	4,16	3,6	3,2	2,35	2,2	2,09
$F_{сол}$ (наз),м ²	3,7	3,52	3,3	2,71	2,29	2,4

Текширилаётган аппаратда газ ички ва ташқи аралаштириш зоналарига тақсимланади. Суюқликлар ички аралаштириш зонасида w_r^H газ тезлиги билан аралаштирилиб, ташқи аралаштириш зонасига оқиб ўтади ва бу зонада яна w_r^T газ тезлиги билан қўшимча аралаштирилади. Натижада суюқлик фазаларини бу зоналарда аралаштириш ва туриш вақти узаяди ҳамда оғир фаза томчиларини ўлчами кичиклашади. Ўтказилган тарибалар ҳам бу жараёни тасдиқламоқда. Шунинг учун 7-формулага ички ва ташқи аралаштириш зоналаридаги газ тезликларининг ўртача арифметик қиймати ва доимий кўпайтувчи киритилди.

Формула куйидаги кўринишда.

$$d_{x,ю} = 3,3 \cdot 10^{-5} (\sigma^{0,35} \cdot \varphi^{0,8}) / ((w_r^H + w_r^T)^{0,2} / 2 \cdot t_{yp}^{0,45} \cdot \mu_j^{1,1}) \quad (8)$$

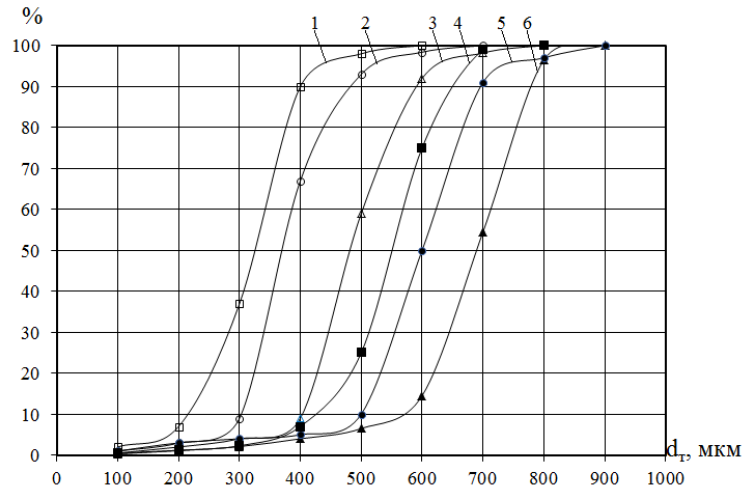
Бу формула ёрдамида томчиларнинг хажмий юзавий диаметрлари аниқланди.

1-чизик учун.

$$w_r^H = 0,09 \frac{\text{м}}{\text{сек}}, w_r^T = 0,08 \frac{\text{м}}{\text{сек}}, \sigma = 0,073 \text{ Н/м}, t_{yp} = 22 \text{ сек}, \mu_j = 0,001 \text{ Па} \cdot \text{с}, \varphi = 0,25.$$

$$d_{x,ю} = 3,3 \cdot 10^{-5} (0,073^{0,35} \cdot 0,25^{0,8}) / ((0,09 + 0,08)^{0,2} / 2 \cdot 22^{0,45} \cdot 0,001^{1,1}) = 3,3 \cdot 10^{-5} (0,132) / (0,00122) = 357 \text{ мкм.}$$

Қолган чизиклар учун ҳам томчиларнинг хажмий юзавий диаметрлари аниқланди. Ҳисоб натижалари 2-жадвалда келтирилган. Жадвалдан кўринадикки тавсия этилаётган формула ёрдамида ҳисобланган томчиларнинг хажмий юзавий диаметри билан тажрибавий қийматлари орасидаги хатолик улуши $2 \div 13,5\%$ ни ташкил этмоқда.



4-расм. Томчиларнинг ўлчамлар бўйича тақсимланиш графиги.

$$t_{yp} = 22c; \quad \omega_{\alpha}^u = 0,051M/c; \quad \omega_{\alpha}^m = 0,026M/c \quad t_{yp} = 14c; \quad \omega_{\alpha}^u = 0,11M/c; \quad \omega_{\alpha}^m = 0,035M/c$$

$$1. \quad \omega_{\alpha}^u = 0,09M/c; \quad \omega_{\alpha}^m = 0,08M/c;$$

$$4. \quad \omega_{\alpha}^u = 0,09M/c; \quad \omega_{\alpha}^m = 0,08M/c;$$

$$2. \quad \omega_{\alpha}^u = 0,06M/c; \quad \omega_{\alpha}^m = 0,08M/c;$$

$$5. \quad \omega_{\alpha}^u = 0,06M/c; \quad \omega_{\alpha}^m = 0,08M/c;$$

$$3. \quad \omega_{\alpha}^u = 0,03M/c; \quad \omega_{\alpha}^m = 0,08M/c;$$

$$6. \quad \omega_{\alpha}^u = 0,03M/c; \quad \omega_{\alpha}^m = 0,08M/c;$$

Олинган регрессия тенгламаларини кўриниши қуйидагича.

$$1. \quad y = 0,0002x^2 + 0,3619x - 43,1 \quad R^2 = 0,9915$$

$$2. \quad y = 0,0002x^2 + 0,2699x - 38,486 \quad R^2 = 0,9985$$

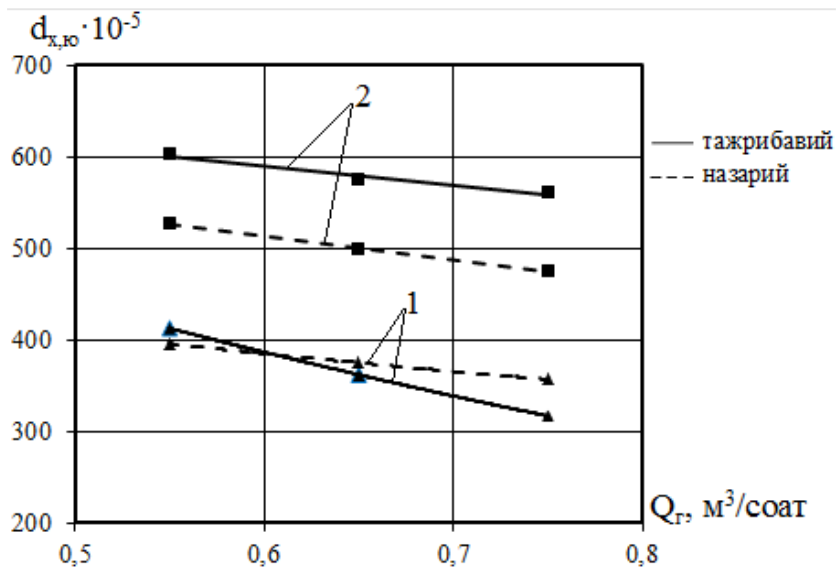
$$3. \quad y = 0,0001x^2 + 0,0834x - 18,627 \quad R^2 = 0,9812$$

$$4. \quad y = 0,0002x^2 - 0,0514x - 0,6393 \quad R^2 = 0,9751$$

$$5. \quad y = 0,0002x^2 - 0,0272x - 2,2381 \quad R^2 = 0,9961$$

$$6. \quad y = 0,0003x^2 - 0,1474x + 15,838 \quad R^2 = 0,9842$$

Томчиларнинг ҳажмий юзавий диаметрларини тажрибавий ва назарий қийматларини таққослаш учун график қурилди (5-расм).



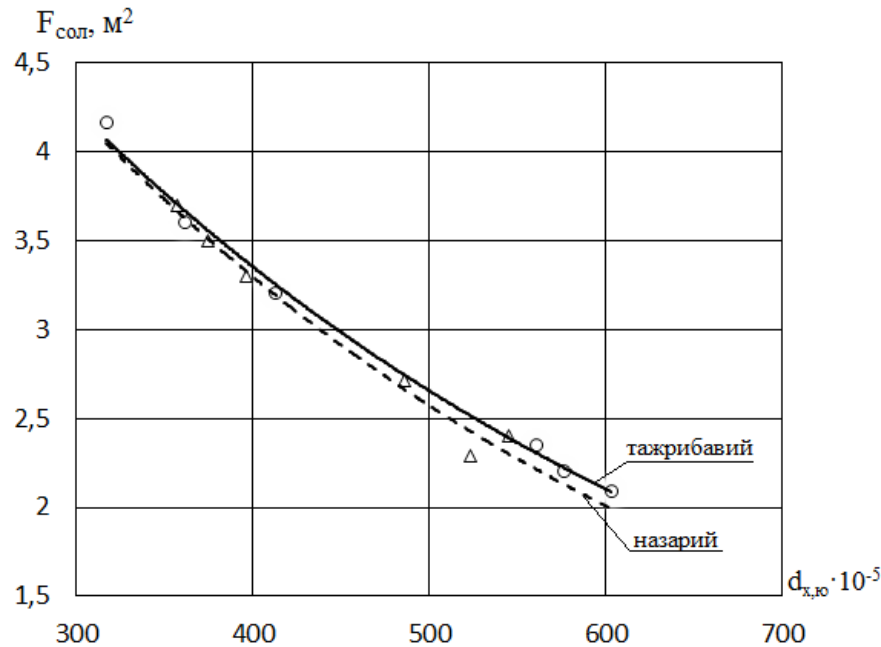
5-расм. Газ сарфига боғлиқ ҳолда томчиларни ҳажмий юзавий диаметрини ўзгариш графиги (таққословчи график)

1. $t_{\text{yp}}=22\text{c}$; 2. $t_{\text{yp}}=14\text{c}$

1. $y = 300x^2 - 870x + 800,75 \quad R^2 = 1$

2. $y = 300x^2 - 870x + 800,75 \quad R^2 = 1$

Юқорида келтирилган 1-формула ёрдамида томчиларнинг тажрибавий ва назарий аниқланган ва 2-жадвалда келтирилган хажмий юзавий диаметрлари $d_{x,ю}$ га боғлиқ ҳолда солиштирма фазалараро алоқа юзаларининг қийматлари аниқланди ва таққословчи график қурилди.



6-Расм. Томчининг хажмий юзавий диаметрига боғлиқ ҳолда фазалараро солиштирма юзасини ўзгариш графиги (таққословчи график).

Тажрибавий ва назарий қийматлар нуқталарининг регрессия тенгламалари олинди.

Тажрибавий: $y = 0,0018x^2 - 2,4665x + 1067,7 \quad R^2 = 0,9994$

Хулоса

Барботажли экстракторнинг тажриба қурилмасида суюқлик фазаларини инерт газ ёрдамида аралаштириш орқали, оғир суюқликни томчиларга майдаланиш жараёни ўрганилди. Ялпи фаза тезлигининг ўзгармас қийматларида аралаштириш вақтига боғлиқ ҳолда, газ тезлигининг турли қийматларида, томчиларни майдаланиши ва ўлчамлари бўйича тақсимланиши тажрибалар орқали аниқланди. ЭХМ ёрдамида қайта ишланиб, регрессия тенгламалари олинди. Ўтказилган тажрибавий тадқиқотлар натижаларига таянган ҳолда томчиларнинг хажмий юзавий диаметрлари аниқланди.

Адабиётлар

- [1]. Karimov. I.T., Alimatov B.A., Tojiyev R.J., Sadullaev X.M Ko'p pog'onali barbotajli ekstraktor. O'z. Res. PATENT № IAP 06714 tashkent 31.01.2022 yil.
- [2]. I.T.Karimov.Barbotajli ekstraktorlarni gidrodinamik va massa almashinuv jarayonlari hamda loyixalash asoslari/ Monografiya/ FarPI. Ilmiy kengash bayoni №2, 12.10.2024 yil, "ALPHA BRAND" nashiryoti, -190 bet.
- [3]. Алиматов Б.А., Соколов В.Н., Саъдуллаев Х.М., Каримов И.Т. Многоступенчатый барботажный экстрактор. А.С. №1607859 (СССР), БИ №43, 1990.
- [4]. Алиматов Б.А., Садуллаев Х.М., Каримов И.Т., Хурсанов Б.Ж. Методы и пасчета и конструирование аппаратуры для переработки сложных гетерогенных систем «жидкость-газ-жидкость» Монография. Белгород: БГТУ, 2019.-191с.

УДК 66.061.5(088.8)

**БАРБОТАЖЛИ ЭКСТРАКТОРДА ОҒИР СУЮҚЛИКНИ ТОМЧИЛАРГА
МАЙДАЛАНИШИ ГИДРОДИНАМИКАСИ**

И.Т. Каримов

*Фаргона давлат техника университети
(Қабул қилинди 15.09.2025 й.)*

Аннотация. Мақолада барботажли экстракторда экстракция жараёни учун суюқликларнинг физик кимёвий хоссаларига боғлиқ ҳолда массаалмашинув жараёнларини ҳисоблашда муҳим аҳамиятга эга бўлган томчиларнинг ҳажмий юзавий диаметрини ҳисобловчи формула тавсия этилган. Ўтказилган назарий тадқиқотлар натижасида тавсия этилаётган барботажли экстракторнинг самарадорлигини белгиловчи асосий омиллардан бири бўлган дисперс фаза томчиларини ҳажмий юзавий диаметрини ва фазалараро солиштирма юзаларини аниқлашга имконият яратилган.

Калит сўзлар: газ тезлиги, суюқлик тезлиги, аралаштириш зонаси, томчи диаметри, тақсимланиш, улуш, ҳажмий юзавий диаметр, аралаштириш вақти, сирт таранглик, қовушқоқлик, зичлик.

Аннотация. В статье рекомендована формула для расчета объемного поверхностного диаметра капель, имеющая важное значение при расчете массообменных процессов в зависимости от физико-химических свойств жидкостей для процесса экстракции в барботажном экстракторе. В результате проведенных теоретических исследований удалось определить объемный диаметр поверхности капель дисперсной фазы и межфазные удельные поверхности, что является одним из основных факторов, определяющих эффективность предлагаемого барботажного экстрактора.

Ключевые слова: скорость газа, скорость жидкости, зона смешивания, диаметр капли, распределение, доля, объемный поверхностный диаметр, время смешивания, поверхностное натяжение, вязкость, плотность.

Abstract. The article recommends a formula for calculating the volumetric surface diameter of droplets, which is important for calculating mass transfer processes depending on the physicochemical properties of liquids for the extraction process in a bubble extractor. As a result of the conducted theoretical studies, it was possible to determine the volumetric surface diameter of dispersed phase droplets and interphase specific surfaces, which are one of the main factors determining the effectiveness of the proposed bubbling extractor.

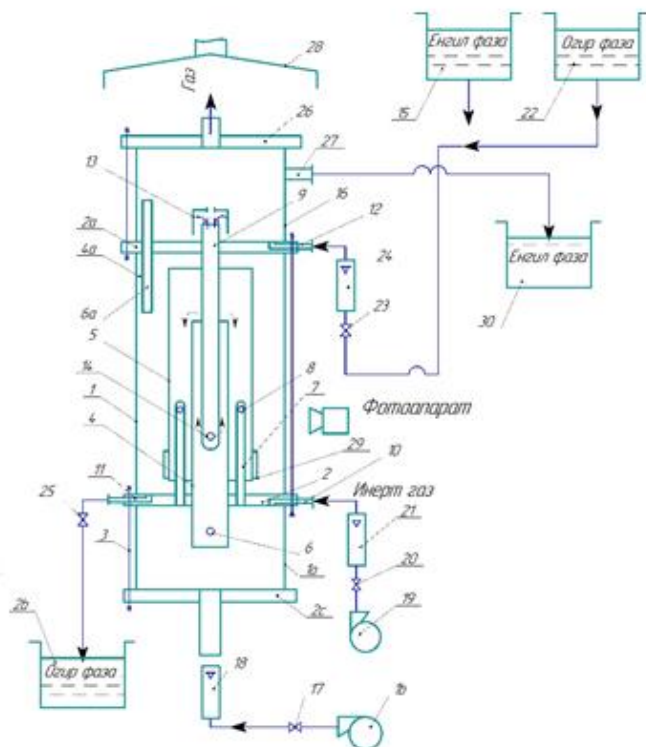
Keywords: gas velocity, liquid velocity, mixing zone, droplet diameter, distribution, proportion, volumetric surface diameter, mixing time, surface tension, viscosity, density.

Кириш

Илмий ва ишлаб чиқариш амалиётида ишлатиладиган дисперс тизимлар гетероген бўлиб, унда камида иккита фаза мавжуд бўлади. Улардан бири ялпи фаза бўлиб, дисперсион фаза деб аталади. Дисперс фаза деб номланган иккинчи фаза заррачаларга бўлиниб яъни майдаланиб, биринчисида тақсимланади. Суюқлик – суюқлик тизимида томчиларни ҳосил қилиш ва майдалаш жараёни гидродинамикасини ўрганиш натижасида, суюқликларни экстракциялаш учун қўлланиладиган аппаратларни илмий асосланган ҳисоблаш усуллари ишлаб чиқиш муҳим аҳамиятга эга

Тадқиқот объекти

Тадқиқот объекти сифатида интенсив режимда ишловчи барботажли экстракторнинг гидродинамик жараёнларини ўрганиш учун биз томонимиздан «Технологик машиналар ва жихозлар» кафедрасида яратилган тажриба қурилмасидан фойдаланилди [1,2] (1-2 расм).



1-Расм. Тажриба қурилмаси схемаси.



2-расм.Тажриба қурилмаси умумий кўриниши.

Барботажли экстрактор тажриба қурилмасининг аралаштириш зоналари ўлчамлари куйидагича: 1. Ички аралаштириш зоналари ўлчамлари: ички диаметри $d=0,032\text{м}$, ташқи диаметри $d_t=0,036\text{м}$, баландлиги $H_0=0,5\text{м}$. Ташқи аралаштириш зонаси ўлчамлари: шиша труба ички диаметри $D_{\text{и}}=0,056\text{м}$, ташқи диаметри $D_{\text{т}}=0,064\text{м}$, баландлиги $H=0,335\text{м}$. Тажриба қурилмасининг шиша танали трубаси ички диаметри – 104 мм;

Қўшилмайдиган суюқликларни пневматик аралаштиришда, бошқа аралаштириш усулларида фарқли бўлган майдаланган томчиларни кўп дисперсли тизими вужудга келади. Бу кўп дисперсли тизим таркибида ўлчамлари турлича бўлган томчилар мавжуд бўлиб, ўлчамларига боғлиқ ҳолда фазалараро алоқа юзалари ҳосил бўлади. Ялпи фазанинг бутун ҳажми бўйича бу томчилар ўлчамлари бўйича тақсимланади. Томчи ўлчамларининг қиймати биринчидан экстракция жараёнида фазаларнинг бўлиниш чегарасида массаалмашинув жараёни тезлигига, иккинчидан аппаратнинг ҳар бир поғонаси чўктириш зоналарида фазаларнинг қатламларга ажралишида, томчиларнинг чўкиш тезлигига таъсир қилади.

Томчиларнинг кўп дисперсли тизимида массаузатиш жараёни назарий жиҳатдан асослашда қийинчиликлар вужудга келади. Шунинг учун ҳисоблашни соддалаштириш учун олиб борилган бир неча тадқиқотлар натижасида кўп дисперсли тизимдан, бир дисперсли заррача ўлчами орқали ҳисоблашга алмаштирилган. Бу эса массаузатиш коэффицентини яқка томчига нисбатан аниқлаш мумкин бўлади [1,2].

Томчидан ялпи фазага массаузатиш коэффицентини ҳисоблаш учун кўпдисперсли тизимдан бир дисперсли тизимга ўтиш орқали асосланган назарияни Гал-Ор томонидан тавсия қилинган бўлиб, назарий жиҳатдан яқка томчи диаметрига боғлиқ ҳолда кўп дисперсли тизимдаги томчиларнинг ўртача фазалараро алоқа юзаларини аниқлаш мумкин.

Томчи диаметрига боғлиқ ҳолда солиштирма фазалараро алоқа юзаларини куйидагича аниқланади [1,2].

$$F_{\text{уд}} = \frac{6 \cdot V \cdot \varphi}{d_{\text{х.ю}}}; \quad \varphi = V_{\text{д}} / (V_{\text{я}} + V_{\text{д}}) \quad (1)$$

бу ерда V -аралаштириш зонаси хажми, m^3 , φ - ялпи фаза таркибидаги дисперс фазанинг хажмий улуши; $V_{\text{я}}$ ва $V_{\text{д}}$ - ялпи ва дисперс фазалар сарфи, m^3/c ; $d_{\text{х.ю}}$ - томчининг ўртача хажмий –юзавий диаметри, m ;

Даврий ишловчи барботаж устунларида ҳосил бўладиган томчининг солиштирма юзасини ҳисоблаш учун қуйидаги тенглама олинган [15].

$$F_{\text{сол}} = 152\varphi^{0,72} \cdot (w_{\text{г}}/\sigma^{0,6}) \cdot (\tau/\gamma_{\text{д}})^{\frac{1}{3}} \cdot \exp(3,5\Delta\rho/\rho_{\text{я}}) \quad (2)$$

бу ерда $\gamma_{\text{д}}$ - дисперс фазанинг кинематик ковушқоқлиги;

Меткин томонидан тажрибавий тадқиқотлар орқали кўп поғонали трубасимон экстракторнинг аралаштириш зонасида тақсимланган томчиларнинг солиштирма фазалараро алоқа юзасини қуйидагича аниқлаш тавсия этилган [11].

$$F_{\text{сол}} = 0,8 \left[\frac{\tau^{0,33} \cdot w_{\text{г}}^{0,5} \cdot w_{\text{с}}^{1,7} \cdot l^{0,33} \cdot \gamma_{\text{я}}^{0,67} \cdot \rho_{\text{я}}^{1,1}}{\gamma_{\text{д}} \cdot \sigma^{1,1} \cdot d_{\text{тр}}^{0,9}} \right] \times \exp \left[\frac{3,9(\rho_{\text{я}} - \rho_{\text{д}})}{\rho_{\text{я}}} \right] \times [V_{\text{д}}/(V_{\text{д}} + V_{\text{я}})]^{0,72} \quad (3)$$

бу ерда l – труба узунлиги, m ;

$d_{\text{тр}}$ -труба диаметри, m ;

Трубасимон циркуляцион зонали аралаштириш экстракторида олиб борилган тадқиқотлар натижасида олинган (3) тенгламадан бу аппаратларга яқин бўлган идеал аралаштирувчи экстракторларда фойдаланиш мумкин []. Кўп поғонали барботажли экстракторнинг аралаштириш зоналарида экстракцияланаётган суюқликлар тўғри оқимли алоқада бўлганлиги учун бу тенгламани қатъий қўллаб бўлмаслиги профессор Б.А.Алиматов томонидан ўрганилган[3,12,13,14].

Олинган натижалар

Тадқиқотлар Б.А.Алиматов томонидан яратилган кўп поғонали барботажли экстракторнинг тажриба қурилмасида ўтказилган [1,2,3].

Олиб борилган тадқиқотлар барботажли экстракторда массаалмашув жараёнларини ҳисоблашда қўллаш учун томчиларнинг ўртача хажмий-юзавий диаметрини ҳисобий тенгламасини олиш йўналишида олиб борилган.

Томчининг ўртача хажмий-юзавий диаметр қуйидаги тенглама асосида аниқланиши мумкин [1,2,3]:

$$d_{\text{х.ю}} = d_{\text{max}} / (1 + a \cdot e^{0,25\beta \cdot \beta}) \quad (4)$$

бу ерда d_{max} - эмулсиядаги томчининг максимал диаметр, m ;

a и β - ўзгармаслар.

[7] тавсияларига кўра, $\beta = 0,725$, «а»-ни эса қуйидаги тенгламадан топиш мумкин:

$$a = (d_{\text{max}} - d_{50})/d_{50} \quad (5)$$

бу ерда d_{50} – 50 % нисбий ҳажмга тўғри келадиган томчилар диаметри.

Ўз навбатида:

$$\frac{d_{\text{max}}}{d_{50}} = [d_{50}(d_{90} + d_{10}) - 2 \cdot d_{90} \cdot d_{10}] / (d_{50}^2 - d_{90} \cdot d_{10}) \quad (6)$$

бу ерда d_{90} ва d_{10} , 90 % ва 10 % га тўғри келадиган томчилар диаметри.

Тажрибавий тадқиқотлар натижасида томчиларни ўлчамлари бўйича улуши ва тақсимланиши ўрганилган ва томчиларнинг хажмий юзавий диаметрини суюқлик сирт тарангликлари σ га, дисперс фазанинг хажмий улуши φ га, газ тезликлари $w_{\text{г}}$ га, аралаштиришнинг ўртача вақти $t_{\text{ўр}}$ га ва ялпи фазанинг ковушқоқлиги $\mu_{\text{я}}$ га боғлаб қуйидаги эмприк формула орқали аниқлаш тавсия этилган.

$$d_{\text{х.ю}} = 6,7 \cdot 10^{-6} (\sigma^{0,35} \cdot \varphi^{0,8}) / (w_{\text{г}}^{0,2} \cdot t_{\text{ўр}}^{0,45} \cdot \mu_{\text{я}}^{1,1}) \quad (7)$$

Б.А.Алиматов томонидан ўрганилган барботажли экстракторнинг конструкцион тузилиши, суюқлик фазаларини фақат барботаж патрубкисида аралаштиришга асосланган. Биз текшираётган барботажли экстракторда [2] эса қўшимча аралаштириш зонаси мавжуд бўлиб,

суюқлик фазалари ички барботаж патрубкasiда ҳамда ташқи халқали каналда ҳам қўшимча аралаштирилади. Бу экстракторни афзаллиги аралаштириш вақтининг кўплиги туфайли жадал режимда ишлашидадир. Бу ўз навбатида аппаратнинг аралаштириш зоналаридаги томчиларни майдаланиши ва ўлчамлари асосида тақсимланиши бўйича тадқиқотлар олиб борилишини талаб этади.

Шунинг учун барботажли экстракторнинг янги конструкцияси бўйича тайёрланган тажриба қурилмасида тадқиқотлар ўтказилиб, аппаратнинг аралаштириш зоналаридан майдаланиб чиқаётган дисперс фаза томчиларининг ўлчамлар бўйича улуши ва тақсимланиши ўрганилди. [1,4].

Профессор Б.А.Алиматов томонидан яратилган барботажли экстракторда [3] майдаланаётган томчиларнинг хажмий юзавий диаметрини ҳисобловчи тавсия этилган формулани биз текшираётган барботажли экстракторга тадбиқ этиш бўйича назарий тадқиқотлар олиб борилди. Текширилаётган аппаратда газ ички ва ташқи аралаштириш зоналарига тақсимланади. Суюқликлар ички аралаштириш зонасида w_r^H газ тезлиги билан аралаштирилиб, ташқи аралаштириш зонасига оқиб ўтади ва бу зонада яна w_r^T газ тезлиги билан қўшимча аралаштирилади. Натижада суюқлик фазаларини бу зоналарда аралаштириш ва туриш вақти узаяди ҳамда оғир фаза томчиларини ўлчами кичиклашади. Ўтказилган тарибалар ҳам бу жараёни тасдиқламоқда. Шунинг учун 7-формулага ички ва ташқи аралаштириш зоналаридаги газ тезликларининг ўртача арифметик қиймати ва доимий кўпайтувчи киритилди [1,2].

Формула қуйидаги кўринишда.

$$d_{x,yo} = 3,3 \cdot 10^{-5} (\sigma^{0,35} \cdot \varphi^{0,8}) / ((w_r^H + w_r^T)^{0,2} / 2 \cdot t_{yp}^{0,45} \cdot \mu_j^{1,1}) \quad (8)$$

Бу формула ёрдамида томчиларнинг хажмий юзавий диаметрлари аниқланди.

1-чизик чун.

$$w_r^H = 0,09 \frac{m}{сек}, w_r^T = 0,08 \frac{m}{сек}, \sigma = 0,073 \text{ Н/м}, t_{yp} = 22 \text{ сек}, \mu_j = 0,001 \text{ Па} \cdot \text{с}, \varphi = 0,25.$$

$$d_{x,yo} = 3,3 \cdot 10^{-5} (0,073^{0,35} \cdot 0,25^{0,8}) / ((0,09 + 0,08)^{0,2} / 2 \cdot 22^{0,45} \cdot 0,001^{1,1}) = 3,3 \cdot 10^{-5} (0,132) / (0,0122) = 357 \text{ мкм}.$$

Тавсия этилаётган формула ёрдамида ҳисобланган томчиларнинг хажмий юзавий диаметри билан тажрибавий қийматлари орасидаги хатолик улуши $2 \div 13,5\%$ ни ташкил этади.

Хулоса

Мақолада барботажли экстракторда экстракция жараёни учун суюқликларнинг физик кимёвий хоссаларига боғлиқ ҳолда массаалмашинув жараёнларини ҳисоблашда муҳим аҳамиятга эга бўлган томчиларнинг хажмий юзавий диаметрини ҳисобловчи формула тавсия этилди. Ўтказилган назарий тадқиқотлар натижасида тавсия этилаётган барботажли экстракторнинг самарадорлигини белгиловчи асосий омиллардан бири бўлган дисперс фаза томчиларини хажмий юзавий диаметрини ва фазалараро солиштирма юзаларини аниқлашга имконият яратилди.

Адабиётлар

- [1]. I.T.Karimov.Barbotajli ekstraktorlarni gidrodinamik va massa almashinuv jarayonlari hamda loyixalash asoslari/ Monografiya/ FarPI. Ilmiy kengash bayoni №2, 12.10.2024 yil, "ALPHA BRAND" nashiryoti, -190 bet.
- [2]. Алиматов Б.А., Садуллаев Х.М., Каримов И.Т., Хурсанов Б.Ж. Методы и пасчета и конструирование аппаратуры для переработки сложных гетерогенных систем «жидкость-газ-жидкость» Монография. Белгород: БГТУ, 2019.-191с.
- [3]. Алиматов Б.А., Соколов В.Н., Саъдуллаев Х.М., Каримов И.Т. Многоступенчатый барботажный экстрактор. А.С. №1607859 (СССР), БИ №43, 1990.
- [4]. Karimov. I.T., Alimatov B.A., Tojiyev R.J., Sadullaev X.M Ko'p pog'onali barbotajli ekstraktor. O'z. Res. PATENT № IAP 06714 tashkent 31.01.2022 yil.

УДК 66.061.5(088.8)

БАРБОТАЖЛИ ЭКСТРАКТОР ФИЛЬТРИНИНГ ҚАРШИЛИК КОЭФФИЦИЕНТЛАРИНИ ТАЖРИБАВИЙ АНИҚЛАШ

И.Т. Каримов

Фарғона давлат техника университети
(Қабул қилинди 15.09.2025 й.)

Аннотация. Мақолада, фильтрли барботажли экстракторни янги яратилган конструкциясининг гидродинамик жараёнлари назарий тадқиқ этилиб, фильтрдан суюқликни оқиш тезлигини аниқлаш учун шиша толали фильтрнинг қаршилик коэффицентлари тажрибавий аниқланган. Қаршилик коэффицентлари сирт таранглик қиймати уч хил бўлган суюқликларда аниқланган. Натижада фильтрнинг фильтрлаш қобилиятини аниқлаш учун имконият яратилган.

Калим сўзлар: барботаж, экстрактор, фильтр, алоқа юзаси, толали материал, таянч сетка, ташқи аралаштириш зонаси тезлик.

Аннотация. В статье теоретически исследованы гидродинамические процессы вновь созданной конструкции фильтрующего барботажного экстрактора и экспериментально определены коэффициенты сопротивления стекловолоконного фильтра для определения скорости протекания жидкости через фильтр. Коэффициенты сопротивления определены для жидкостей с тремя различными значениями поверхностного натяжения. В результате появилась возможность определить фильтрующую способность фильтра.

Ключевые слова: барботаж, экстрактор, фильтр, контактная поверхность, волокнистый материал, опорная сетка, зона внешнего смешивания, скорость.

Abstract. In the article, the hydrodynamic processes of the newly created design of a filter bubble extractor were theoretically investigated, and the resistance coefficients of the fiberglass filter were experimentally determined to determine the flow rate of the liquid through the filter. Resistance coefficients were determined for liquids with three different values of surface tension. As a result, it became possible to determine the filtering capacity of the filter.

Keywords: bubbling, extractor, filter, contact surface, fibrous material, support grid, external mixing zone, speed.

Қириш

Экстракция жараёнини жадаллаштириш ва массаалмашинув самарадорлигини ошириш бу соҳада илмий тадқиқотлар олиб бораётган тадқиқотчиларнинг асосий вазифаси ҳисобланади. Шу мақсадда барботажли экстракторнинг янги конструкцияси яратилган [1].

Суюқликларни инерт газ билан аралаштиришда турли хил ўлчамдаги оғир фаза томчилари ҳосил бўлиб, улар қаторида чўкиши қийин бўлган томчилар ҳам вужудга келади. Бу эса ўз навбатида бу томчиларни ялпи фаза билан қўшилиб чиқиб кетишига олиб келади. Бу муъаммони бартараф қилиш учун барботажли экстракторнинг [1] ташқи аралаштириш зонасини ҳосил қилувчи патрубکاга шиша толали фильтр ўрнатилган бўлиб, фильтрнинг гидродинамик жараёнларини ўрганиш бўйича илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда.

Назарий тадқиқотлар натижасида суюқликни фильтрдан сизиб чиқиш тезлигини аниқловчи формула келтириб чиқарилди [2,3]. Фильтрни ҳисоблаш схемаси 1-расмда келтирилган.

Филтрдан сизиб чиқаётган суюқлик тезлигини аниқловчи тавсия этилган тенглама қуйидаги кўринишда.

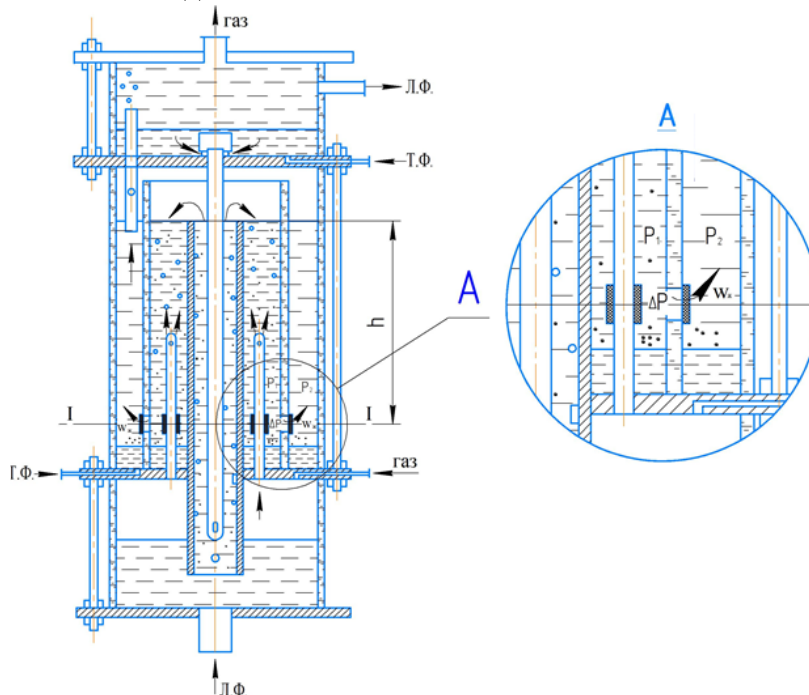
$$w_c = \sqrt{\frac{2gh(\rho_{\text{сп}} - \rho)(1 - \varphi)}{\xi_{\text{ф}} \rho_{\text{сп}}}}, \text{ м/с;} \quad (1)$$

Аппаратнинг ички ва ташқи аралаштириш зоналари ўлчами экстракцияланувчи суюқлик хажмига қараб лойихаланади [2,3]. Суюқликни фильтрдан оқиб чиқиш тезлигини 1-формула ёрдамида аниқлаб, бу тезликка боғлиқ ҳолда аппаратга экстракциялаш учун берилаётган суюқлик сарфи билан фильтрдан оқиб ўтаётган суюқлик сарфи орасидаги

фарқни аниқлаш мумкин. Бу ўз навбатида аппарат лойиҳаланаётганда аралаштириш зоналарида суюқликлар димланмасдан барқарор оқиши учун фильтрнинг қаршилик коэффицентини тўғри танланишини талаб этади.

Тадқиқот объекти сифатида “Ғарғоназот” АЖ нинг сирка кислотасини регенерация қилиш цехига ўрнатилган барботажли экстракторнинг тажриба қурилмасидан фойдаланиб, тажрибавий тадқиқот ишлари олиб борилди (2-расм).

Тадқиқотлар натижасида шиша толаларининг турли қийматлардаги солиштирма юзаларига, 3 турдаги таянч сетка ўлчамларига ва фильтр юзаси орқали оқувчи турли сирт тарангликка эга булган суюқликларга боғлиқ ҳолда қаршилик коэффицентлари аниқланди [2,3]. Таянч сеткалар ўлчамларига ва суюқликни сирт тарангликларига боғлиқ ҳолда қаршилик коэффицентини аниқловчи эмприк формула келтириб чиқарилди ва тўғрилаш коэффицентлари ΔK нинг қийматлари аниқланди [4,5,7].



1-расм. Фильтрнинг ҳисоб схемаси.

$$\xi = \frac{S_{\phi}}{\Delta K S_{\tau}} \quad (2)$$

Бу ерда S_{ϕ} - шиша толаларининг солиштирма алоқа юзаси, m^2 ; S_{τ} - фильтр ўрнатиладиган тешик юзаси, m^2 ; ΔK -тўғрилаш коэффицентини [4,5].

Олиб борилаётган илмий-тадқиқот ишида кейинги вазифа тавсия этилаётган 1- формулани текшириш бўлиб, тажрибалар қуйидаги тартибда олиб борилди. Аппаратнинг аралаштириш зоналарига турли хил қийматдаги аралашма зичликларини ҳосил қилувчи суюқликлар танланди.

1. Енгил фаза сифатида, сув $\rho=1000 \text{ кг/м}^3$; оғир фаза сифатида бензол аралашмали тўрт хлорли углерод, $\rho=1200 \text{ кг/м}^3$ олинди.
2. Енгил фаза сифатида сув, $\rho=1000 \text{ кг/м}^3$; оғир фаза сифатида бензол аралашмали тўрт хлорли углерод, $\rho=1100 \text{ кг/м}^3$ олинди.
3. Енгил фаза сифатида этилацетат, $\rho=900 \text{ кг/м}^3$; оғир фаза сифатида сув, $\rho=1000 \text{ кг/м}^3$ олинди.

Суюқликларнинг зичликлари ареометр ёрдамида тажрибавий аниқланди. Барботажли экстракторнинг тажриба қурилмасига оғир ва енгил суюқлик фазалари 1/3 нисбатда берилди.

Оғир ва енгил суюқликлар аралашмаси зичликларини қуйидаги формула ёрдамида аниқланди [6].

$$\rho_{\text{ар}} = \rho_0 \cdot a + \rho_{\text{сув}} (1 - a), \quad \text{кг/м}^3; \quad (3)$$

бу ерда: $\rho_{\text{ар}}$ – аралашма зичлиги, кг/м^3 ; ρ_0 – оғир суюқлик зичлиги, кг/м^3 ;

$\rho_{\text{сув}}$ – сув зичлиги, кг/м^3 ;

a – суюқлик зичликлари улуши, %;

Ўтказилган тажрибаларда оғир суюқлик улушини 33%, енгил суюқлик улушини 67% олинди. Бунинг натижасида аралашма зичликлари аниқланди.

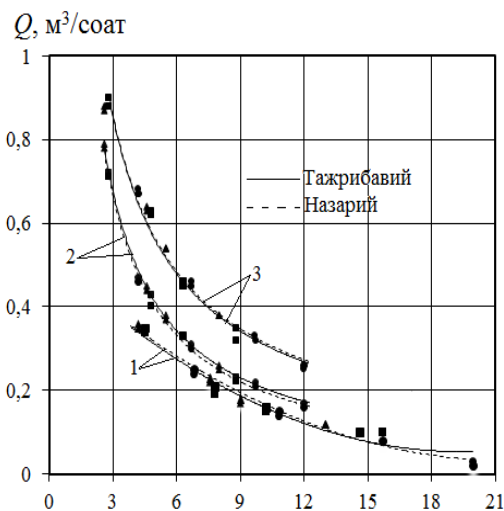
1. $\rho_{\text{ар}} = 1200 \cdot 0,33 + 1000 (1 - 0,33) = 1066, \text{ кг/м}^3$;

$$2. \quad \rho_{ар} = 1100 \cdot 0,33 + 1000 (1 - 0,33) = 1033, \text{ кг / м}^3;$$

$$3 \quad \rho_{ар} = 1000 \cdot 0,33 + 900 (1 - 0,33) = 933, \text{ кг / м}^3;$$

Аппарат ташқи патрубканинг фильтр ўрнатиладиган насадкасига $a=0,25\text{мм}$, $\delta=0,08\text{мм}$; $a=0,8\text{мм}$, $\delta=0,2\text{мм}$; $d=1,2\text{мм}$, $\delta=0,25\text{мм}$ ўлчамли таянч сеткалари орқали шиша толаларининг $S_{\phi}=0,034$; $0,0565$; $0,0791$; $0,1 \text{ м}^2$ солиштирма юзалари бўйича кетма кет ўрнатилиб, аппаратга суюқлик фазалари узатилди. Аралаштириш зонасига берилаётган энгил ва оғир суюқликлар сарфи ротаметрлар ёрдамида созилди. Аралаштириш зоналарига умумий газ сарфи $Q_{ум}=0,85\text{м}^3/\text{соат}$ ўзгармас қийматда узатилди. Бу умумий газ сарфидан ички аралаштириш зонасига кираётган газ сарфининг қиймати $Q_0=0,385\text{м}^3/\text{соат}$ ни, ташқи аралаштириш зонасига кираётган газ сарфининг қиймати эса $Q_1=0,465\text{м}^3/\text{соат}$ ни ташкил этди. Бу газ сарфларига мос ҳолда ички ва ташқи аралаштириш зоналаридаги газ тезликларининг қиймати $w_{1г}=0,08 \text{ м/с}$ ни ташкил этди. Шу газ тезлигида аппаратнинг текширилаётган ташқи аралаштириш зонасидаги газ миқдорининг қиймати $\phi_1=0,1$ га тенг бўлди. Аппаратдан энгил суюқликни чиқарувчи қувири ёрдамида, ташқи аралаштириш зонаси хажмига тенг бўлган $V = 0,001\text{м}^3$ хажмли идишга оқизилди ва тўлиш вақти аниқланди. Вақтга боғлиқ ҳолда таянч сеткаларга кетма-кет ўрнатиш солиштирма юзали ҳар бир шиша толали фильтрлардан сизиб чиқаётган суюқликлар тезликлари ва суюқлик ўтказувчанлик қобилиятлари яъни суюқлик сарфлари аниқланди.

Ўтказилган тажрибавий тадқиқотлар натижалари ЭХМ ёрдамида қайта ишланиб регрессия тенгламалари олинди ва графиклар қурилди (2-расм).



**2-расм. Фильтрнинг қаршилик
коэффициентига боғлиқ ҳолда суюқлик
ўтказувчанлик қобилиятининг ўзгариш
графи**

●- $S_{\phi}=0,1\text{м}^2$; ■- $S_{\phi}=0,0791\text{м}^2$; ▲- $S_{\phi}=0,0565\text{м}^2$; ◆-
 $S_{\phi}=0,0339\text{м}^2$ 1. $\rho=933\text{кг/м}^3$; 2. $\rho=1033\text{кг/м}^3$;
3. $\rho=1066\text{кг/м}^3$;

$$1. \quad y = 0,0012x^2 - 0,0479x + 0,51 \quad R^2 = 0,9617$$

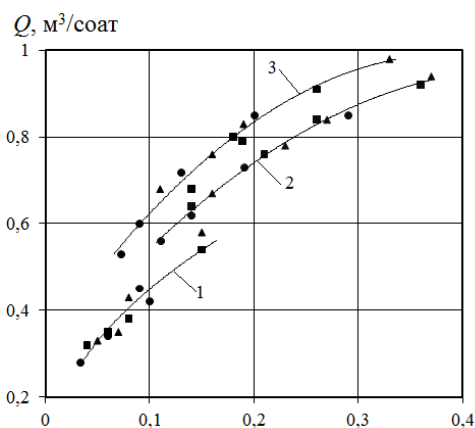
$$2. \quad y = 0,0093x^2 - 0,1916x + 1,16 \quad R^2 = 0,9667$$

$$3. \quad y = 0,0074x^2 - 0,1741x + 1,28 \quad R^2 = 0,9922$$

Фильтрдан сизиб чиқаётган суюқлик тезлигини 1 формула ёрдамида назарий қийматлари аниқланди ва тажрибавий қийматлари билан таққосланди. Олиб борилган назарий ва тажрибавий тадқиқотлар натижаларига кўра фильтрдан сизиб чиқаётган суюқлик тезликларининг назарий ва тажрибавий қийматлари ўртасидаги фарқлар аниқланди. Бу фарқларга кўра суюқлик тезлигини ўзгаришига боғлиқ ҳолда тўғрилаш коэффициенти Δb ни қийматлари аниқланди. ЭХМ ёрдамида қайта ишланиб регрессия тенгламалари олинди ва графиклар қурилди (3-расм).

Аппаратни саноат қурилмасини лойihalашда фойдаланиш учун, фильтрдан сизиб чиқаётган суюқлик тезлигини аниқловчи тавсия этилаётган 1-формулани тўғрилаш коэффициенти билан кўриниши куйидагича.

$$w_c = \Delta b \sqrt{\frac{2gh(\rho_{ар}-\rho)(1-\phi)}{\xi_{\phi} \rho_{ар}}} \quad , \text{ м/с}; \quad (10)$$



3-расм. Суюқлик тезлигининг ўзгаришига боғлиқ ҳолда тўғирлаш коэффициентининг ўзгариш графиги

◆- $S_{\phi}=0,1\text{м}^2$; ■- $S_{\phi}=0,0791\text{м}^2$; ▲- $\phi=0,0565\text{м}^2$; ◆- $S_{\phi}=0,0339\text{м}^2$; 1. $\rho=933\text{кг/м}^3$; 2. $\rho=1033\text{кг/м}^3$; 3. $\rho=1066\text{кг/м}^3$;

1. $\rho=933\text{кг/м}^3$; 2. $\rho=1033\text{кг/м}^3$; 3. $\rho=1066\text{кг/м}^3$;

Хулоса

Ўтказилган тажрибавий тадқиқотлар натижасида ўзгармас газ тезлигида, турли зичликдаги енгил ва оғир суюқликларда чўкмайдиган майда заррачали томчиларни ушлаб қолувчи шиша толали фильтрнинг суюқлик ўтказувчанлик қобилиятлари аниқланди. Тавсия этилган 1-формула ёрдамида назарий қийматлари ҳисобланиб, тажрибавий қийматлари билан таққосланди. Фильтрдан сизиб чиқаётган суюқлик тезликларининг назарий ва тажрибавий қийматлари орасидаги фарқлар аниқланиб тўғирлаш коэффициентларининг қийматлари аниқланди. Аппаратни sanoat қурилмасини лойиҳалаш жараёнида фильтр танланишида фильтрдан оқиб ўтаётган суюқлик тезлигини 10-формула ёрдамида ҳисоблаш тавсия этилади.

Адабиётлар

- [1]. Алиматов Б.А., Соколов В.Н., Саъдуллаев Х.М., Каримов И.Т. Многоступенчатый барботажный экстрактор. А.С. №1607859 (СССР), БИ №43, 1990.
- [2]. Каримов И.Т., Алиматов Б.А., Рахмонов А. Барботажли экстракторда чўкмайдиган дисперс фаза томчиларини ушлаб қолувчи фильтрнинг алоқа юзалари. Сборник материалов 1 Международной научно-практической конференции. “Актуальные проблемы внедрения инновационной техники и технологий на предприятиях по производству строительных материалов, химической промышленности в смежных отраслях» 24-25 мая 2019 г. 1-том. 333.б
- [3]. Каримов И.Т., Алиматов Б.А. Хурсанов Б.Ж., Рахмонов А.Т. Барботажли экстракторда чўкмайдиган дисперс фаза томчиларини ушлаб қолувчи фильтр гидродинамикаси. “Машинасозлик ишлаб чиқариш ва таълим муаммолар ва инновацион ечимлар Республика илмий-техник анжумани материаллари 2019 йил. 19-20 сентябр. 351-354.б
- [4]. Каримов И.Т. Барботажли экстракторнинг аралаштириш зоналари ўлчамларини аниқлаш усули. ФарПИ илмий техника журналы, 2005, № 2, 111-114 бетлар
- [5]. Karimov I.T., Ahrorov A.A., Qaxxorov I.I (Republic of Uzbekistan) The method of of determining the size of the mixing zone bubbling extractor. International scientific review of the problems and prospects of modern science and education. Boston. USA. February 21 – 22, 2019
- [6]. Каримов И.Т., Алиматов Б.А. Оғир суюқликни оқиб чиқиш тезлигини аниқлашда ўтказилган тажрибавий тадқиқотлар таҳлили. ФарПИ илмий техника журналы, 2019, Т.23. № 3, 189-192 бетлар.

TOSH MATERIALLARNI MAYDALOVCHI KONUSLI MAYDALAGICHLARNI ISHONCHLILIGINI OSHIRISH

K.D. Muxamadsodiqov

Farg‘ona davlat texnika universiteti,
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Annotatsiya. Maqolada qurilish materiallari sanoati korxonalarida foydalaniladigan konusli maydalagichlarni ishonchliligini oshirish masalasi ko‘tarilgan bo‘lib, unda konusli maydalagichlar detallarini turli ta’sirlar natijasida ishga yaroqsiz xolga kelish sabablar, ularda ishlatiladigan materiallar xususiyatlari keltirilgan, hamda maydalagichlar ishonchliligini oshirish uchun tez eyiluvchi detallarini

tayyorlash uchun yangi, yuqori mexanik xususiyatlarga ega bo'lgan materiallardan foydalanish taklif qilingan.

Kalit so'zlar: konusli maydalagich, futerovka bronyasi, eyilish, zarba, kuchlanish, plakirovkali po'lat, marganesli po'lat, hardox.

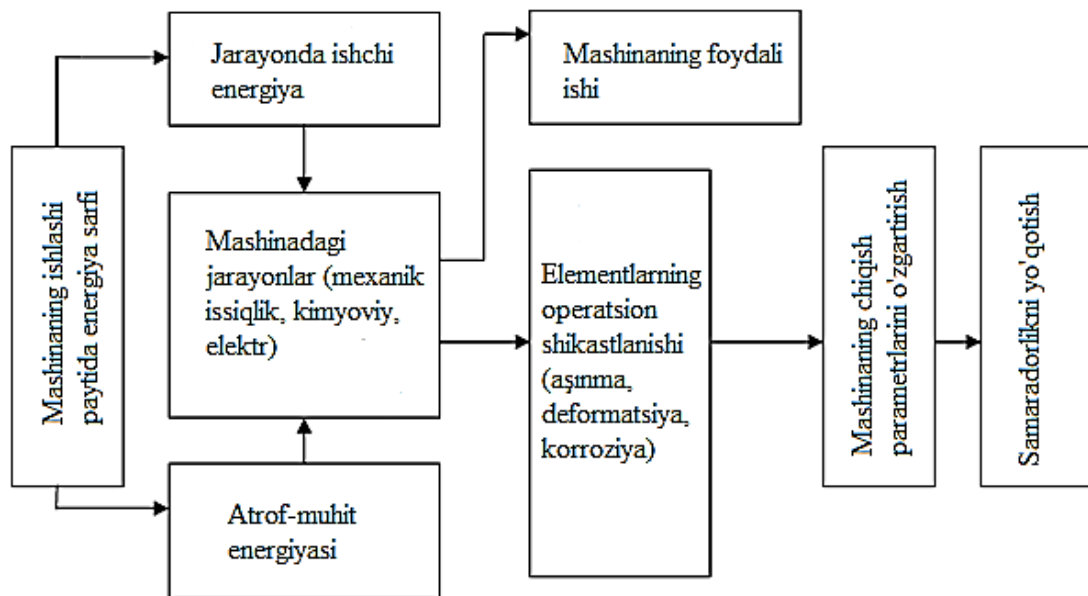
Аннотация. В статье поднимается вопрос повышения надежности конусных дробилок, используемых в промышленности строительных материалов. Приводятся причины выхода из строя деталей конусных дробилок в результате различных воздействий, характеристики применяемых в них материалов, а также предлагается использовать новые материалы с высокими механическими свойствами для изготовления изнашиваемых деталей с целью повышения надежности дробилок.

Ключевые слова: конусная дробилка, футеровочная броня, износ, удар, напряжение, плакированная сталь, марганцевая сталь, hardox

Abstract. The article raises the issue of increasing the reliability of cone crushers used in the building materials industry. The reasons for the failure of cone crusher parts as a result of various impacts, the characteristics of the materials used in them are given, and it is also proposed to use new materials with high mechanical properties for the manufacture of wearing parts in order to increase the reliability of crushers.

Keywords: cone crusher, lining armor, wear, impact, stress, clad steel, manganese steel, hardox.

Mashinalar ishlashi va saqlash jarayonida doimiy ravishda turli xil fizik va kimyoviy jarayonlar ta'sirida bo'ladi, bu esa alohida elementlarning va umuman mashina parametrlarining o'zgarishiga olib keladi. Bunday jarayonlarning paydo bo'lishining asosiy sababi ish vaqtida mashinalarning uzellari va qismlarida, agregatlarda turli xil energiya turlari (mexanik, issiqlik, kimyoviy, elektr) paydo bo'ladi va mashina qismlariga ta'sir qilib, turli xil shikastlanishlarga (yeyilish, deformatsiyalar, buzilishlar, korroziya va boshqalar) olib keladi. Bu o'z navbatida, chiqish parametrlarining o'zgarishiga sabab bo'ladi va oxir-oqibat mashinani ishga yaroqsiz holatga olib keladi. Ushbu jarayon 1- rasmda soddalashtirilgan shaklda ko'rsatilgan.



1- rasm. Mashinaning ishga yaroqlilik holatining shakllantirish jarayoni sxemasi.

Dastlabki xususiyatlarning o'zgarishiga olib keladigan jarayonlar mahsulot ishlab chiqarilgan materiallarda, jumladan, nafaqat qismlar, balki moylash materiallari, yoqilg'i, ya'ni ish jarayoniga aloqador hamma narsada amalga oshadi. Shuni esda tutish kerakki, u yoki bu energiyaning ta'siri natijasida shikastlanish birdaniga yuzaga kelmaydi. Dastlab ta'sirlar to'planadi, rivojlanadi va ohir oqibat shikastlanishga olib keladi.

Shikastlanishga olib keluvchi ta'sirlar qanday yuzaga keladi? Buning asosiy sababi ko'p jihatdan eyilishdir.

Masalan, charchashdan yorilishning boshlanishi uchun ma'lum miqdordagi o'zgaruvchan kuchlanish sikllar soni kerak. Charchashdan farqli o'laroq, eyilish jarayoni ish boshlangandan so'ng darhol boshlanadi.

Qurilish materiallari ishlab chiqarish sanoatida maydalash saralash jarayoni asosiy jarayonlardan biri bo'lib xisoblanadi. Bu jarayondagi asosiy texnologik mashinalar transportyorlar, jag'li maydalagichlar va o'rta hamda mayin maydalovchi konusli maydalagichlardan iborat. Maydalash saralash jaryonida maydalagichlarning ba'zi qismlarida detallarning intensiv eyilishi amalga oshadi.

Qurilish materiallari sanoatida mashinalar va uskunalarining intensiv eyilishi jiddiy muammodir. Bu holat ishlab chiqarish samaradorligining pasayishiga, xarajatlarning oshishiga va avariylar xavfining ko'payishiga olib keladi. Yeyilishning asosiy sabablari — abraziv ta'sir, korroziya, materiallarning charchashi va mexanik ishqalanishdir.

Har yili ehtiyot qismlar ishlab chiqarish uchun ko'plab mablag'lar sarflanadi. Shuningdek, ehtiyot qismlar tayyorlash uchun yangi mashinalar va qurilish uskunalari ishlab chiqarishga qaraganda ancha ko'proq metall sarflanadi. Shu sababli, qurilish industriyasi tarmoqlarida uskuna qismlarining muddatidan oldin eyilishini bartaraf etish ustuvor ahamiyatga egadir.

Konusli maydalagichning emirilishi — bu maydalash jarayonida qattiq materiallar ta'siridagi ishqalanish va zarbalar tufayli yuzaga keladigan tabiiy jarayondir. Yemirilishning asosiy sabablari: abraziv eyilish, zarbiy kuchlanishlar, korroziya va matallning charchash natijasidir. Yemirilish konus futerovkasi, podshipniklar va maydalagichning boshqa qismlariga ta'sir ko'rsatadi. Uskunani o'z vaqtidatexnika ko'rikdan o'tkazish, to'g'ri sozlash va sifatli materiallardan foydalanish bu jarayonni sezilarli darajada sekinlashtirishi va uskunaning xizmat muddatini uzaytirishi mumkin.

Yeyilish odatda mashina detalari geometriyasi va o'lchamlarining o'zgarishiga sabab bo'ladi, bu o'zgarish mashina qismlari o'rtasidagi ishqalanish natijasida, mashinaning odatiy ishlash va foydalanish jarayonida yuz beradi. Bunday turdagi eyilish, odatda, sekin kechadi va qisqa muddatda jiddiy shikastlanish keltirib chiqarmaydi.

Biroq, uskunada eyilish natijasida turli qismlar o'rtasidagi mexanik bo'shliq ortib boradi. Uzoq muddatli eyilishdan so'ng, avval birgalikda ishlashi kerak bo'lgan qismlar eyilish sababli vujudga kelgan bo'shliqlar tufayli o'z vazifasini to'liq bajara olmaydi. Bu esa konusli maydalagich uskunasi ishlab chiqarish samaradorligiga jiddiy ta'sir ko'rsatadi. Shu bilan birga, agar eyilib ketgan qismlar o'z vaqtida almashtirilmasa, u holda uskunaning boshqa qismlari ham shikastlanishi mumkin va bu konusli maydalagichning yanada kuchliroq shikastlanishiga olib keladi.

Konusli maydalagichlar detallari orasida eng ko'p eyiladigan va maydalagichning ishga yaroqsiz xolatga olib keladigan detal uning futerovka bronelaridir. Bu eyilishni oldini olish uchun ko'rlab ilmiy tadqiqot va loyixa konstruktorlik ishlari amalga oshirilgan va eyilishga qarshi choralar ishlab chiqilgan. Futerovka bronelarini yuzasini qattiqlashtirishning sementatsiyalash, nitrosegmentatsiyalash, azotlash kabi kimyoviy termik usullari mavjud.

Sementatsiyalash, nitrosegmentatsiyalash va azotlash — bular termik-kimyoviy ishlov berish usullari bo'lib, po'lat detallarning yuza qatlamini qattiqlashtirishga qaratilgan. Har bir usuldagi qattqlik darajasi turlicha bo'ladi va asosan po'lat turi, ishlov berish vaqti va haroratiga bog'liq.

1-jadval

Po'latga kimyoviy termik ishlov berish parametrlari

Usul	Yuzadagi qattqlik (HRC)	Qatlam chuqurligi (mm)	Harorat (°C)	Yeyilishga chidamlilik
Sementatsiyalash	58–63	0.8–2.0	900–950	Yuqori
Nitrosegmentatsiya	60–65	0.1–0.6	570–750	Juda yuqori
Azotlash	60–70	0.1–0.5	500–580	Juda yuqori

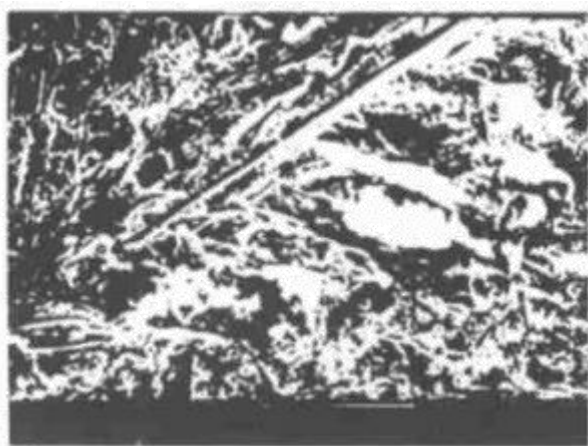
Yuqoridagi jadvaldan ko‘rinib turibdiki tegishli metallar yuzasiga kimyoviy termik ishlov bergandan so‘ng yuza qattiqligi 60-70 HRC ga teng bo‘ladi. Bu ko‘rsatkich metall yuzasining yuqori darajadagi qattiqligini belgilaydi. Shu bilan birga metallarning ishlov berilgan yuza chuqurligi 0.1 dan 2,0 mm atrofida. Yuqorida ta’kidlanganidek, konusli maydalagich qismlari katta kuchlanishdagi ishqalanish ostida ishlashi tufayli bu qattiqlashtirilgan qatlam qisqa muddatda eyiladi va maydalagich ishga yaroqsiz xolga keladi.

Umuman materiallarni maydalovchi qurilmalar o‘ta og‘ir sharoitlarda ishlaydi. Futerovka bronyasi (himoya qoplamasi)ning emirilishi maydalash jarayonining sifat va miqdor ko‘rsatkichlarining o‘zgarishida hal qiluvchi omillardan biri hisoblanadi. Aniqlanishicha, konussimon maydalagichlarda yuzaga kelgan nosozliklarning asosiy qismi, jumladan futerovkaning emirilishi sababli, rejadan tashqari ta’mir ishlariga olib keladi.

Xozirda konusli maydalagichlar ishonchliligini oshirish borasida ko‘plab ilmiy tadqiqot va loyixa konstruktorlik ishlari olib borilmoqda. Barcha olib borilayotgan ishlarning maqsadi konusli maydalagichlarni ishonchliligini ta’minlash orqali hizmat muddatini oshirishdir.

Misol uchun Xitoyning konusli maydalagichlar ishlab chiqaruvchi Qiming Machinery Co.Ltd kompaniyasi muxandislari konusli maydalagich futerovka bronesi eyilishining morfologiyasini o‘rgandilar va konusli maydalagich futerovkasi bronelarini eyilishi bo‘yicha quyidagi natijalarni oldilar.

Uch komponentli abraziv eyilish konusli maydalagichning g‘ilofi, konusli maydalagichning teshik tub qismi va maydalangan material orasida yuzaga keladi, futerovka yuzasi esa murakkab zo‘riqish holatida bo‘ladi. Katta bosim ta’sirida ruda futerovka plitasining yuzasida maxalliy katta siquvchi kuchlanishlar yuzaga keltiradi, shu bilan birga harakatlanuvchi konus bir vaqtning o‘zida yuqori qismida katta siljuvchi kuchlanishni hosil qiladi. Ular bir paytda ta’sir qilgani sababli, futerovka plitasiga urib teshish, kesish va siqib chiqarish kabi nuqsonlarni yuzaga keltiradi. Bu xolatni quyida keltirilgan rasmlardan ham ko‘rish mumkin [3].



2-rasm. Konusli maydalagich futerovkasi ishga yaroqsiz xolga kelgandagi emirilishlarning ko‘rinishi (500 marta kattalashtirilgan).



3-rasm. Xosil bo‘lgan chuqurlar tubidagi mo‘rt emirilish.

Konusli maydalagichning futerovkasi eksentrik aylanma harakatni bajaradi. U harakatsiz futerovka plitasiga yaqinlashib borganda, emirilgan materialda kuchli zarba yuklamasini yuzaga keltiradi, bu esa futerovka plitasida siqilish va plastik deformatsiyani keltirib chiqaradi. Agar plastik deformatsiya bir necha marta takrorlansa, futerovkada ko‘plab chuqurchalari hosil bo‘ladi. Shu bilan bir vaqtda katta yuklanish ostida turgan maydalanuvchi material futerovka plitasida kesuvchi va siquvchi kuchlanishni xosil qiladi. Siqilishdagi kuchlanish harakatlanuvchi gilzaning plastik deformatsiyasiga olib keladi. Bu jarayonda ekstruziya chuqurchasining tagida takroriy bosish natijasida deformatsiya orqali mustahkamlanish va plastiklikning tugashi sodir bo‘ladi, bu esa mo‘rt emirilishga olib keladi. Bu holatning tashqi ko‘rinishini 3 rasmdan ko‘rish mumkin [3]

Shu bilan bir vaqtda, harakatlanayotgan konus aylanganda, maydalanayotgan material bilan aylantiruvchi val o'rtasida siljish (surilish) kuchlanishi yuzaga keladi. Siljiyotgan maydalanuvchi material va maydalagich tagiga siqib chiqarilgan maydalanayotgan material futerovka yuzasiga qadalib uni kesadi.

Shu tariqa, konusli maydalagich futerovkasi ishlayotganda bir vaqtning o'zida kesish, qadalish va zarba natijasida chuqurchalar hosil bo'ladi. Ya'ni, turli shakldagi yoki xilma-xil turdagi yoyilish (eshilish) kuzatiladi. Ushbu uch xil eyilishning o'zaro nisbati nafaqat maydalanadigan materialiga, balki materialning qattiqligiga ham bog'liq bo'lib, bu maydalanadigan materialning siqilishga chidamlilikni ifodalaydi.

Shuni ta'kidlash lozimki, konusli maydalagich katta maydalash kuchiga va yuqori aylanish tezligiga ega. Og'ir siqilish va siljish kuchlanishlari ta'sirida futerovka davriy ravishda kontakt charchash kuchlanishiga uchraydi. Bu esa yuza osti qatlamida charchoq yoriqlarining oson hosil bo'lishiga va natijada charchoqqa bog'liq yorilishga olib keladi. Palaxsasimon bo'lib ajralish ham futerovkaning emirilish omillaridan biri bo'lib hisoblanadi. Shunday qilib, konusli maydalagich futerovkasining yoyilish mexanizmi — bu kesuvchi eyilish, plastik eyilish va charchoq eyilishi mexanizmlarining birga mavjud bo'lishi hisoblanadi.



4-rasm. Shlingan va kesilgan aylantiruvchi val yuzasi (800 marta kattalashtirilgan) [3].

Konusli maydalagich futerovkasining qattiqligi

2-jadval

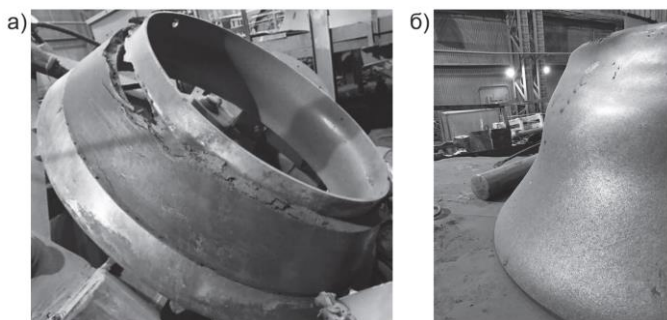
	Yuzadan masofasi (mm)									
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	6.0	7.0	8.0
1 (yuqori qism)	527	350	336	313	291	285	285	250	245	264
2 (o'rta qism)	569	336	283	299	265	248	257	243	245	245
3 (pastki qism)	494	289	280	272	274	274	269	246	245	230

Yemirilishlarni xisobga olgan holda yuqorida nomi keltirilgan xitoy kompaniyasining muxandislari konusli maydalagichlarning futerovkalari uchun CrMoVTiRe rusumli po'latni taklif qildilar.

Marganesli CrMoVTiRe po'latning kimyoviy tarkibi.

3-jadval

S	Si	Mn	S	P	Cr	Mo	V	Ti	Re
1.3-1.5	0,3-0,6	13-15	< 0	< 0	1,8-2,2	0,8-1,2	0,3-0,5	0,15-0,25	0,5



4-rasm. Konusli maydalagich Futterovka halqasining (a) va maydalovchi konusning (b) eyilishi.

Sinov natijalari shuni ko'rsatadiki, CrMoV TiRe turdagi yuqori marganesli po'latning boshlang'ich qattiqligi taxminan HB 260 darajasiga eta oladi, bu esa kesish vaqtida eyilishga chidamlilikni oshishiga yordam beradi [2]. Biroq, qo'shimcha legirlovchi elementlar, ayniqsa karbid hosil qiluvchi elementlar qo'shilsa, bu erimaydigan (yarim eruvchi) karbidlarning ko'payishiga olib keladi. Bu esa, ma'lum darajada, odatiy yuqori marganesli po'latlar

bilan solishtirganda, materialning plastikligini va zarbaga chidamliligini pasaytiradi.

Ma'lumotlarga ko'ra maydalanuvchi materiallarni siqish va ezish natijasida hosil bo'lgan chuqurchalar asosiy eyilish omillari bo'lgan, past chastotali charchoqdan kelib chiqqan charchoq yoriqlari eyilish va buzilishning yana bir sababi bo'ladi [1].

Quyidagi rasmda konusli maydalagich futerovka bronelarining ishqalanish natijasida eyilishi ko'rsatilgan.

Hozirgi kunda mashinasozlikda ikki qatlamli yoki plakirovka po'latlari va turli kompozit materiallar qo'llanilmoqda. Vu metall sirtini boshqa metall yoki qotishma qatlami bilan qoplash jarayoni bo'lib, korroziyaga chidamlilik, eyilishga bardoshlik yoki qattqlik kabi maxsus xususiyatlar berish uchun qo'llaniladi. Plakirovka po'latlari odatda issiq prokatlash usuli bilan olinadi, bunda po'lat varaq yoki detalning asosiy qismi plakirlovchi qatlam bilan yuqori harorat va bosim ta'sirida birlashtiriladi.

Plakirlangan (ikki qatlamli) po'latlar – bu uglerodli, past legirlangan (issiqqa chidamli) po'latlardan tashkil topgan asosiy konstruksion qatlam va korroziyaga chidamli austenitli yoki xromli po'latlardan tashkil topgan plakirlovchi qatlam (10–12 mm gacha) bilan issiq prokatlangan varaqlar (qalinligi 150 mm va undan ko'p). Ular kimyo, neft-kimyo, energetika, qurilish materiallari ishlab chiqarishida nikel va xromni tejash maqsadida qo'llaniladi.

Clad Steel — bu ikki yoki undan ortiq turdagi metallarni birlashtirish orqali olinadigan kompozit material. Masalan ichki qatlam – konstruksion po'lat (mustahkamlik uchun),yuza qatlam – CrMoVTiRe, HARDOX, Inconel po'latlari (ishlovchi yuza uchun). Clad Steel texnologiyasida bir qator afzalliklar mavjud: tashqi qatlam samarasi — ichki qism arzon, tashqi qatlam esa juda chidamli, material tejamkorligi — qimmatli legirlangan po'lat faqat ishlovchi qatlamda qo'llaniladi, qayta ishlov berish oson — ichki qatlam ko'pincha standart po'lat, shuning uchun parmalash va kesish oson, uzoq xizmat muddati — Clad po'latlar bir necha marta tiklanishi mumkin (qayta qoplash orqali), kimyoviy moddalarga va korroziyaga chidamli — yuqori qatlam yupqa bo'lsada, himoya funksiyasini saqlaydi.

Quyida konusli maydalagichlarning (KSD, KMD) intensiv eyiladigan qismlari uchun eng maqbul Clad (qatlamli) po'latlar markalari xaqida ma'lumot keltirilgan.

1. HARDOX + S355 Clad strukturasi uchun. Ichki qatlam (asosiy konstruksiya) S355JR yoki S355MC (EN 10025-2) rusumli po'latlardan tashkil topadi va bu po'latlar umumiy konstruksion po'lat bo'lib, ularning adgezion va qayta ishlash xususiyatlari yaxshi.

Yuqori qatlam (ishlovchi yuza) uchun HARDOX 500 yoki HARDOX 600 rusumli po'latlardan foydalaniladi. Bu po'lat katta abraziv yuklanishlarga chidamli. Qattiqligi: HRC 50–60 (Brinell 500–600 HBW), qatlam qalinligi: 3–6 mm.

2. NM500 + Q345 Clad po'lat. Qattiqligi 47-54 NRC. Ichki qatlam materiali markasi Q345B yoki Q355

3. Duplex Clad – AISI 2205 + ASTM A516 Gr.70. AISI 2205 (Duplex Stainless Steel) korroziyaga chidamlilik yuqori + abraziv/erozion yuklamalarga bardoshli

Quyidagi jalvalda yuqorida keltirilgan po'lat markalarning mustahkamlik ko'rsatgilari solishtirilgan [2].

4-jadval

Mezon	CrMoVTiRe	HARDOX Clad	NM500 Clad	Duplex Clad
Eyilishga chidamlilik	★★★★☆	★★★★★	★★★★☆	★★★★☆
Zarbaga chidamlilik	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆
Ishlov berish osonligi	★★☆☆☆	★★★★☆	★★★★☆	★★☆☆☆
Narxi	Yuqori	O‘rtacha	Arzon	Juda yuqori

Jadval ma’lumotlaridan aytish mumkinki, keltirilgan 4 rusumdagi metall orasida konusli maydalagich futerovkasi bronelarini tayyorlash uchun eng qulay metall HARDOX Clad metalidir. Chunki eyilishga chidamlilik o‘ta yuqori, ishlov berish oson va narxi yuqori emas. Mayin maydalovchi konusli maydalagichlarga maydalanish uchun tushayotgan material dastlab jag‘li maydalagichlarda maydalanishi sababli konusli maydalagichga maydalanadigan materialni yuklashdan xosil bo‘ladigan zaraba kuchi deyarli katta bo‘lmaydi. Bu esa HARDOX Clad rusumli qatlamli po‘latdan konusli maydalagich futerovkasi bronelarini tayyorlash boshqa po‘latlarga nisbatan samaraliroq bo‘ladi.

Quyidagi jadvalda Yevropa va Xitoy standartlari asosidagi po‘latlarning Rossiya standartlaridagi anologlari keltirilgan.

5-jadval

Chetel po‘lati	Rossiyadagi ehtimoliy analogi	GOST / TU	Izoh
HARDOX 500/600	110G13L (margansevli po‘lat) 65G, 40X, 30XGSA (mexanik ishlovdan keyin)	GOST 977-88 (110G13L) GOST 4543-71	Abraziv bardoshligi yuqori, HARDOX Clad ning to‘liq o‘rmini bosmaydi, lekin asosiy yuklama ostida ishlatish mumkin.
NM500 (Xitoy)	09G2S, 20XGN2TA (engil konstruksiya uchun)	GOST 19281-2014 TU 14-1-3023-80	HARDOXga nisbatan kamroq resurs, lekin arzonroq. Rossiyada o‘rtacha darajadagi abraziv muhitga moslashgan.
S355JR/ S355MC (EN 10025)	St3sp, 09G2S, 10G2S1	GOST 380-2005 GOST 19281-2014	Konstruksion po‘lat sifatida S355ga yaqin. 09G2S — sovuq iqlimda samarali.
AISI 2205 (Duplex Steel)	08X22N6T (EI943) 03X21N5M2T	GOST 5632-2014	Dual fazali, agressiv muhit va korroziyaga chidamli. Xarbiy va ximiya sanoatida ishlatiladi.
ASTM A516 Gr.70	15XM, 12X1MF, 20K, 20GS	GOST 5520-79 GOST 19281-2014	Yuqori bosim va haroratga chidamli korpuslar uchun ishlatiladi. Dual-metall Clad uchun asos.

«Dual fazali» (inglizcha: *dual-phase*) — bu asosan metallurgiyada ishlatiladigan atama bo‘lib, u po‘lat yoki boshqa qotishmaning **ikkita turli fazadan** tashkil topgan mikro strukturaga ega ekanligini anglatadi. Dual fazali po‘latda asosan **ferrit** asosiy fazasi, deformatsiyani yaxshi qabul qiladi, **martensit (qattiq va mustahkam faza)** – tarqoq joylashgan, chidamlilikni oshiradi.

Yuqorida bayon qilinganlardan quyidagi xulosalarga kelish mumkin.

1. Qurilish materiallari ishlab chiqaruvchi korxonalardagi ko'plab mashina va apparatlar, sh jumladan materiallarni maydalovchi konus maydalagichlar turli hil yuklanishlar va ishqalanish sharoitida ishlashi sababli qisqa muddatlarda ishga yaroqsiz xolga keladi.

2. Konusli maydalagichlarning futerovka bronyalari tayyorlanadigan materiallar mexanik xususiyatlari ko'rsatkichlari ularning ishlash sharoitiga to'liq javob bermaydi.

3. Yuqoridagi taxlillardan kelib chiqib aytish mumkinki, konusli maydalagich bronyalarini ishonchliligini oshirish uchun yuqori qatlam (ishlovchi yuza) uchun HARDOX 500 yoki HARDOX 600 rusumli po'latlardan va ichki qism uchun odatdagi po'latlardan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Adabiyotlar

- [1]. Терехин Е.П., Тулинов Р.А. Модернизация футеровочных броней конусных дробилок мелкого дробления. Журнал. Горный информационно-аналитический бюллетен (научно-технический журнал). 2019. №2 стр 146-155
- [2]. Фурин В.О., Федулов, К.А., Турьянский, Б.В. Интеллектуальные конусные дробилки ПАО "УРАЛМАШЗАВОД" Журнал Горная промышленность 2016. <https://cyberleninka.ru/article/n/intellektualnye-konusnye-drobilki-pao-uralmashzavod>
- [3]. Цимин Машины. <https://www.qimingmachinery.com/ru/wear-failure-of-cone-crusher-liner>

NEFTNI QAYTA ISHLASH QURILMALARINII KORROZIYADAN HIMOYALASH

K.D. Muxamadsodiqov

*Farg'ona davlat texnika universiteti,
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)*

Annotatsiya. Maqolada neftna qayti ishlash korxonalaridagi qurilmalarning korroziya muammosi va unga qarshi kurash usullari bayon qilingan, tegishli xulosalar qilingan.

Kalit so'zlar: korroziya, Gibbs energiyasi, emirilish, korroziyadan himoya, elektroqoplash, legirlash, protektor, ingibitor, monitoring.

Аннотация. В статье изложена проблема коррозии оборудования на нефтеперерабатывающих предприятиях и методы борьбы с ней, сделаны соответствующие выводы.

Ключевые слова: коррозия, энергия Гиббса, разрушение, защита от коррозии, гальваническое покрытие, легирование, протектор, ингибитор, мониторинг.

Abstract. The article describes the problem of corrosion in equipment at oil refining plants and the methods of combating it, with relevant conclusions drawn.

Keywords: corrosion, Gibbs energy, degradation, corrosion protection, electroplating, alloying, sacrificial anode, inhibitor, monitoring.

Neftni qayta ishlash sanoatidagi global muammolardan biri mashina va apparatlarni, shuningdek quvuro'tkazgichlarni korroziyadan himoya qilishdir. Ular yuqori agressiv muhitda ishlaydi. Bunday muxitda ishlaydigan detallarni korroziya tezligi o'ta yuqori, xizmat muddati nisbatan oz. Korroziyaga qarshi kurashish bo'yicha umumiy yillik xarajatlar yalpi milliy mahsulotning 2–4% ini, Amerika qo'shma shtatlari, Germaniya va Angliyada esa 3 % ni takil qilib dunyo bo'yicha korroziya tufayli zarar yiliga 1,8 trillion dollorni tashkil etadi [1].

Korroziya – bu metallar va qotishmalarning atrof-muhit bilan o'zaro ta'sirlashuvi natijasida o'z-o'zidan emirilishi jarayonidir. Korroziya natijasida metallning xossalari o'zgaradi, ko'pincha uning mexanik xususiyatlari (mustahkamlik, qattqlik, plastiklik va h.k.) yomonlashadi. Korroziya jarayonining yuz berish ehtimolini reaksiyaning Gibbs energiyasi potentsiali orqali baholash mumkin, agar bu ko'rsatkich manfiy qiymatga ega bo'lsa, u holda korroziya jarayoni termodinamik jihatdan mumkin bo'ladi.

Korroziyadan himoya – bu metall va qotishmalarning emirilishini sekinlashtirish yoki to‘xtatish, mashinalar, uskunalar va inshootlarni belgilangan ekspluatatsiya muddati davomida saqlash va ularning ish qobiliyatini ta’minlashga qaratilgan chora-tadbirlar majmuasidir [2].

Metalllarni korroziyadan himoya qilish uchun bir yoki bir nechta usullar qo‘llanilishi mumkin:

Metall yuzasini ishlov berish – metall, konversion, lak-bo‘yoq qoplamalari va futerovka materiallarini (viniplast, rezina va h.k.) qoplash.

Elektroximik va kimyoviy ishlov berish natijasida metall yuzasida oksid yoki fosfat plyonkalari hosil qilish mumkin, ular yuqori adsorbsiya qobiliyatiga, elektrizolyatsion va yarimo‘tkazgichlik xususiyatlariga, oshirilgan qattqlikka va ishqalanish sharoitida barqarorlikka ega bo‘ladi. Oxirgi ishlov berish jarayonida oksidlovchi moddalar, surkov materiallar yoki lak-bo‘yoq moddalar qo‘llanilganda konversion qoplamalarning xizmat muddati sezilarli darajada oshadi.

Elektroqoplash (galvanik qoplamalarni metall yuzasiga cho‘ktirish) yordamida qatlam qalinligini boshqarish, rangli metallarni tejab ishlatish, yuqori haroratda kechadigan metallardan qoplamalar hosil qilish mumkin. Himoyalovchi elektrokimyoviy qoplamalar quyidagi xususiyatlarga ega bo‘lishi kerak: buyumni agressiv muhitdan izolyatsiya qilish qobiliyati, o‘zining korroziyaga chidamliligi, zarur fizik-mexanik xususiyatlari. Polimer qoplamalar yuqori molekulyar birikmalar eritmalaridan hosil qilinadi. Polimer materiallar futerovka, lak va pasta ko‘rinishida qo‘llanilishi mumkin.

Neftni qayta ishlash korxonalarida qurilma, mashina va mexanizmlarni korroziyadan himoya qilishda metall qoplamalaridan keng foydalaniladi.

Metall qoplamalari ularning maqsadi, ishlatilish sharoiti, qoplash usullari va himoya mexanizmiga ko‘ra farqlanadi.

Maqsadiga ko‘ra metall qoplamalar: himoyalovchi qoplamalar metallni korroziyadan saqlash uchun qo‘llaniladi; himoyalovchi-dekorativ qoplamalar esa metallni korroziyadan saqlash bilan birga, uning tashqi ko‘rinishini bezash maqsadida ham ishlatiladi. Qoplamalarni maxsus turlari ham bo‘lib, ular metalldan tayyorlangan detallarning qattqliligini, antifriksion xususiyatlarini va boshqa xossalarni oshirish uchun qo‘llaniladi. Qoplamalar ishlatish sharoitiga ko‘ra agressiv muhitda, atmosfera sharoitida yoki yuqori xaroratda ishlaydiganlarga ham bo‘linadi.

Qoplash usuliga ko‘ra qoplamalar metall qoplamalar galvanik usulda qoplanuvchi, qizdirib qoplanuvchi, termodiffuzion qoplanuvchi, metallizatsiyalanuvchi va plaktrovka usulida qoplanadigan turlarga bo‘linadi.

Ishlatilish sharoitiga ko‘ra qoplamalar agressiv muhitda, atmosfera sharoitida yoki yuqori haroratlarda ishlaydigan turlarga bo‘linadi.

Galvanik qoplamalar doimiy tok ta’sirida metall ionlari bo‘lgan elektrolitdan metall qatlamining cho‘kishi orqali hosil qilinadi. Qizdirib qoplangan qoplamalar muhofaza qilinishi kerak bo‘lgan buyumni eritilgan metall solingan vannaga to‘liq botirish yo‘li bilan hosil qilinadi (masalan, temir varaqalar, simlar, ba’zi turdagi muzlatkich agregatlari rux, qalay yoki surma bilan qoplanadi).

Termodiffuzion qoplamalar — muhofaza qilinadigan metallning yuza qatlamlari yuqori haroratda muhofaza qiluvchi metall atomlari bilan to‘yintirilishi natijasida hosil bo‘ladi.

Neftni qayta ishlash zavodlarida ishlatiladigan metall konstruksiyalar, apparatlar va quvurlar agressiv muhitda (kislotalar, ishqorlar, uglevodorod bug‘lari, yuqori harorat va bosim) ishlaydi. Shu sababli qoplamalarning ayrim turlari bu sohada keng qo‘llaniladi.

1. Elektrokimyoviy yo‘l bilan qoplanadigan galvanik qoplamalar nasos vallari, armaturalar (klapan, ventil), datchik elementlari, mayda detallarda qo‘llaniladi. Qoplovchi metall sifatida nikel, xrom, kadmiy kabi metallardan foydalaniladi. Bu metallar korroziyaga yuqori darajada chidamli bo‘lib, metallarni agressiv muhitda korroziyadan himoya qiladi va metall yuzasidagi ishqalanishni kamaytiradi.

Asosiy buyum (temir, po‘lat detal yoki quvur) qizdirilgan metall vannasiga to‘liq botirish yo‘li bilan olinadigan qoplamalar quvurlarni tashqi tomoniga, rezervuarlar, ishqalanish kuchi katta

bo‘lmagan konstruksiyalarga qoplanadi. Qoplovchi material sifatida qalay, surma, rux kabi arzon va kamyob bo‘lmagan metallardan foydalaniladi. Bu metallar konstruksiyalarni atmosfera va nam muhitdagi korroziyadan ishonchli himoya qilishi bilan birga, yuqori xaroratli va qattiq agressiv muhitda tez emiriladi. Bunday qoplama turini qoplash qoplovchi materiallarning arzonligi va kerakli jixozlarni oddiyligi tufayli tiqtisodiy jixatdan qulay.

2. Yuqori xaroratli qoplashda ximoyalanuvchi metallni erigan metallga botirish bilan amalga oshiriladi. Bu usul bilan tashqi quvurlar, rezervuarlar, ishqalanish kuchi katta bo‘lmagan konstruksiyalar korroziyadan ximoyalanadi. Qoplanuvchi metall sifatida rux, qalay surmadan foydalaniladi. Qoplangan metal asosiy metallni atmosfera va nam muhitdagi korroziyadan ishonchli himoya qiladi. Lekin qoplangan metall qatлами yuqori haroratli va qattiq agressiv muhitda tez emiriladi.

3. Termodiffuzion qoplamalar pech quvurlari, reaktor ichidagi detallar, issiqlik almashinuvchi quvurlarda qo‘llaniladi. Qoplama sifatida alyuminiy, xrom kabi metallardan foydalaniladi. Qoplashning bu turida metall yuza qatlamining atom darajasida to‘yinishi, yuqori haroratda ham uzoq muddatli himoyani ta‘minlaydi. Metall yuzasini termodiffuzion qoplash texnologiyasi qimmat va jarayon ko‘p vaqt talab qiladi

4. Changlatib metallash katta o‘lchamli apparatlar va quvurlarning ichki va tashqi yuzalari, kolonnalar, pech korpuslarini ximoyalashda qo‘llaniladi. Metallash uchun alyuminiy, rux, nikel dan foydalaniladi. Yirik konstruksiyalarda oson qo‘llaniladi. Lekin qoplamani qo‘shimcha silliqlash talab qilinadi.

5. Plakirovka (qatlamli qoplash) kolonnalar, reaktorlar, issiqlik almashinuvchi apparatlar, katta diametrli quvurlarni korroziyadan himoyalashda qo‘llaniladi. Qoplash uchun titan, zanglamaydigan po‘latlardan foydalaniladi. Bu texnologiya juda qimmat, lekin neft-kimyo sanoatida ayrim hollarda majburiy ravishda ishlatiladi.

Metalllarni legirlash – bu ularning tarkibiga legirlovchi elementlarni (metalllar, nometalllar) kiritish bo‘lib, bu metallning korroziyaga chidamliligini yoki mexanik xususiyatlarini oshiradi. Qanchalik korroziya muhiti kimyoviy jihatdan faol bo‘lsa va po‘latning mexanik xususiyatlariga talab yuqori bo‘lsa, tarkibda shunchalik ko‘proq xrom, nikel va boshqa legirlovchi elementlar bo‘lishi kerak. Tarkibida 12 yoki undan ortiq massa foizida xrom saqlovchi po‘latlar kimyo sanoatiga xos bo‘lgan juda agressiv sharoitlarda ishlatish uchun maxsus ishlab chiqilgan. Xrom turli kislotalik va anion tarkibli muhitlarda yuqori darajada faolsizlanish xususiyatiga ega.

Zanglamaydigan po‘latlar umumiy korroziyaga chidamliligi bo‘yicha konstruksion materiallar orasida etakchi o‘rinlardan birini egallaydi. Shu bilan birga, zanglamaydigan po‘latlar turli xil mahalliy korroziya turlariga moyil: pitting (chuqurchali), kristallararo, yoriqli korroziya va korroziyalı yorilish [3].

Elektrokimyoviy himoya – metallni tashqi tok (katod yoki anod yo‘nalishida) bilan polyarizatsiya qilish yoki qo‘shimcha elektrod (protektor) bilan kontaktda bo‘lishi orqali uning elektroximik korroziya tezligini kamaytirishdir. Bu turdagi himoya faqat yuqori elektr o‘tkazuvchanlikka ega tabiiy va texnologik muhitlarda qo‘llaniladi.

Anodli polyarizatsiyada himoya qilinayotgan metall tok manbai musbat qutbiga (ya‘ni anod sifatida) ulanadi yoki potensiali yuqoriroq metall bilan kontaktda bo‘ladi. Metall konstruksiyasining korroziya tezligi faqat uni faolsiz holatga o‘tkazilganda kamayadi. Shuning uchun anodli elektroximik himoya faqat folsizlanishga oson kirishuvchi metall va qotishmalar uchun, oksidlovchi muhitlarda va faolsizlanishni buzulishiga olib keluvchi ionlar yo‘q hollarda samarali bo‘lishi mumkin.

Eng keng qo‘llaniladigani – katodli himoya bo‘lib, metall konstruksiyalar va quvurlarda ishlatiladi. Bu holda himoya qilinayotgan metall yoki doimiy tok manbai manfiy qutbiga ulanadi, yoki potensiali salbiyroq bo‘lgan metall bilan kontaktda bo‘ladi (protektorli himoya). Korroziyaga uchrayotgan metallni ikki elektrodli qisqa tutashgan galvanik element sifatida tasavvur qilish mumkin, unga samarali protektor vazifasini bajaradigan uchinchi elektrod ulanadi.

Protektorlar yordamida uskunalar va quvurlarni korroziyadan himoya qilish usuli hozirgi kunda ham dolzarb hisoblanadi. Protektorlar, asosan, quyidagi hollarda qo‘llaniladi:

- konstruksiyada yaxshi izolyatsiya qoplamasi mavjud bo'lsa va samarali himoya uchun kichik kuchlanishli tok talab qilinsa;

- zarur jihozlar yo'qligi sababli katodli himoyadan foydalanish imkoni bo'lmasa.

Protektorlarning asosiy afzalligi – tok manbaidan mustaqillik,

- mahalliy himoya qilish imkoniyati (masalan, yuqori korroziya xavfi mavjud joylarda),

- qo'shni himoyalangan konstruksiyalarga deyarli ta'sir qilmasligi,

- katodli himoyaga nisbatan himoyachi tokdan samaraliroq foydalanish.

Protektorlar tayyorlash uchun himoya qilinayotgan inshoot metallariga nisbatan elektroximik jihatdan faolroq metall qotishmalaridan foydalaniladi.

Korroziya muhitini ishlav berish – uning agressivligini kamaytirish uchun amalga oshiriladi (kislorod, tuzlarni yo'qotish, iflos qo'shimchalardan tozalash). Metallga adsorbsiyalanish qobiliyatiga ega bo'lgan korroziya ingibitorlarini eritmaga kiritish metall yuzasining xususiyatlarini o'zgartiradi va uning emirilish tezligini kamaytiradi. Korroziya ingibitorlari – bu shunday kimyoviy birikmalarki, ular korroziya tizimida bir litrga bir necha gramm (yoki undan ham kam) konsentratsiyada bo'lsa ham, korroziya tezligini pasaytiradi. Korroziya ingibitorlari kimyoviy birikmalar kompozitsiyasi ko'rinishida ham bo'lishi mumkin. Ingibitorlar bilan himoya asosan korroziya muhiti hajmi doimiy yoki kamdan-kam yangilanadigan tizimlarda: rezervuarlar, sisternalar, par qozonlari, sovutish tizimlari, ayrim kimyoviy apparatlar, metall yuzasidan okalina olish uchun ishlatiladigan zaxarlovchi vannalar, shuningdek metall buyumlarni tashish va saqlash jarayonlarida qo'llaniladi.

Ingibitorlar quyidagicha tasniflanadi:

- ta'sir mexanizmiga ko'ra: katodli, anodli va aralash;

- kimyoviy tabiatiga ko'ra: noorganik, organik;

- ta'sir sohasiga ko'ra: kislota, ishqoriy va neytral muhitlar uchun.

Ingibitorlar ta'sirida ikkilamchi elektr qatlamining tuzilishi o'zgaradi, elektrod reaksiyalari qayta kuchlanishi oshadi, metall yuzasida yupqa himoyalovchi plyonkalar hosil bo'ladi. Jihozlarni himoya qilish uchun samarali ingibitorlarni ishlatish katta kapital sarflarsiz xizmat muddatini oshirish imkonini beradi. Metallni korroziyadan himoya qilar ekan, ingibitorlar korroziyali yorilishni to'xtatadi va metallarning mexanik xususiyatlarini saqlab qoladi. Himoya samaradorligi aniq sharoit uchun optimal ingibitorni tanlash va ingibitorlash texnologiyasini to'g'ri yo'lga qo'yish bilan oshadi.

Zamonaviy usullardan biri – kimyoviy ishlab chiqarish quvurlari va apparatlarining korroziya holatini baholash uchun korroziya monitoringi hisoblanadi. Bu tizim kuzatuv va prognoz qilish orqali ehtimoliy korroziya sababli yuzaga kelishi mumkin bo'lgan nosozliklar haqida o'z vaqtida ma'lumot olish imkonini beradi.

Ishlab chiqarish ob'ekti loyihasini tayyorlash bosqichida monitoring korroziyaga chidamliligi, mexanik mustahkamligi va qiymatini hisobga olgan holda, agressiv muhit ta'siriga mos keladigan konstruksion materiallarni optimal tanlashdan iborat bo'ladi.

Yuqorida keltirilgan fikrlar asosida quyidagi xulosaga kelish mumkin:

- xalq xo'jaligining barcha soxalarida korroziyaga qarshi kurash muxim dolzarb muammo bo'lib hisoblanadi va bu muammoni bartaraf etishga qaratilgan xar bir tadbir iqtisodiy samaradorlikga ega.

- muhit xususiyatlaridan kelib chiqib korroziyaga qarshi kurashishni tashkil qilish qurilmalar, mashina va mexanizmlarni xizmat muddatini oshirishga olib keladi.

- ishlab chiqarish ob'ektlarini korroziyaga qarshi monitoringini o'z vaqtida o'tkazish va aniqlangan kamchiliklarni bartaraf qilish va ishchi xodimlarning korroziya borasidagi bilim

malakalarini doimiy oshirish korroziyaga qarshi kurashishning eng samarali usuli bo'lib hisoblanadi.

Xulosa va takliflar.

1. Metallardagi korroziya jarayoni xalq xo'jaligining hamma soxalarida, shuningdek neftni qayta ishlash va kimyo sanoati korxonalarida katta ziyon keltiradi.

2. Korxonalarda metallar korroziyasini oldini olishda quyidagi chora tadbirlar muxim ahamiyatga ega xisoblanadi:

-har bir sanoat korxonasida korroziya xizmatini tashkil qilish;

-har bir sanoat korxonasida muntazam rejali ravishda qurilmalar, mashina va mexanizmlarni korroziya bo'yicha monitoringini o'tkazish;

-xar bir texnika oliy o'quv yurtida metallar korroziyasi bo'yicha mutaxassislar tayyorlash va korroziya bo'yicha muammoli ilmiy tadqiqot laboratoriyalarini tashshkil qilish.

Adabiyotlar

- [1]. Семенова И.В., Флорианович Г.М., Хорошилов А.В. Коррозия и защита от коррозии. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 336 с.
- [2]. Березовская В. В., А. В. Березовский А. В. Коррозионно-стойкие стали и сплавы. Учебное пособие . Екатеринбург. 2019.
- [3]. Muxamadsodiqov K.D., Axunbaev A.A. Korroziyabardosh konstruksion materiallar texnologiyasi. Farg'ona 2020. 250 bet.

UYURMALI OQIM HOSIL QILUVCHI HO'L USULDA CHANG TOZALASH APPARATINING SAMARADORLIGINI TAJRIBAVIY TADQIQ QILISH

R.J. Tojiyev, N.A. Ergashev

Farg'ona davlat texnika universiteti

nasimbek1976@gmail.com

[*\(Qabul qilindi 15.09.2025 y.\)*](#)

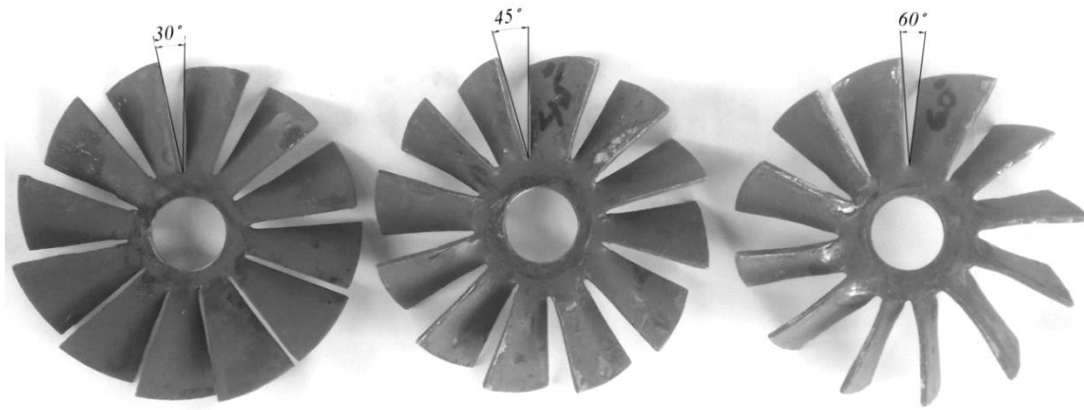
Аннотация: В статье экспериментально исследована эффективность улавливания кварцевой пыли и пыли доломита в пылеулавливающем аппарате, работающем по мокрому способу. В ходе исследований учитывались изменения скорости газового потока, расхода жидкости, а также конструктивных параметров контактных элементов. В результате определены концентрации улавливания частиц кварцевой и доломитовой пыли в аппарате и установлена эффективность очистки в процентах. Полученные результаты имеют практическое значение для определения оптимального режима работы аппарата и повышения его энергоэффективности.

Ключевые слова: вихревой поток, мокрый способ, расход жидкости и газа, контактный элемент, плотность газа, угол наклона, пленка жидкости, кварцевый песок и доломитовая пыль, воздушный поток, газовый поток.

Annotation: The article presents an experimental study of the efficiency of capturing quartz and dolomite dust in a wet-method dust collecting apparatus. The research considered variations in gas flow velocity, liquid flow rate, and the design parameters of contact elements. As a result, the concentrations of quartz and dolomite dust particles retained in the apparatus were determined, and the dust removal efficiency was established in percentage terms. The obtained results have practical significance for identifying the optimal operating mode of the apparatus and improving its energy efficiency.

Key words: vortex flow, wet method, liquid and gas flow rate, contact element, gas density, inclination angle, liquid film, quartz sand and dolomite dust, air flow, gas flow.

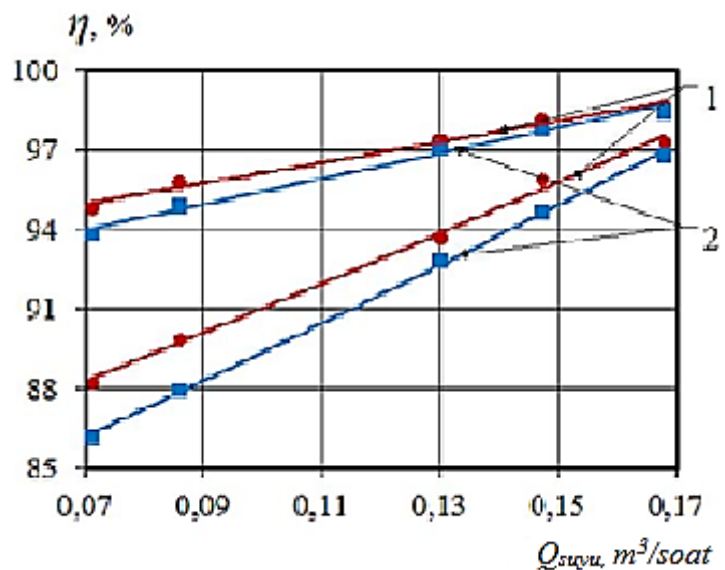
Annotatsiya. Maqolada ho'l usulda ishlovchi chang ushlovchi apparatda kvars qumi va dolomit changlarini ajratib olish samaradorligi tajribaviy ravishda o'rganildi. Tadqiqotlarda gaz oqim tezligi, suyuqlik sarfi hamda kontakt elementlar konstruktiv parametrlari o'zgarishi hisobga olindi. Natijada, kvarts qumi va dolomit changlari zarrachalarining apparatda tozalanish konsentratsiyasi aniqlanib, tozalash samaradorligi foizlarda aniqlandii. Olingan natijalar apparatning optimal ish rejimini aniqlash hamda energiya tejamkorligini oshirish uchun amaliy ahamiyat kasb etadi.



2-rasm. 30°; 45° va 60° kontakt elementlarning umumiy ko‘rinishi.

Bu orqali apparatni tozalash samaradorligini tadqiq etishda gidravlik qarshilikni aniqlash bo‘yicha o‘tkazilgan tajriba natijalaridan hamda K.T.Semrauning tadqiqot ishidan foydalanildi [2,4]. K.T.Semrauning tadqiqot ishidan ma’lumki, tozalash samaradorligi apparatning gidravlik qarshiligiga bog‘liq bo‘lib, apparat o‘lchami va konstruksiyasiga bog‘liq emas. Bunda umumiy energiya sarfi suyuqlik yordamida changli gazlarni tozalashga sarflanishi zarur [4,5]. Yuqoridagilardan kelib chiqib apparat gidravlik qarshiligining tozalash samaradorligiga ta’siri tadqiq etildi. O‘tkazilgan tajribalarda o‘zgaruvchi omillarning quyidagi chegaralari, suyuqlik shtuserining diametri $d_{sh}=2, 2,5$ va 3 mm, suyuqlik sarfi $Q_{suyu}=0,070\div 0,327$ m³/soat gacha oraliq qadam $0,060$ m³/soat ortib bordi, ishchi quvurga o‘rnatilgan kontakt element parraklarining qiyalik burchagi $\alpha= 30^\circ; 45^\circ$ va 60° kontakt elementlarning parraklar soni o‘rnatilish burchagiga mos ravishda 12 dona, gaz tezligi $v_g=5\div 25$ m/s gacha oraliq qadam 5 m/s oshirib borildi [6]. Gaz zichligi havo va kvars qumi changi aralashmasi uchun $\rho_g=1,89$ kg/m³ (bunda 1m³ havo tarkibida kvars qumi changi PDK talabi va GOST-22551-77 bo‘yicha 345,4 mg/m³) belgilandi. Tajribalarni o‘tkazishda tashqi muhit ta’siri hisobga olinib suv va gaz tizimi uchun harorat 20 ± 2 belgilandi. Olingan tajriba natijalari asosida gidravlik qarshilikning tozalash samaradorligiga ta’siri bo‘yicha taqqoslash grafiklari qurildi.

Ikkinchi bosqichda havo va dolomit changi aralashmasini apparat gidravlik qarshiligining tozalash samaradorligiga ta’siri tadqiq qilindi. O‘tkazilgan tajribalarda o‘zgaruvchi omillarning quyidagi chegaralari, suyuqlik shtuserining diametri $d_{sh}= 2, 2,5$ va 3 mm, suyuqlik sarfi $Q_{suyu}=0,070\div 0,327$ m³/soat gacha oraliq qadam $0,060$ m³/soat ortib bordi, ishchi quvurga o‘rnatilgan kontakt element parraklarining qiyalik burchagi $\alpha=30^\circ; 45^\circ$ va 60° kontakt elementlarning parraklar soni o‘rnatilish burchagiga mos ravishda 12 dona, gaz tezligi $v_g=5\div 25$ m/s gacha oraliq qadam 5 m/s oshirib borildi [7,8]. Gaz zichligi havo va dolomit changi aralashmasi uchun $\rho_g=2,13$ kg/m³ (bunda 1m³ havo tarkibida dolomit changi PDK talabi va GOST-23672-79



1 – kvars qumi changi; 2 – dolomit changi

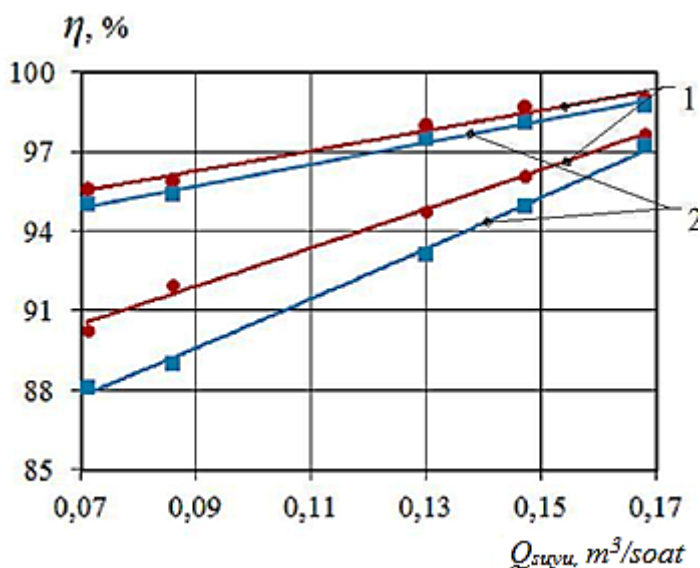
3-rasm. Tozalash samaradorligi η_{keA} ning suyuqlik sarfi Q_{suyu} ga bog‘liqligi $\alpha = 60^\circ - \text{const}$.

bo'yicha $360,3 \text{ mg/m}^3$) belgilandi. Tajribalarni o'tkazishda tashqi muhit ta'siri hisobga olinib suv va gaz tizimi uchun harorat 20 ± 2 belgilandi. Olingan tajriba natijalari asosida gidravlik qarshilikning tozalash samaradoriligiga ta'siri bo'yicha taqqoslash grafiklari qurildi. (3, 5-rasmlar). Tajribalarning ko'p omilliligi inobatga olinib grafiklar gaz tezligining quyi va yuqori yuklamalari uchun qurildi.

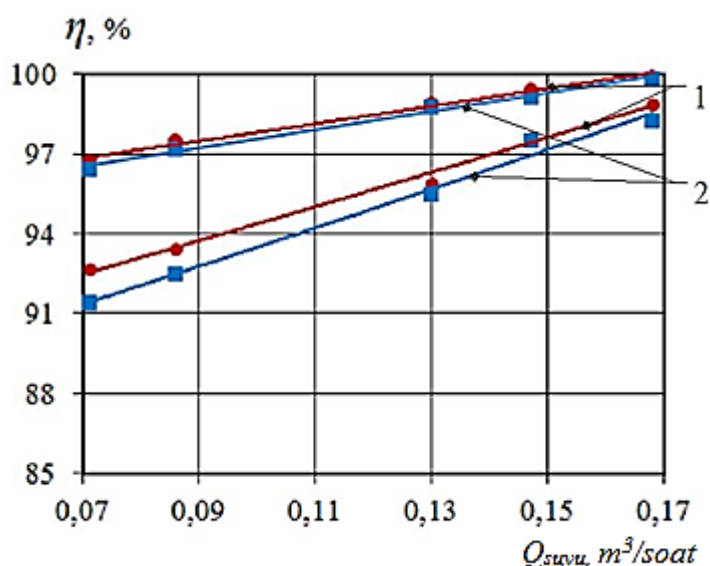
3, 5-rasmlarda berilgan ma'lumotlardan ko'rinadiki ishchi quvurga o'rnatilgan kontakt element parraklarining qiyalik burchagi $\alpha=60^\circ$ va elementlar parraklari soni 12 dona bo'lganda gaz tezligining quyi chegarasida tozalash samaradorligi apparatga berilayotgan suyuqlik sarfining $Q_{suyu}=0,07 \div 0,327 \text{ m}^3/\text{soat}$ oraliqlarida $86,1 \div 96,8 \%$ gacha, gaz tezligining yuqori yuklamasida $92,7 \div 98,1 \%$ ni, ishchi quvurga o'rnatilgan kontakt element parraklarining qiyalik burchagi $\alpha=45^\circ$ va elementlar soni 12 dona bo'lganda gaz tezligining quyi chegarasida tozalash samaradorligi apparatga berilayotgan suyuqlik sarfining $Q_{suyu}=0,07 \div 0,327 \text{ m}^3/\text{soat}$ oraliqlarida $93,2 \div 97,1 \%$ gacha, gaz tezligining yuqori yuklamasida $96,4 \div 99,7 \%$ ni va ishchi quvurga o'rnatilgan kontakt elementi parraklarining qiyalik burchagi $\alpha=30^\circ$ va elementlar soni 12 dona bo'lganda gaz tezligining quyi chegarasida tozalash samaradorligi apparatga berilayotgan suyuqlik sarfining $Q_{suyu}=0,07 \div 0,327 \text{ m}^3/\text{soat}$ oraliqlarida $86,1 \div 96,8 \%$ gacha, gaz tezligining yuqori yuklamasida $92,7 \div 98,1 \%$ ni tashkil etdi. Oraliq o'sish 15% dan oshmadi.

O'tkazilgan tajriba natijalaridan ko'rinadiki ishchi quvurga o'rnatilgan kontakt element parraklarining qiyalik burchagining kengayishi apparatda yo'qotiladigan bosimni kamaytiradi, lekin tozalash samaradorligiga sal'biy ta'sir ko'rsatadi. Aksincha ishchi quvurga o'rnatilgan kontakt element parraklarining qiyalik burchagi torayishi yo'qotiladigan bosimni ko'paytiradi, bu esa o'z navbatida kontakt element parraklari ishchi yuzasi ko'payishini va tozalash samaradorligining yaxshilanishini belgilaydi. Bu turdagi apparatlarga qo'yiladigan texnik talablardan biri kam energiya sarfida kontakt element parraklari qiyalik burchagi yuzalarni ko'paytirish va shu orqali tozalash samaradorligini yaxshilashdir.

1,3-rasmlarda keltirilgan grafik bog'liqliklarga eng kichik kvadratlar usulini qo'llab quyidagi



4-rasm. Tozalash samaradorligi η_{keA} ning suyuqlik sarfi Q_{suyu} ga bog'liqligi $\alpha = 45^\circ$ - const.



5-rasm. Tozalash samaradorligi η_{keA} ning suyuqlik sarfi Q_{suyu} ga bog'liqligi $\alpha = 30^\circ$ - const.

empirik formulalar olindi [9,10,11]:

Ishchi quvurga o'rnatilgan kontakt element parraklari qiyalik burchagi

$\alpha = 60^\circ$ bo'lganda;

$$v_g = 5 \text{ m/s, } y = 78,632e^{1,2404x} \quad R^2 = 0,9957 \quad (1)$$

$$v_g = 25 \text{ m/s, } y = 89,036e^{0,5931x} \quad R^2 = 0,9635 \quad (2)$$

Ishchi quvurga o'rnatilgan kontakt element parraklari qiyalik burchagi

$\alpha = 45^\circ$ bo'lganda;

$$v_g = 5 \text{ m/s, } y = 90,823e^{0,4114x} \quad R^2 = 0,9535 \quad (3)$$

$$v_g = 25 \text{ m/s, } y = 94,137e^{0,3531x} \quad R^2 = 0,9906 \quad (4)$$

Ishchi quvurga o'rnatilgan kontakt elementn parraklari qiyalik burchagi $\alpha = 30^\circ$ bo'lganda;

$$v_g = 5 \text{ m/s, } y = 90,842e^{0,4359x} \quad R^2 = 0,9663 \quad (5)$$

$$v_g = 25 \text{ m/s, } y = 94,667e^{0,3319x} \quad R^2 = 0,9708 \quad (6)$$

Xulosa

Changli gazlarni ho'l usulda tozalovchi apparat kontakt elementining turli konstuksiylarini qo'llash va uning apparat gidravlik qarshiligi hamda tozalash samaradorligiga ta'sirini baholash maqsadida o'tkazilgan eksperimental tadqiqotlarda optimal parametr sifatida kontakt elementi parraklari qiyalik burchagi 45° , shtuser teshigining diametri $d_{sh}=2,5 \text{ mm}$, 1 m^3 gazni chang zarralaridan tozalashga sarflanadigan suyuqlik miqdori $Q_{suyu}=0,04 \text{ m}^3/\text{l}$, apparatga berilayotgan gaz tezligi $v_g=25 \text{ m/s}$, apparatning gidravlik qarshiligi $\Delta P_s=2,6 \text{ kPa}$ va apparatning tozalash samaradorligi kvars qumi uchun $\eta_{keA}=99,7 \%$ va dolomit changi uchun esa $\eta_{keA}=99,4 \%$ teng bo'lishi tajribalarda aniqlandi.

Adabiyotlar

- [1]. Валдберг А.Ю., Николайкина Н.Е. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. – Москва: Дрофа, 2008. – 239 с.
- [2]. Ergashev N.A., Alimatov B.A. Kontakt elementi buralgan yo'ldosh - quyunli rejimda ishlovchi ho'l usulda chang tozalovchi qurilmada gidravlik qarshiliklarni tajribaviy aniqlash // Farg'ona politexnika institutining ilmiy-texnik jurnali. – Farg'ona, 2020. – №2. – B. 182-184.
- [3]. Эргашев Н.А., Маткаримов Ш.А., Зияев А.Т., Тожибоев Б.Т., Қўчқоров Б.У. Опытное определение расхода газа, подаваемое на пылеочищающую установку с контактным элементом, работающим в режиме спутникового вихря // Universum. – Москва, 2019. – № 12 (69). – С. 54-58.
- [4]. Semrau, K.T. Chemical Enginiring. – New York: № 20, – 1977. – P. 840.
- [5]. Анискин С.В. Струйный эффект очистки газа в прямоточном распылительном аппарате. – ШПХ, 2010 – №6. – С. 966-970.
- [6]. Эргашев Н.А. Исследование гидравлического сопротивления пылеулавливающего устройства мокром способом // Universum. – Москва, 2019. – № 12 (69). – С. 59-62.
- [7]. Сажин, Б.С., Гудим Л.И. Пылеуловители со встречными закрученными потоками // Химическая промышленность. – Москва, 1984. – №8. – С.50-54.
- [8]. Ergashev N.A., Alimatov B.A., Xoshimov J.N. Ho'l usulda chang va gazlarni tozalovchi apparatga berilayotgan suyuqlik sarfini tajribaviy aniqlash // "Kimyo, qurilish materiallari sanoati hamda turdosh ishlab chiqarish sohalariga innavatsion texnika va texnologiyalarni joriy etishning dolzarb muammolari" mavzusida I-Xalqaro ilmiy-amaliy anjumani 2019. – B. 351-352.
- [9]. Ergashev N. A., Isomidinov A. S., Alimatov B. A. Determination hydraulic resistance of device that has the vortex flow creating contact element // Austrian journal of technical and natural sciences. – Vienna. 2020. – № 3-4. – P.15-22.
- [10]. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. – Москва: Физматлит, 2006. – 816 с.
- [11]. Ergashev N.A. Ho'l usulda chang ushlovchi va gaz tozalovchi apparatni ishlab chiqarish sharoitida qo'llashning ilmiy texnik asoslari: Diss. ... PhD. – Toshkent, 2021. – 116 s.

CHANGLI GAZLARINI TOZALOVCHI HO'L USULDA ISHLOVCHI APPARATNI SANOATDA QO'LLASH VA UNING TOZALASH DARAJASINI ANIQLASH

R.J. Tojiyev, N.A. Ergashev

Farg'ona davlat texnika universiteti

nasimbek1976@gmail.com

(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Annotatsiya. Maqolada ho'l usulda ishlaydigan chang tozalash apparatining sanoatda qo'llanilishi va uning tozalash darajasi tadqiq qilindi. Sanoat chiqindilaridagi chang zarrachalarini samarali bartaraf etish atrof-muhit muhofazasi va ishlab chiqarish jarayonlarining ekologik xavfsizligini ta'minlashda muhim ahamiyatga ega. Apparatning konstruktiv xususiyatlari va ish rejimi aniqlanib, turli ish sharoitlarida uning tozalash samaradorligi aniqlangan.

Tayanch so'zlar: ho'l usul, uyurmali oqim, kontakt elementi, suyuqlik va gaz sarf, fazalararo yuza, suyuqlik plyonkasi, dolomit changi, gaz oqimi

Аннотация. В статье рассматривается применение оборудования для мокрой пылеулавливания в промышленности и эффективность его очистки. Эффективное удаление пылевых частиц из промышленных отходов имеет большое значение для охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности производственных процессов. Определены конструктивные особенности и режим работы оборудования, а также определена эффективность его очистки при различных условиях эксплуатации.

Ключевые слова: мокрый способ, попутный вихрь, расход жидкости и газа, контактный элемент, межфазная поверхность, поверхностное натужение, пленка жидкости, доломитовая пыль, газовый поток, скорость воздуха

Annotation. The article studies the application of wet dust removal equipment in industry and its cleaning efficiency. Effective removal of dust particles from industrial waste is of great importance for environmental protection and ensuring the ecological safety of production processes. The design features and operating mode of the equipment are determined, and its cleaning efficiency under various operating conditions is determined.

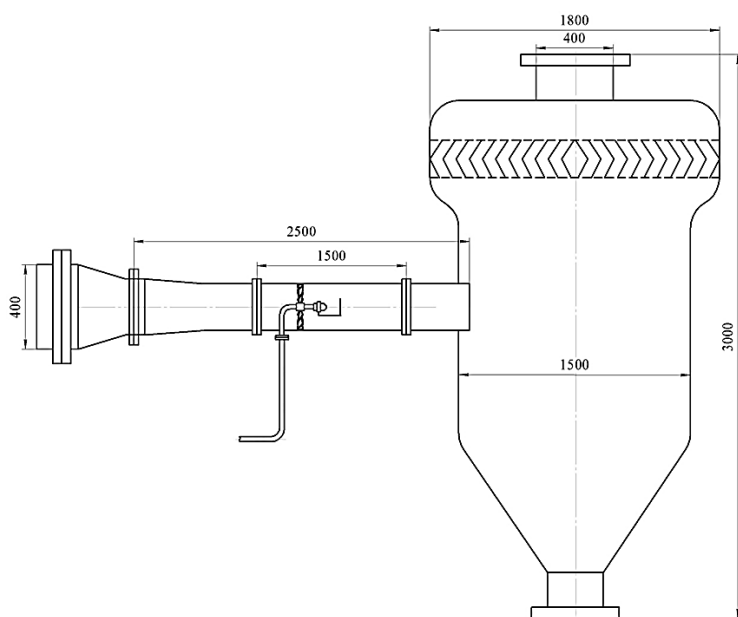
Key words: wet method, rolling stream, contact element, liquid and gas flow, rolling motion, liquid film, dolomite dust, gas flow

Hozirgi kunda sanoat korxonalarida atmosferaga chiqariladigan chiqindili gazlar tarkibida turli xil mayda dispersli chang zarrachalari mavjud bo'lib, ular atrof-muhitga va inson salomatligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Changli gazlarni samarali tozalash va ekologik xavfsizlikni ta'minlash

hamda ishlab chiqarish jarayonlarining barqarorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Gazlarni changdan tozalashning turli usullari mavjud bo'lib, ular orasida ho'l usulda ishlaydigan apparatlar yuqori samaradorligi va ishonchliligi bilan ajralib turadi. Bu turdagi apparatlarda gaz oqimi maxsus konstruksiya orqali suv yoki suyuqlik qatlami bilan intensiv aloqaga kirishadi va natijada chang zarrachalari to'liqroq yutiladi [1].

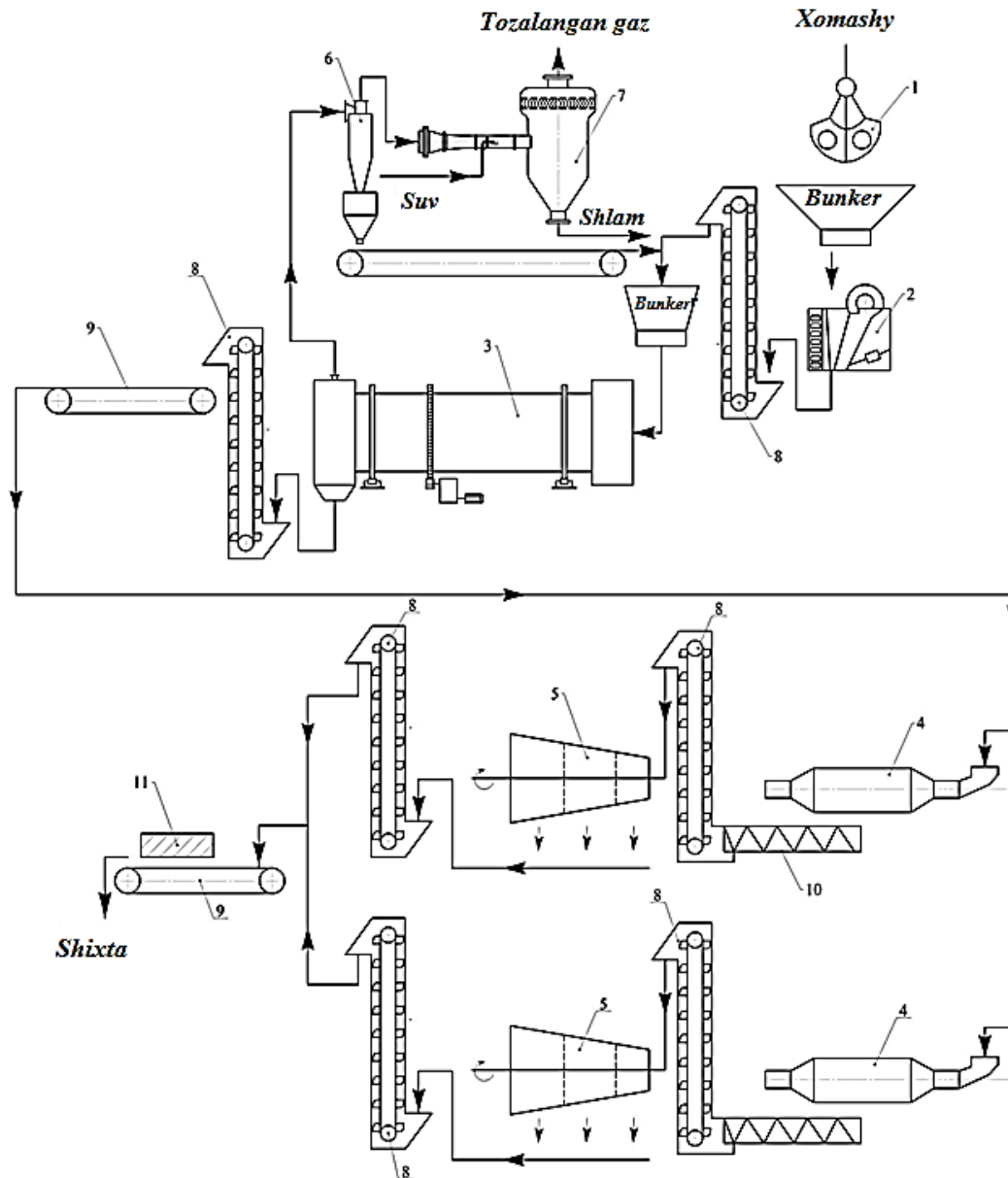
Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi ho'l usulda ishlaydigan chang tozalash apparatini sanoatga joriy etish imkoniyatlarini o'rganish hamda turli



1.1-rasm. Ho'l usulda chang ushlovchi apparat umumiy ko'rinishi.

ish sharoitlarida uning tozalash darajasini aniqlashdan iborat. Shu maqsadda apparatning konstruktiv xususiyatlari, ish rejimi va texnologik parametrlari tahlil qilinib, olingan natijalar asosida uning sanoat sharoitida qo'llanish samaradorligi aniqlandi.

Biz tomonimizdan yangi ishlab chiqilgan ho'l usulda chang ushlovchi va gaz tozalovchi apparatning tajriba modelida tozalash jarayoniga ta'sir qiluvchi asosiy ishchi faktorlar belgilandi (1-rasm) [2,4,12]. Apparatdagi gaz tezligi, gaz sarfi, suyuqlik sarfi, gidravlik yo'qotish, hamda apparatning mahalliy qarshiligi tajribalar asosida aniqlandi. Apparatga uyurmali xarakat beruvchi kontakt element tanlandi. O'tkazilgan nazariy hamda eksperimental tadqiqotlar asosida apparatga dastlabki talablar va texnik topshiriqlar ishlab chiqildi.



1.2-rasm. Xom ashyo bo'limi dolomitni quritish texnologik liniyasi.

- 1 – Kovushli greyfer; 2 – Jag'li maydalagich; 3 – Quritish barabani; 4 – Sharli tegirmon;
5 – Saralash mashinasi; 6 – Siklon NIOGAZ; 7 – Ho'l usulda chang ushlovchi va gaz tozalovchi
apparat; 8 – Kovushli elevator; 9 – Lentali konveyer; 10 – Vintli konveyer; 11 – Magnitli
seperator;

Changli gazni tozalash samaradorligini belgilash bo'yicha o'tkazilgan tajriba sinovlari Farg'ona politexnika instituti "Texnologik mashinalar va jihozlar" kafedrasining o'quv poligoni hamda «KVARTS» AJ ning xom ashyo tayyorlash sexida o'tkazildi.

Apparat «KVARTS» AJ ning dolomitni quritish texnologik chizig'ida quritish barabanida hosil bo'ladigan dolomit changini tozalash tarmog'iga o'rnatildi (1.2-rasm).

Gaz tarkibidagi dolomit changini tozalash bo'yicha tajriba sinovlari o'tkazildi.

«KVARTS» AJ xom ashyo sexidagi barabanli quritgichdan chiqayotgan dolomit changini ho'l usulda chang ushlovchi apparatda tozalash bo'yicha eksperimental tadqiqotlar o'tkazildi. Sanoat sinovlarini o'tkazishda quyidagi parametrlar gaz oqimiga uyurmali oqim hosil qiluvchi kontakt elementlarning ishchi organi qiyaligi $\alpha=30^\circ$; 45° va 60° , suyuqlikni sochuvchi shtuser teshigining diametri $d_{sh}=2$; 2,5 va 3 mm, apparatdagi gaz tezligi $v_g=7,07 \div 28,37$ m/s oralig'ida, apparatga berilayotgan suyuqlik sarfi $70 \div 189,2$ l/soat tanlandi. Tashqi muhit harorati 20 ± 2 °S, barabanli quritgichdan chiqayotgan changli gazning harorati dolomit changi uchun $65 \div 80$ °S.

Tajribalarning ko'p omilliligi hisobga olinib apparat tozalash samaradorligi va energiya iste'molini aniqlashda matematik rejalashtirish usulidan foydalanish belgilandi [2,12]. Unga ko'ra o'zgaruvchi omillar sifatida tanlangan shtuser teshigining diametri (X_1), suyuqlik sarfi (X_2), kontakt element parraklarining qiyalik burchagi (X_3) va gaz tezligi (X_4) apparatning tozalash samaradorligi va energiya iste'moliga eng ko'p ta'sir etuvchi omillar ekanligi aniqlandi hamda omillarning o'zgarish oraliqlari belgilandi[5,6,12]. 1.1-jadvalda omillarning sathlari va o'zgarish oraliqlari keltirilgan.

1.1-jadval

Omllarning sathlari va o'zgarish oraliqlari

№	Omillar	O'lchov birligi	Omllarni belgilanishi	O'zgarish oralig'i	Omllarning sathlari		
					quyi (-1)	asosiy (0)	yuqori (+1)
1.	Shtuser teshigining diametri	mm	X_1	0,5	2 mm	2,5 mm	3 mm
2.	Suyuqlik sarfi	m ³ /soat	X_2	0,054	0,07	0,124	0,178
3.	Kontakt element parraklarining qiyalik burchagi	gradus	X_3	15°	30°	45°	60°
4.	Gaz tezligi	m/s	X_4	10,61	7,07	17,68	28,3

Aniqlanadigan mezonlar sifatida tozalash samaradorligi (Y_1) va sarflanadigan energiya (Y_2) deb qabul qilindi.

Aniqlanadigan mezonlarga o'zgaruvchi omillarning ta'sirini ikkinchi darajali polinom to'liq yoritib beradi deb hisoblab, tajribalar HARTLI-4 rejasi asosida amalga oshirildi [3,12].

Aniqlanadigan mezonlarga nazorat qilinmaydigan omillarning ta'sirini kamaytirish uchun tajribalarni o'tkazish ketma-ketligi tasodifiy sonlar jadvalining 1/17 ko'rinishidan foydalanib belgilab olindi. Dolomit changini tozalash samaradorligi hamda energiya iste'molining maqbul parametrlarni aniqlash uchun tajribalar 5 marotabadan alohida-alohida takrorlangan holda o'tkazildi. Olingan tajriba natijalarining o'rta arifmetik qiymatlari tanlandi. Tozalash darajasini belgilashda ko'p tarkibli ANKT-410 markali gazoanalizator apparatidan foydalanildi. Tajriba natijalariga tegishli tartibda ishlov berilib, baholash mezonlarini adekvat ifodalovchi quyidagi regressiya tenglamalari "PLANEX" programmasining HARTLI-4 dasturi bo'yicha olindi va o'zgaruvchi omillarning baholash mezonlariga bog'liqlik grafiklari qurildi (1.3; 1.4-rasmlar).

Unga ko'ra:

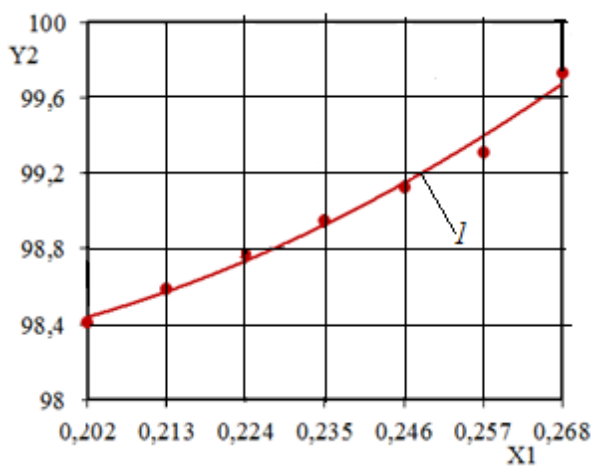
Apparatda dolomit changini tozalash samaradorligi quyidagi regressiya tenglamasi bo'yicha aniqlanadi, %

$$Y_1 = +99,827 + 0,187X_1 + 2,031X_2 + 0,145X_3 - 0,217X_4 + 0,067X_1X_1 - 0,085X_1X_2 + 0,166X_1X_3 + 0,000X_1X_4 - 1,963X_2X_2 + 0,200X_3X_3 - 0,386X_2X_4 - 0,186X_3X_3 + 0,000X_3X_4 - 0,145X_4X_4 \quad (1.1)$$

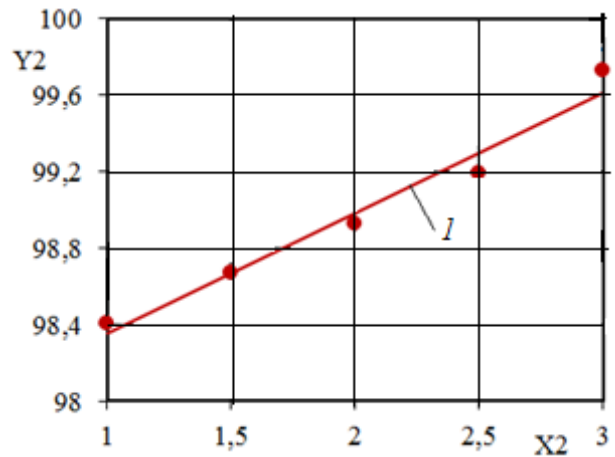
Apparatda dolomit changini tozalash jarayoni uchun sarflanadigan energiya quyidagi regressiya tenglamasi bo'yicha aniqlanadi, kJ/1000 m³

$$Y_2 = +269,154 + 4,793X_1 + 97,683X_2 - 10,017X_3 + 21,267X_4 + 36,397X_1X_1 + 1,329X_1X_2 - 1,579X_1X_3 - 2,863X_1X_4 + 0,000X_2X_2 + 41,471X_2X_3 + 39,104X_2X_4 + 17,397X_3X_3 + 3,913X_3X_4 - 62,386X_4X_4 \quad (1.2)$$

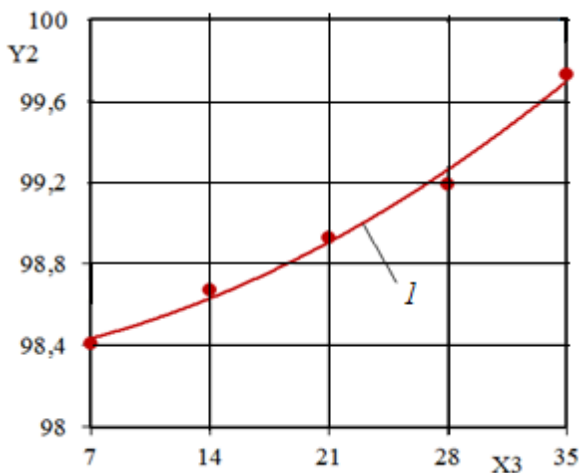
Dolomit changini tozalash jarayoni hamda energiya iste'moli uchun olingan regressiya tenglamalaridan foydalanib tozalash samaradorligi va energiya iste'molining apparatdagi o'zgaruvchan omillarga bog'liqlik grafiklari qurildi. Natijalar 1.3, *a*, *b*, *v*, *g* va 1.4, *a*, *b*, *v*, *g*-rasmlarda keltirilgan.



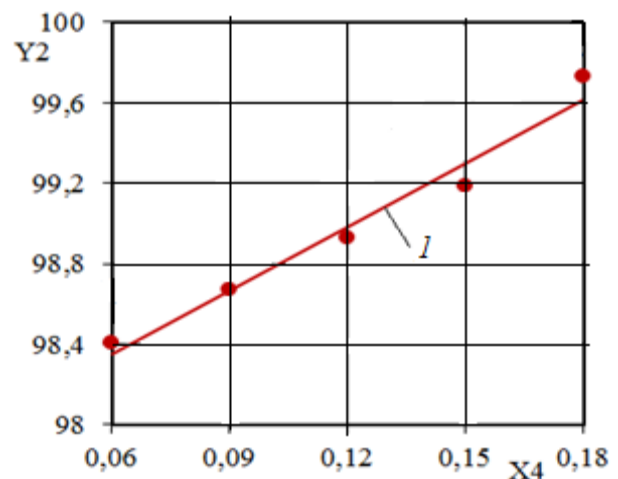
A



b



v



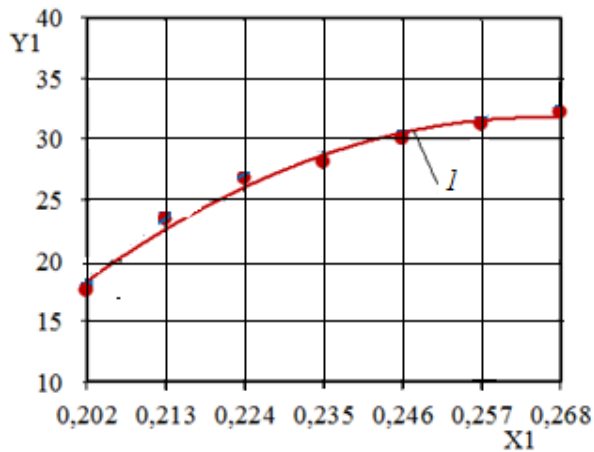
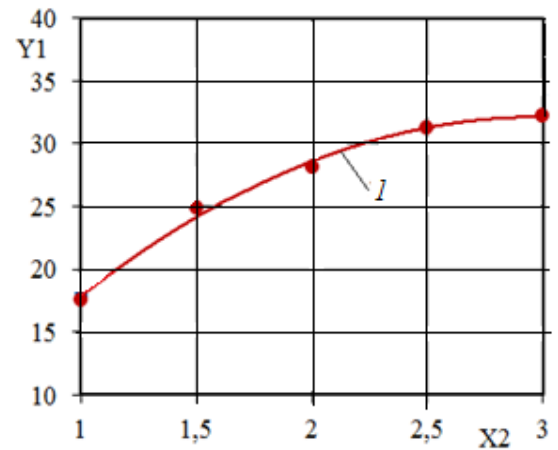
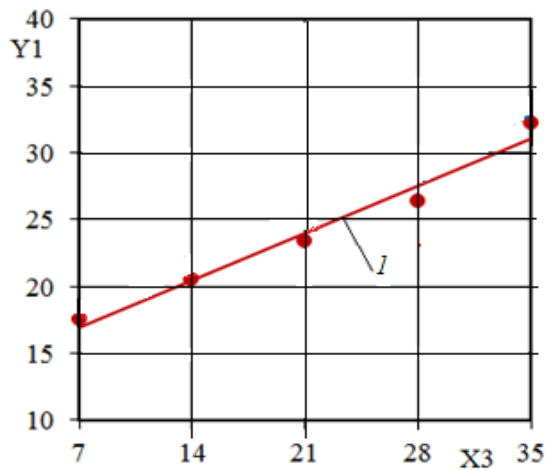
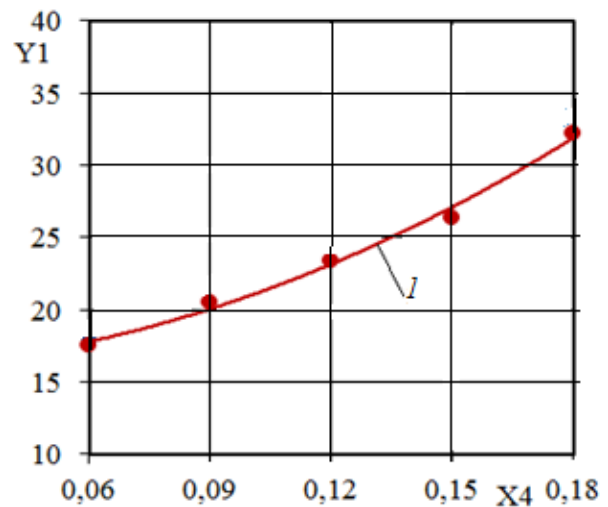
g

1 – dolomit changi.

A – tozalash samaradorligining kontakt element parrak yuzasiga bog'liqligi; b – tozalash samaradorligining shtuser teshigi diametiriga bog'liqligi; v – tozalash samaradorligining gaz tezligiga bog'liqligi; g – tozalash samaradorligining suyuqlik sarfiga bog'liqligi.

1.3-rasm. Tozalash samaradorligining o'zgaruvchi omillarga bog'liqligi

1 – dolomit changi.

*a**b**v**g*

A – energiyaning kontakt element parrak yuzasiga bog‘liqligi; *b* – energiyaning shtuser teshigi diametriga bog‘liqligi; *v* – energiyaning gaz tezligiga bog‘liqligi; *g* – energiyaning suyuqlik sarfiga bog‘liqligi.

1.4-rasm. Energiya sarfining o‘zgaruvchi omillarga bog‘liqligi

Olingan regressiya tenglamalari (1.1-1.2-tenglamalar) va grafiklar (1.3 va 1.4-rasmlar) tahlilidan ko‘rinib turibdiki, barcha omillar baholash mezonlariga sezilarli ta‘sir ko‘rsatadi. Bundan tashqari, suyuqlik sarfi, changli gaz tezligi, shtuser teshigining diametri va kontakt elementning qiyalik burchagi o‘rganilayotgan omillarga nisbatan murakkab bog‘liqlikda bo‘lar ekan.

Tadqiq etilayotgan jarayonlarga ta‘sir etuvchi omillar, ya‘ni apparatning tozalash samaradorligi va energiya iste‘molining maqbul qiymatlarini aniqlash maqsadida regressiya tenglamalari dolomit changini tozalash jarayoni uchun alohida-alohida yechib ko‘rildi. Bunda dolomit changini tozalash samaradorligi esa 98,9 % dan yuqori bo‘lish sharti GOST-67-198-142 talabi bo‘yicha qabul qilindi. Ushbu vazifa PK «Pentium IV» kompyuterida Excel dasturini «echimni qidirish» (poisk resheniya) amali yordamida yechilib, o‘zgaruvchi omillarning kodlangan ko‘rinishidagi maqbul qiymatlari olindi hamda kodlangan qiymatlardan natural qiymatlarga o‘tildi[4,12]. 1.2-jadval.

1.2- jadval

Kodlangan qiymatlardan natural qiymatlarga o'tish

№	Omillar	O'lchov birligi	Shartli belgilanishi	Kodlangan qiymati	Haqiqiy qiymati
				Dolomit changi	Dolomit changi
1	Shtuser teshigining diametri	mm	X ₁	-0,56	2,6
2	Suyuqlik sarfi	m ³ /soat	X ₂	-0,29	0,138
3	Kontakt element parraklarining qiyalik burchagi	gradus	X ₃	0,14	44°
4	Gaz tezligi	m/s	X ₄	0,26	20,4

Shunday qilib, namuna uchun tanlangan changni tozalash jarayoni uchun apparatning maqbul parametrlari standart holatga keltirildi va uni quyidagicha yozish mumkin[12].

Dolomit changini tozalash jarayoni uchun:

-shtuser teshigining diametri, $d_{sh}=2,6$ mm;

-suyuqlik sarfi, $Q_{cuyu}=0,138$ m³/soat.

-kontakt element parraklarining qiyalik burchagi, $\alpha=44^\circ$

-changli gaz tezligi, $v=20,4$ m/s;

O'tkazilgan tajriba tadqiqotlardan shunday xulosaga kelish mumkinki o'zgaruvchi omillarning bu qiymatlarida apparatning energiya sarfi 2,8 kVt/soat, tozalash samadorligi 99,46 % va gidravlik qarshiligi 1250,7 Pa ni tashkil etdi. Tajriba natijalariga ko'ra, tozalash samadorligi mavjud ho'l usulda tozalovchi apparatlarga nisbatan dolomit changi uchun 5,43 % ga yuqori, 1 m³ havoni tozalash uchun sarflanadigan suyuqlik 2,5 barobarga va energiya iste'moli 0,8 barobarga kam sarflanishi aniqlandi. Tajribalarda olingan natijalar shu turdagi apparatlarga qo'yiladigan texnik talablarni to'liq qanoatlantirdi.

Adabiyotlar

- [1]. E.B.Сугак. Очистка газовых выбросов в аппаратах с интенсивными гидродинамическими режимами E.B.Сугак., Н.А.Войнов, Н.А.Николаев – Казан: Риц и «Школа», 1999-224 с.
- [2]. Alimatov B.A., Ergashev N.A., Karimov I.T. "Kontakt elementi buralgan yo'ldosh quyunli rejimda ishlovchi ho'l usulda chang tozalovchi apparat", FarPI, "Ilmiy-texnika" jurnali, 2019y №2-son, 149-152-bet;
- [3]. K.Sh.Latipov. «Gidravlika, gidromashina, gidroyuritmalar» Toshkent, O'qituvchi, 1992 y.75-80 betlar.
- [4]. Кобзар А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников.–Москва: Физматлит, 2006.–816 с.
- [5]. Эргашев, Н. А. (2020). Исследование гидравлического сопротивления пылеулавливающего устройства мокрым способом. Universum: технические науки, (4-2 (73)), 59-62.
- [6]. Эргашев, Н. А., Маткаримов, Ш. А., Зиуаев, А. Т., Тожибоев, Б. Т., & Кучкаров, Б. У. (2019). Опытное определение расхода газа, подаваемое на пылеочищающую установку с контактным элементом, работающим в режиме спутникового вихря. Universum: технические науки, (12-1 (69)).
- [7]. Ergashev, N. A. (2020). Determination hydraulic resistance of device that has the vortex flow creating contact element. Austrian Journal of Technical and Natural Sciences, (3-4).
- [8]. Эргашев, Н. А., Алиматов, Б. А., & Дикевич, А. В. (2018). Затраты энергии в мокром пылеуловителе при производстве дорожно-строительных материалов. In Энерго-, ресурсосберегающие машины, оборудование и экологически чистые технологии в дорожной и строительной отраслях (pp. 232-238).
- [9]. Алиматов, Б. А., & Эргашев, Н. А. «Гидравлическое сопротивление пылеуловителя с прямоточно-вихревыми контактными элементами» Энерго-ресурсосберегающие технологии и оборудование в дорожной и строительной отраслях": материалы междуна.
- [10]. Ergashev N.A. Ho'l usulda chang ushlovchi va gaz tozalovchi apparatni ishlab chiqarish sharoitida qo'llashning ilmiy texnik asoslari: Diss. ... PhD. – Toshkent, 2021. – 116 s.

CHANG-GAZ ARALASHMALARINI TOZALOVCHI HO'L USULDA USHLOVCHI APPARATDA SUYUQLIK PLYONKASINING QALINLIGI VA UNING SAMARADORLIKKA TA'SIRINI TAJRIBAVIY TADQIQ QILISH

N.A. Ergashev

Farg'ona davlat texnika universiteti
nasimbek1976@gmail.com тел: 91 652 72 06
 (Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Аннотация. В статье приведены основные рабочие факторы, влияющие на процесс очистки пылегазовых смесей в мокром аппарате пылеулавливания. Проведены экспериментальные исследования по определению длины и толщины жидкой плёнки, образующейся в рабочей камере, в зависимости от изменений расхода подаваемых жидкости и газа, скоростей газа, углов наклона лопаток контактных элементов (завихрителей) и различных значений диаметра итуцерных отверстий. На основании экспериментов определены длина и толщина жидкой плёнки в аппарате.

Ключевые слова: мокрый метод, вихревой поток, контактный элемент, поток газа, пленка жидкости, направляющий угол, подвижное устройство с контактным элементом, расход жидкости и газа, скорости газа, толщина пленки жидкости.

Abstract. The article presents the main operating factors affecting the process of cleaning dust-gas mixtures in a wet dust-collecting apparatus. Experimental studies were carried out to determine the length and thickness of the liquid film formed in the working chamber, depending on the variation of liquid and gas flow rates, gas velocities, the inclination angle of the contact element blades (vortex generators), and different diameters of nozzle holes. Based on the experiments, the length and thickness of the liquid film in the apparatus were determined.

Key words: wet method, vortex flow, contact element, gas flow, liquid film, guiding angle, movable device with contact element, liquid and gas flow rate, gas velocities, liquid film thickness.

Annotatsiya. Maqolada chang-gaz aralashmalarini tozalovchi ho'l usulda ishlavchi apparatda changli gazlarni tozalash jarayoniga ta'sir qiluvchi asosiy ishchi faktorlar keltirilgan. Apparatga berilayotgan suyuqlik va gaz sarflarini o'zgarishiga bog'liq holda gaz tezliklari, kontakt element parrakalari qiyalik burchagi (zavixritel) va shtuser teshigining turli qiymatlarida ishchi kamerada hosil bo'ladigan suyuqlik plyonkasining uzunligi va qalinligini aniqlash bo'yicha tajriba tadqiqotlar o'tkazilgan. Apparatda suyuqlik plyonkasi uzunligi va qalinligini tajribalar asosida aniqlangan.

Kalit so'zlar: ho'l usul, uyurmali harakat, kontakt element, gaz oqimi, suyuqlik plyonkasi, yo'naltiruvchi burchak, kontakt elementi uyurmali xarakat qiluvchi apparat, suyuqlik va gaz sarfi, gaz tezliklari, suyuqlik plyonkasi qalinligi.

Yangi ishlab chiqilgan ho'l usulda chang ushlovchi va gaz tozalovchi apparatning tajriba modelida tozalash jarayoniga ta'sir qiluvchi asosiy ishchi faktorlar belgilandi (1-rasm) [1]. Apparatda gaz tezligi, gaz va suyuqlik sarfi orqali kamerasida suyuqlik plyonkasi uzunligini hosil qilish orqali suyuqlik plyonkasi qalinligi tajribalar asosida aniqlash. Apparatga uyurmali xarakat beruvchi turli qiyalikdagi parrakli kontakt elementlar tanlandi. O'tkazilgan nazariy va eksperimentall tadqiqotlar asosida apparatga dastlabki talablar va texnik topshiriqlar ishlab chiqildi.

Ho'l usulda chang ushlovchi va gaz tozalovchi apparatda gaz tezligi, suyuqlik va gaz sarfi, oqim rejimi va gidravlik qarshilik



1.1-rasm. Ho'l usulda chang ushlovchi va gaz tozalovchi apparat umumiy ko'rinishi.

koeffitsentlari orqali suyuqlik plyonkasining qalinligini aniqlashda quyidagi kerakli jihozlar va qurilmalar tajriba modeliga tanlandi.

Apparatning ishchi kamerasiga suyuqlikni sochish maqsadida S32412 markali shtuser (teshigini diametri 2; 2,5 va 3 mm li shtuser GOST-384610 buyicha), markazdan kochma nasos (PEDRJLLA - $Q_{\max}=40$ l/min; $N_{dv}=0,37$ kVt; $N_{\max}=38$ m; $V=220$ V; $n_{ay}=3000$ ayl/min GOST-2757030-91 bo'yicha), rotometr (PC-5; shkala ko'rsatkichlari 0÷100 oralig'ida; GOST-1304581 bo'yicha) tanlandi. Suyuqlik va gaz sarfini o'zgarishiga shtuser teshigi diametrlari va gaz tezliklariga bog'liq holda suyuqlik plyonkasi uzunligini hosil qilish orqali suyuqlik plyonkasi qalinligi tajribalar asosida aniqlash belgilandi. Tajribalar quyidagi tartibda olib borildi.

Apparatning ishchi kamerasiga changli gazni berish maqsadida Ventliyator-VS-14-07 markazdan qochma tipdagi ventilyator; ish unumdorligi $Q_{\max}=400$ m³/soat; elektromotor quvvati $N_{dv}=1,5$ kVt; aylanishlar soni $n=1200$ ayl/min; Pito Prandl naychasi 100 mm o'lchamli; Gosreestr №50123-12 bo'yicha; Gaz tezligini aniqlovchi $D=100$ mm, $L=1200$ mm bo'lgan metall quvurdan iborat. Quvurda statik va dinamik kuchlarni aniqlovchi 2 ta ichki diametri 7 mm li Prandl naychalari mos ravishda tajriba modeli sifatida tanlandi.

Apparatga berilayotgan suyuqlik va gaz sarflarini o'zgarishiga bog'liq holda gaz tezliklari va kontakt elementlarning (zavixritel) qiyalik burchaklarini o'zgarishiga bog'liq holda ishchi quvurda suyuqlik plyonkasi uzunligini hosil qilish orqali suyuqlik plyonkasi qalinligi tajribalar asosida aniqlandi. Tajribalar quyidagi tartibda olib borildi [2,3,4].



1.3-rasm. Apparatning ishchi kamerasini ko'rinishi.

Apparatga berilayotgan suyuqlik va gaz sarflarini o'zgarishiga bog'liq holda gaz tezliklari, kontakt element parrakalari qiyalik burchagi (zavixritel) $\alpha=30^\circ$ va shtuser teshigi diametri $d_{sh}=2$; 2,5 va 3 mm bo'lganda ishchi kamerada hosil bo'ladigan suyuqlik plyonkasining uzunligi va qalinligini aniqlash uchun tajribalar o'tkazildi. O'tkazilgan

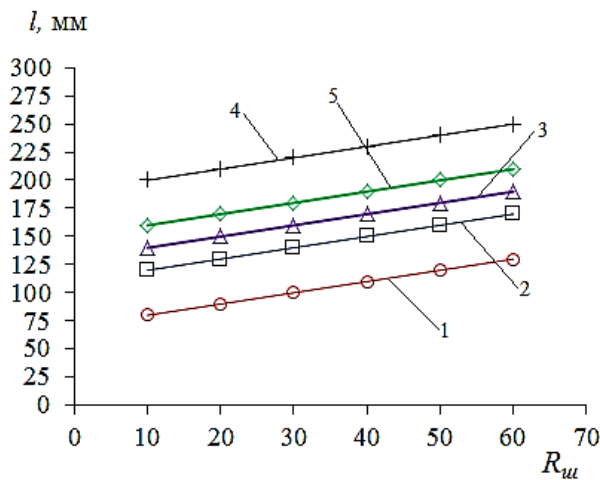
tajriba natijalariga ko'ra suyuqlik sarfi rotometr shkalasi ko'rsatkich 0÷100 va gaz tezligi $v_g=7,07\div28,37$ m/s gacha bo'lganda apparatning ishchi kamerasida hosil bo'lgan suyuqlik plyonkasi uzunligi 30÷275 mm bo'lganda hamda suyuqlik plyonkasi qalinligi esa 3,3÷1,3 mm bo'lganligi tajribalarda aniqlandi. (1.2-rasm) 1.1-jadvalda kontakt element parraklari qiyalik burchagi $\alpha=30^\circ$ va $d_{sh}=2$ mm, 2,5 mm, 3 mm bo'lganda aniqlangan suyuqlik plyonkasi uzunligi va qalinligi qiymatlari keltirilgan.

1.1-jadvali

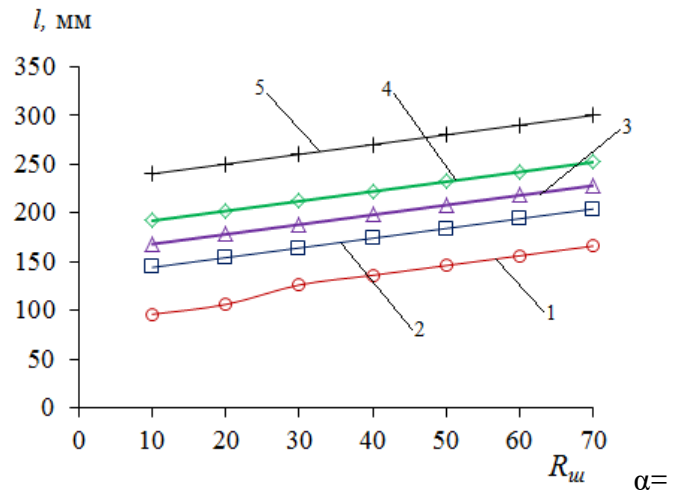
R_{sh}	Kontakt element parraklari qiyalik burchagi $\alpha=30^\circ$														
	$d_{sh}=2$ mm					$d_{sh}=2,5$ mm					$d_{sh}=3$ mm				
	0°	30°	45°	60°	90°	0°	30°	45°	60°	90°	0°	30°	45°	60°	90°
10	30	40	130	160	170	30	40	80	130	150	30	40	90	150	170
20	55	70	140	170	180	45	55	95	145	165	45	55	105	165	185
30	80	95	150	180	190	60	70	110	160	180	60	70	120	180	200
40	100	120	160	190	200	75	85	125	175	195	75	85	135	195	215
50	120	145	170	200	210	90	100	140	190	210	90	100	150	210	230

60	140	165	180	210	220	105	115	155	205	225	105	115	165	225	245
70	-	-	-	-	-	120	130	170	220	240	120	130	180	240	260
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	135	145	195	255	275
90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

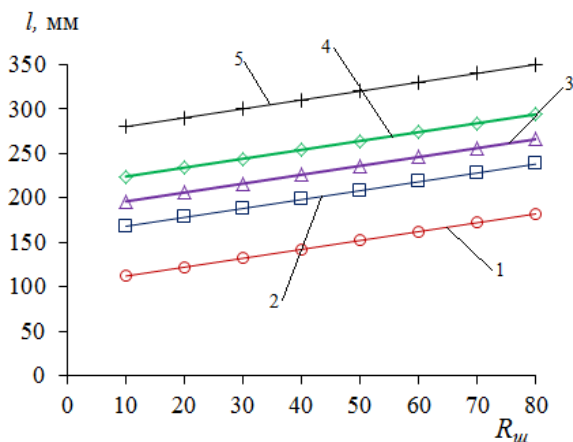
Kontakt element parrakalari qiyalik burchagi (zavixritel) $\alpha=45^\circ$ va shtuser teshigi diametri $d_{sh}=2; 2,5$ va 3 mm bo'lganda ishchi kamerada hosil bo'ladigan suyuqlik plyonkasining uzunligi hamda qalinligini aniqlash uchun tajribalar o'tkazildi. O'tkazilgan tajriba natijalariga ko'ra suyuqlik sarfi rotometr shkalasi ko'rsatkich $0 \div 100$ va gaz tezligi $v_g=7,07 \div 28,37$ m/s gacha bo'lganda apparatning ishchi kamerasida hosil bo'lgan suyuqlik plyonkasi uzunligi $80 \div 335$ mm bo'lganda hamda esa $3,1 \div 1,1$ mm bo'lganligi tajribalarda aniqlandi. 1.2-jadvalda kontakt element parraklari qiyalik burchagi $\alpha=45^\circ$ va $d_{sh}=2$ mm, $2,5$ mm, 3 mm bo'lganda aniqlangan suyuqlik plyonkasi uzunligi va qalinligi qiymatlari keltirilgan.



$\alpha=30^\circ$ bo'lganda



45° bo'lganda



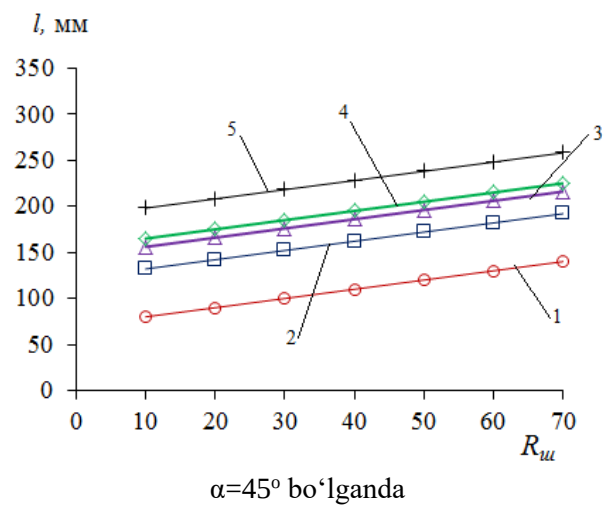
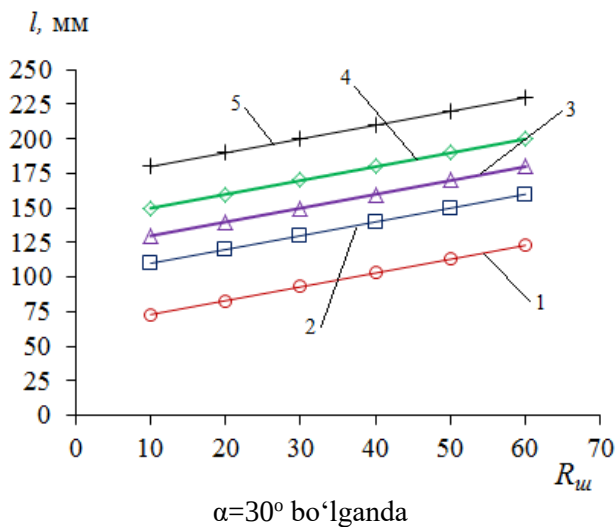
$\alpha=60^\circ$ bo'lganda

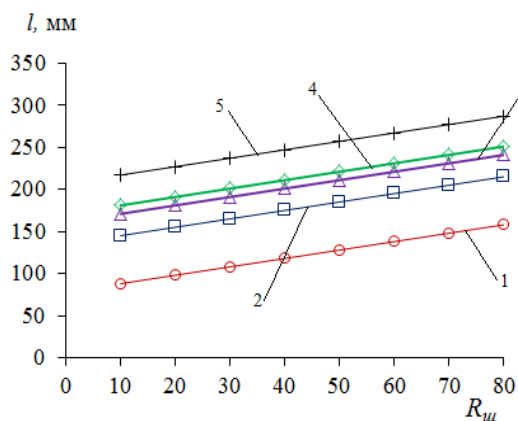
- 1-Havo shiberi gradusi $\beta=0^\circ$
- 2-Havo shiberi gradusi $\beta=30^\circ$
- 3-Havo shiberi gradusi $\beta=45^\circ$
- 4-Havo shiberi gradusi $\beta=60^\circ$
- 5-Havo shiberi gradusi $\beta=90^\circ$

1.2-jadvali

R_{sh}	Kontakt element parraklari qiyalik burchagi $\alpha=45^\circ$														
	$d_{sh}=2 \text{ mm}$					$d_{sh}=2,5 \text{ mm}$					$d_{sh}=3 \text{ mm}$				
	0°	30°	45°	60°	90°	0°	30°	45°	60°	90°	0°	30°	45°	60°	90°
10	80	130	140	180	230	95	135	155	200	270	100	145	165	225	265
20	90	140	150	190	240	100	140	165	210	280	105	150	175	235	275
30	100	150	160	200	250	105	145	175	220	290	110	155	185	245	285
40	110	160	170	210	260	110	150	185	230	300	115	160	195	255	295
50	120	170	180	220	270	115	155	195	240	310	120	165	205	265	305
60	130	180	190	230	280	120	160	205	250	320	125	170	215	275	315
70	-	-	-	-	-	125	165	215	260	330	130	175	225	285	325
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	135	180	235	295	335
90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Kontakt element parrakalari qiyalik burchagi (zavixritel) $\alpha=60^\circ$ va shtuser teshigi diametri $d_{sh}=2$; 2,5 va 3 mm bo'lganda ishchi kamerada hosil bo'ladigan suyuqlik plyonkasining uzunligi hamda qalinligini aniqlash uchun tajribalar o'tkazildi. O'tkazilgan tajriba natijalariga ko'ra suyuqlik sarfi rotometr shkalasi ko'rsatkich $0 \div 100$ bo'lganda hamda gaz tezligi $v_g=7,07 \div 28,37 \text{ m/s}$ gacha bo'lganda apparatning ishchi kamerasida hosil bo'lgan suyuqlik plyonkasi uzunligi $100 \div 265 \text{ mm}$ hamda esa $2,9 \div 1,4 \text{ mm}$ bo'lganligi tajribalarda aniqlandi. 1.3-rasmda kontakt element $\alpha=60^\circ$ va $d_{sh}=2 \text{ mm}$, 2,5 mm, 3 mm bo'lganda aniqlangan plyonka uzunligining qiymatlari keltirilgan.



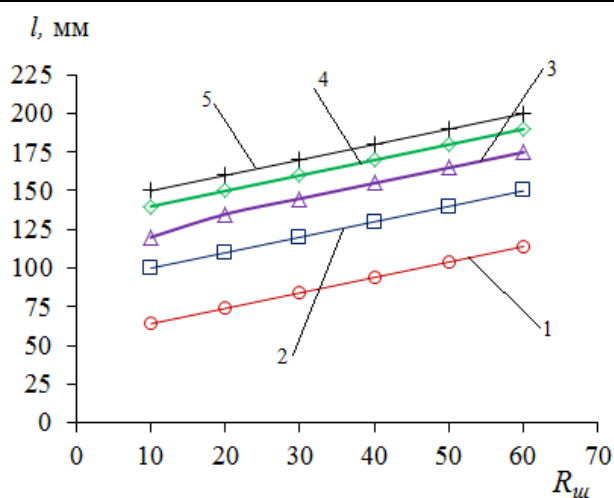


$\alpha=60^\circ$ bo'lganda

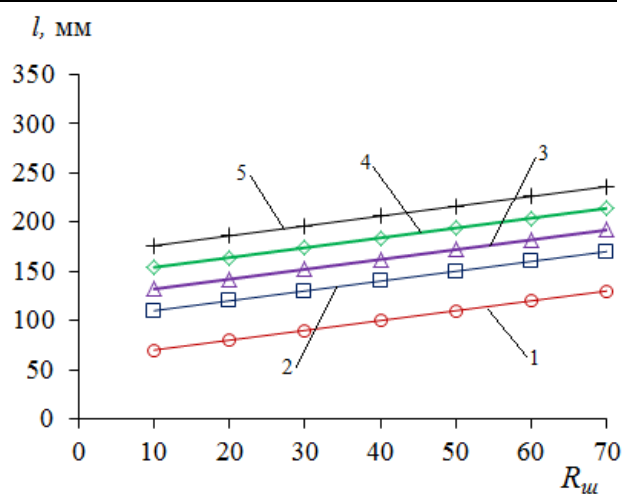
- 1-Havo shiberi gradusi $\beta=0^\circ$
- 2-Havo shiberi gradusi $\beta=30^\circ$
- 3-Havo shiberi gradusi $\beta=45^\circ$
- 4-Havo shiberi gradusi $\beta=60^\circ$
- 5-Havo shiberi gradusi $\beta=90^\circ$

1.3-jadvali

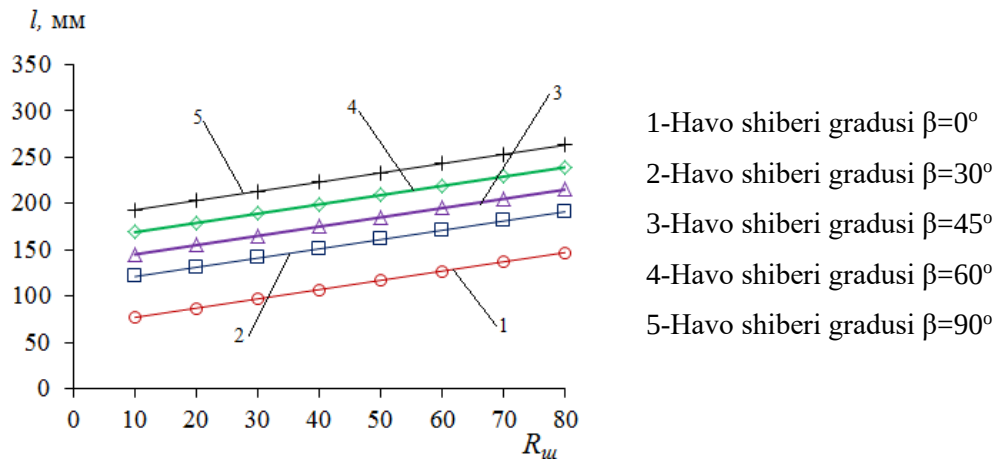
R_{sh}	Kontakt element parraklari qiyalik burchagi $\alpha=60^\circ$														
	$d_{sh}=2$ mm					$d_{sh}=2,5$ mm					$d_{sh}=3$ mm				
	0°	30°	45°	60°	90°	0°	30°	45°	60°	90°	0°	30°	45°	60°	90°
10	100	130	135	145	150	105	140	150	165	170	110	170	175	185	195
20	110	140	145	155	160	115	150	160	175	180	120	180	185	195	205
30	120	150	155	165	170	125	160	170	185	190	130	190	195	205	215
40	130	160	165	175	180	135	170	180	195	200	140	200	205	215	225
50	140	170	175	185	190	145	180	190	205	210	150	210	215	225	235
60	150	180	190	195	200	155	190	200	215	220	160	220	225	235	245
70	-	-	-	-	-	165	200	210	225	230	170	230	235	245	255
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	180	240	245	255	265
90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



$\alpha=30^\circ$ bo'lganda



$\alpha=45^\circ$ bo'lganda



$\alpha=60^\circ$ bo'lganda

Tajriba tadqiqotlarida suyuqlik plyonkasi uzunligi va qalinligini o'sishi o'rtacha 10÷15 mm oralig'ida ortganligi hamda suyuqlik plyonkasi qalinligi esa 3,1÷ 1,2 ortganligini ko'rsatdi. Apparatga berilayotgan suyuqlik va gaz sarflarini o'zgarishiga bog'liq holda gaz tezliklari, kontakt element parrakalari qiyalik burchagi va uning tozalash samaradorligiga ta'sirini o'rganish bo'yicha o'tkazilgan tajribalardan shunday xulosaga kelish mumkinki, apparatda gaz oqimiga uyurmali harakat beruvchi kontakt element parraklari yo'naltiruvchi burchagining ortishi suyuqlik plyonkasi qatlamini o'sishini ta'minladi. Lekin ishchi yuzaning kamayishiga olib keldi. Aksincha, yo'naltiruvchi burchak kamayishi esa suyuqlik plyonkasi uzunligini o'sishini ta'minladi lekin suyuqlik plyonkasi qatlamini yupqalashishga olib keldi [4,5]. Bu esa ishchi yuzaning ko'payishiga sabab bo'ldi. Bu bilan apparatning ishchi kamerasida suyuqlik plyonkasi uzunligini ortish va ishchi yuzaning ko'payishi bilan changli gazni yuqori tozalash samaradorligiga erishildi.

Adabiyotlar

- [1]. Ergashev N.A., Alimatov B.A., Karimov I.T. Kontakt elementi buralgan yo'ldosh qyunli rejimda ishlovchi ho'l usulda chang tozalovchi apparat // Farg'ona politexnika institutining ilmiy-texnik jurnali. – Farg'ona, 2019. – №2. – B. 147-152.
- [2]. Эргашев Н.А., Алиматов Б.А., Ахунбаев А.А. Энергетическая эффективность абсорбционной газоочистки // Фаргона политехника институтининг илмий-техник журналі. – Фаргона, 2017. – №4. – Б. 140-143.
- [3]. Архипов В.А., Березиков А.П. Основы теории инженерно-физического эксперимента. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 206 с.
- [4]. Ergashev N. A., Isomidinov A. S., Alimatov B. A. Determination hydraulic resistance of device that has the vortex flow creating contact element // Austrian journal of technical and natural sciences.–Vienna. 2020.–№ 3-4.–P.15-22.
- [5]. Ergashev N. A., Ho'l usulda chang ushlovchi apparatda massaalmashinuv jarayonlarni tajribaviy tadqiq qilish // Фаргона политехника институтининг илмий-техник журналі. – Фаргона, 2023. – №8. – Б. 45-50.

MAYDALASH JARAYONLARINI TO'G'RI TASHKIL QILISH VA SARF QILINADIGAN ENERGIYALARNI ANIQLASHDA GIPOTEZALARNI TAHLIL QILISH

B.J. Xursanov

Farg'ona davlat texnika universiteti, E-mail: boyquzi.xursanov@fstu.uz, boyqozi.xursanov@mail.ru,

ORCID:0000-0002-2326-4047

(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Annotatsiya. Ushbu maqolada minerallarni qayta ishlash sohalaridagi maydalash jarayonlarining nazariy va amaliy jihatlari tahlil qilingan. Maydalash jarayonida sarf qilinadigan energiyani aniqlash va optimallashtirish masalalari Rittinger, Kik hamda Bond nazariyalari asosida yoritilgan. Ushbu nazariyalar bo'yicha energiya sarfining maydalash darajasiga bog'liqligi, maydalash jarayonida energiya tejamkorlikni

ta'minlash, modellashtirish usullari yordamida energiya taqsimoti va oqim xarakteri tahlil qilingan. Maqolada gipotezalarining qiyosiy tahlili asosida energiyani tejash va samaradorlikni oshirish bo'yicha takliflar berilgan.

Kalit so'zlar: maydalash jarayoni, energiya sarfi, Rittinger nazariyasi, Kik nazariyasi, Bond nazariyasi, gipotezalar tahlili, energiya tejamkorlik, modellashtirish, samaradorlik.

Аннотация. В статье анализируются теоретические и практические аспекты процессов измельчения при обогащении полезных ископаемых. Рассматриваются вопросы определения и оптимизации энергозатрат на измельчение на основе теорий Риттингера, Кука и Бонда. Согласно этим теориям методами моделирования проанализирована зависимость расхода энергии от степени измельчения, обеспечение экономии энергии при измельчении, распределение энергии и характеристики потока. В статье на основе сравнительного анализа гипотез даны предложения по энергосбережению и повышению эффективности.

Ключевые слова: процесс измельчения, энергозатраты, теория Риттингера, теория Кука, теория Бонда, анализ гипотез, энергосбережение, моделирование, эффективность.

Abstract. This article analyzes the theoretical and practical aspects of grinding processes in mineral processing. The problems of determination and optimization of the energy used in the grinding process are covered based on the theories of Rittinger, Kik and Bond. According to these theories, the dependence of energy consumption on the level of grinding, ensuring energy saving during grinding, energy distribution and flow characteristics were analyzed using modeling methods. In the article, based on the comparative analysis of the hypotheses, suggestions for energy saving and efficiency improvement are given.

Key words: grinding process, energy consumption, Rittinger theory, Kick theory, Bond theory, hypothesis analysis, energy saving, modeling, efficiency.

Kirish. Kimyoviy texnologiya, minerallarni qayta ishlash va qurilish materiallari sanoatida maydalash jarayonlari muhim ahamiyat kasb etadi. Bu jarayonda qattiq jismlar belgilangan yiriklikdan mayda zarrachalarga aylantiriladi. Maydalash jarayoni energiya sarfining katta qismini tashkil etadi, shu sababli uning samaradorligini oshirish va energiya tejamkor usullarni qo'llash dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

Maydalash jarayonlarini tahlil qilishda asosiy vazifa — sarf qilinadigan energiya miqdorini aniqlash va uni minimal darajaga tushirish imkoniyatlarini topishdir. Buning uchun ilmiy asoslangan gipotezalar va energiya sarfiga oid nazariyalardan foydalaniladi [1].

Maydalash gipotezalarini chuqur tahlil qilib, so'ng ulardan foydalanish maydalash jarayonlarini to'g'ri tashkil qilish va bu jarayonlarga sarf qilinadigan energiyalarni aniqlash imkoniyatlarini beradi. Qattiq materiallarni maydalash nazariyasi chuqur o'rganilgan emas. Shu sababli maydalash jarayonlari va tegishli texnologik mashinalarni mukammallash bo'yicha hamda yangi yuqori samarali maydalash usullari va qurilmalarini yaratish sohasida ilmiy-tadqiqot ishlarini olib borish dolzarb vazifadir [2] .

Tahlil qilish usullari. Maydalash jarayonining fizik mohiyati. Qattiq jismlarni maydalash jarayoni mexanik kuchlar ta'sirida materialning strukturasida yoriqlar paydo bo'lishi va ularning tarqalishi natijasida amalga oshadi. Bu jarayon uch bosqichdan iborat:

1. Yoriq paydo bo'lishi (deformation stage)
2. Yoriqlarning kengayishi (crack propagation)
3. Yoriqlar bir-biri bilan qo'shilib materialning bo'linishi (fracture stage)

Maydalash jarayonining samaradorligi bu bosqichlar qanday amalga oshishiga, materialning mexanik xususiyatlariga va ishlatilgan energiya turiga bog'liq bo'ladi.

Material zarrachalarining o'zaro tortishish kuchini yengish uchun maydalash jarayonida tashqi kuch ta'sir qilinadi. Qattiq material maydalanganda uning bo'laklari avval hajmiy deformatsiyaga uchraydi, so'ngra hosil bo'lgan katta va kichik yoriqlar bo'ylab yemirilib ketadi. Natijada yangi yuzalar hosil bo'ladi. Demak, materialni maydalash uchun bajarilgan ish yemirilayotgan bo'lakning hajmiy deformatsiyasi va yangi yuza hosil qilish uchun sarflanadi.

Tashqi kuchlar ta'sirida (ishqalanish, yuqoridan zarb bilan tushish) klinker deformatsiya bo'lib mahsulot ichidagi zarrachalarning o'zaro tortishish kuchlarini, ya'ni kristallar orasidagi molekula kuchlarini yengish uchun sarf bo'ladi. Klinkerlarni maydalash samaradorligini ta'minlash uchun avvalambor energiya qaerga sarf bo'layotganini bilish lozim [1,2].

Materialni maydalash jarayoni juda murakkab bo'lib, quyidagi faktorlarga bog'liq: materialning shakliga, o'lcham va donalariga, fizik-mexanik xossalariga, materialdagi deffektlarning ko'p yoki ozligiga, mustaxkamligiga, qattiq yoki yumshoqligiga va boshqa maydalash mashinalarini tuzilish konstruksiyasiga va turlariga;

Maydalashda energiya sarfi nazariyalari va natijalari tahlili. Energiya sarfini aniqlash va optimallashtirish. Energiya tejamkor maydalash jarayonlarini tashkil etish uchun quyidagi tadbirlar tavsiya etiladi:

1. Material xususiyatlarini tahlil qilish
2. Uskunalarini optimal tanlash.
3. CFD modellash orqali energiya taqsimotini hisoblash.
4. Avtomatlashtirish va sensor nazorat.

Amaliyotda shu paytgacha maydalash jarayonlarini hisoblab beradigan, barcha materiallar uchun bir xil ishlaydigan qonun yaratish mumkin emasligini o'tgan vaqtlar davomida shu sohani olimlari tomonidan qilingan harakatlar zoya ketganligi o'z isbotini berib turibdi. Maydalash jarayonlarini amalga oshirish maydalash uchun sarf bo'ladigan energiyani hisoblab chiqish uchun bir nechta tenglamalar mavjud [1,2,3].

P.Rittenger maydalash jarayonini o'rganib quyidagi gipotezani o'rta tashlagan, ya'ni bajarilgan ish, maydalash davomida hosil bo'lgan yangi zarracha yuzasi sirtiga to'g'ri proporsional.

$$A = K_R W \quad (1)$$

Bu yerda: A -bajarilgan ish; K_R -proporsionallik koeffitsienti; W -yangi hosil bo'lgan yuza sirti.

Agarda berilgan d_1 donani o'lchami desak, maydalangan d_2 desak, bir-birlik hajmdagi yuza sirtini ko'payganligi quyidagicha bo'ladi.

$$W = \frac{1}{d_2} - \frac{1}{d_1}$$

U holda (1) tenglama quyidagiga teng bo'ladi.

$$A = k \left(\frac{1}{d_2} - \frac{1}{d_1} \right);$$

Maydalash ko'rsatkichini:

$$I = d_1 - d_2 \text{ u holda } A = \frac{k_R (i-1)}{d_1}$$

F.Bond quyidagi tenglamani taklif qildi:

$$A = k_B \sqrt{VW} \quad (2)$$

Maydalash uchun sarf qilingan ish d_1 dan d_2 gacha, yig'ma energiya miqdorining ayirmasiga teng bo'lib yoki boshqacha qilib aytganimizda maydalash uchun sarf bo'lgan ish, bo'lak hajmi bilan, ya'ni maydalangan zarrachalar sirtlarini o'rta geometrik yig'indisiga to'g'ri proporsional [2,3,4].

Bondning nazariyasiga ko'ra jismga siqish energiyasi berilganda, avvalo energiya hajim bo'yicha tarqalib, ya'ni d^3 bo'yicha, jismda yoriqlar paydo bo'lishi bilan energiya jism tekisligini tashqi sirtlariga ta'sir qila boshlaydi, ya'ni d^2 ga proporsional bo'ladi.

(1) va (2) formulalarni maydalanayotgan bo'lak diametri orqali bog'laydigan bo'lsak, quyidagilarni olamiz:

$$W = k_R \mathcal{D}^2 \text{ -- bu Rittenger bo'yicha;}$$

$$W = k_R \mathcal{D}^{2,5} \text{ -- bu Bond bo'yicha;}$$

$$W = k_R \mathcal{D}^3 \text{ -- bu Kirpichev-Kik bo'yicha;}$$

Rebinder bo'yicha, xajmdagi qattiq jismni maydalash uchun sarf bo'lgan ish maydalangan zarrachalarning yuz sirtiga sarf bo'lgan ishga teng.

Shunday qilib maydalash uchun sarf qilingan yig'ma ish teng:

$$A = \sigma \cdot \Delta W + k \Delta V \quad (3)$$

Rebinderni tenglamasini tahlil qiladigan bo'lsak Rittenger va Kirpechev-Kik formulalarini topish mumkin. Haqiqatdan ham maydalash jarayonida, maydalash darajasi ortib ketga, jismni deformatsiya qilish uchun sarf bo'lgan ishni oz bo'lganligi uchun tashlab yuborsak, u holda (3) tenglama (1) tenglamaga aylanib qoladi. Agarda ish sarfini yirik maydalanishga sarflaydigan bo'lsak, yangi hosil bo'layotgan zarrachalar yuza sirti uchun sarf bo'lganligi uchun tashlab yuborsak, (3) tenglama (2) tenglamaga aylanib qoladi.[2].

Rukvist umumlashgan gipotezani taklif qildi, bir bo'lak jismni maydalash uchun sarf bo'lgan ish quyidagiga teng:

$$A = k_{RU} \mathcal{D}^{4-m}$$

bu yerda $m=1...2$, $k_{RU}... k_R... k_B... k_K$ chegarasida.

Rittenger va Kirpechev-Kik larni taklif qilgan usullariga binoan maydalash uchun sarf bo'lgan energiya jarayonni fizik tomondan tushuntirishga qaratilgan.

Runkvist va Bont usullari bunday tushuntirishni bermaydi. Ko'z oldingizga keltira olmaysiz. Kvadrat ildiz ostidagi tekislikni, jism hajmiga o'xshatishni, ya'ni bu fizik holat jarayonini taklif qilingan tenglama jarayonini fizik holatini bermaydi. Qolaversa berilgan fizik model, maydalash uchun sarf bo'lgan ishni chiziqli o'lchamni darajasidagi qandaydir kasr songa to'g'ri proporsionalligiga aql sig'maydi.

Bu holatni to'g'ri talqin qilish uchun maydalash jarayonini fizik holatini yaxshi o'rganish kerak. Masalan, har qanday deformatsiya natijasidagi maydalanish jarayonini куйидагича tushuntirish mumkin. Tashqi kuch jism ichida elastik deformatsiya kuchlanishlarini yig'ilishiga olib keladi.

Bo'lakchadagi kuchlanish ko'payib boraveradi, qachonki bo'lakni biror joyida bo'lgan defekt natijasida hosil bo'lgan konsentratsiya kuchlanishi mustahkamlik chegarasiga yetmagan holda. Bo'lakchada xosil bo'lgan yoriq natijasida sekin astalik bilan elastik deformatsiya energiyasi bo'lakcha badanida taqsimlana boradi: bir qismi yangi hosil bo'layotgan yuzaga sarflanadi. Ana shu energiya, foydali energiya bo'lib jismni maydalaydi. Qolganlari esa elastik deformatsiya holatida jismni siqish uchun va issqlik energiyasi holatida boshqa energiyalar holatida tarqalib ketadi [3,4,5,6].

Aytilgan barcha gipotezalar, maydalanayotgan holatni ifodalab bera olmaydi, lekin ayrim natijalarni qoniqtirishi mumkin. O'rtacha maydalash uchun sarflangan ishni Bond formulasi bilan hisoblash mumkin. Lekin olingan natijani tajriba orqali topilgan natija bilan solishtirib olish kerak.

D jismni n marta maydalangandan so'ng zarracha d o'lchamga keladi. Huddi shunday hajmli zarrachani maydalash ko'rsatkichi:

$$\frac{\mathcal{D}^3}{d^3} = i^3 = a_0^n$$

$$\text{Bu yerda:} \quad 3 \lg i = n \lg a_0 \quad \text{yoki,} \quad n = \frac{3 \lg i}{\lg a_0}$$

Agar ikki marta ketma-ket maydalanadigan bo'lsa, d_1 dan d_2 gacha va d_2 dan d_3 gacha o'zgarsa, maydalash ko'rsatkichi i_1 va i_2 bo'ladigan bo'lsa

$$\frac{A_1}{A_2} = \left[\frac{k_R (i_1 - 1)}{d_1} \right] \div k_R (i_2 - 1)$$

$$\text{Agar, } i_1 = i_2 = i \quad \frac{A_1}{A_2} = \frac{1}{i}$$

Agar ko'p marotaba maydalash ko'rsatkichiga (klinkerni juda mayin tuyib sement olsak) erishilsa:

$$i_1 \text{ va } i_2 \gg 1 \quad \text{u holda} \quad \frac{A_1}{A_2} = \frac{i_1 d_2}{i_1 d_2} = \frac{1}{i_2}$$

Elastiklik nazariyasidan ma'lumki, ichki elastik kuchi bajargan ishga teng bo'ladi, tashqi elastik kuchi ta'sirida ko'rilayotgan jismda hosil bo'lgan elastik deformatsiyaga teng.

U xolda:
$$A = \frac{\sigma^2 V}{(2E)}$$

Bu yerda: σ -deformatsiya natijasida hosil bo'ladigan kuchlanish;
V-deformatsiya bo'ladigan jismni hajmi;
Ye-elastiklik moduli;

$$\frac{\sigma^2}{2E} = k_R, \quad \text{topamiz}; \quad A = k_R V \quad (4)$$

Kik tenglamasiga asosanib, quyidagi muloxazani aytish mumkin. Agarda n marta jismni maydalaydigan bo'lsak, D diametrli bo'lakchadan o'lchami d bo'lgan zarracha a_0^n hosil bo'ladi. Zarracha hajmini maydalash darajasiga qo'ysak:

$$\frac{D^3}{d^3} = i^3 = a_0^n$$

u holda: $3 \lg i = n \lg a_0$ yoki $n = \frac{3 \lg i}{\lg a_0}$

Har bir marta maydalashda nazariy tomondan bir xil ish bajarilyapti. D diametrli bo'lakcha maydalanib d o'lchamdagi zarracha hosil bo'lishligi uchun umumiy ish miqdori teng bo'ladi.

$$A = \frac{G^2 D^3}{2E} \cdot \frac{3 \lg i}{\lg a_n} \quad (5)$$

(5) formula ko'rsatyaptiki, energiya sarfi bir marotaba maydalash ko'rsatkichi (i) oshishi hisobiga ko'payar ekan.

Bu xolatni misolda ko'rib chiqamiz. Jismni bir marta maydalasak kamida 2 qismga ajraladi.

U holda:
$$A_{max} = \frac{G^2 D^3}{2E} \cdot \frac{3 \lg i}{\lg 2} = \frac{G^2 E^3}{E \lg i}$$

Agarda, $i=4$ ga bo'linsa,

U holda
$$A_i = \frac{4G^2 D^3}{E}$$

Agarda
$$i = 100 A_i = \frac{10G^2 D^3}{E}$$

Nazariy tomondan ko'rinib turibdiki jismni o'rtacha maydalashga nisbatan maydalashda 3...4 barobar ko'p energiya sarf bo'lar ekan. Aslida esa 3...4 barobar emas 15...20 barobar ko'p energiya sarf bo'lar ekan. Bu farq shuni ko'rsatadiki, birinchidan "zarracha o'lchamlari kichiklashgan sari, zarracha mustaxkamlanadi" va ikkinchidan o'lchami kichiklashgan sari, yana xam tuyilishlari to'xtay boshlaydi. Bu holatni shunday tushunish kerakki, birinchidan mayda tuyilgan tayyor maxsulotni ya'ni maydalash kerak emas uni chiqarib tashlash kerak, chunki boshqa tayyor bo'lmagan zarrachalarni tuyilishiga to'sqinlik qiladi. Ikkinchidan qancha mayda tuyilsa jismlardagi yoriqlar va boshqa defektlar yo'qolib tayyor zarrachalarni mexanik mustaxkamligi ortib boradi [4,5,6,7].

Professor V.A.Kirpichev tomonidan aytilgan gipotezada va keyinchalik ushbu gipotezani tajriba orqali tekshirgan Kikni aytishicha, material bo'lagini maydalash uchun bajarilgan ish, uning hajmiga to'g'ri proporsional. Ushbu gipoteza Guk qonunidagi cheklanishida aytilgan kuchlanish va deformatsiya material bo'lagini ezishda o'zaro proporsional, nafaqat elastik chegarasida, balkim bo'lakni maydalanish chegarasiga ta'luqlidir, ya'ni ichki elastik kuchi ishga teng bo'ladi.

$$A = K_2 V \quad (6)$$

Bu yerda: V-deformatsiya bo'layotgan jismni hajmi;
K₂- material fizik xossasining koeffitsienti.

Kirpichevning gipotezasi Rittinger gipotezasiga o'xshashligi bor. Shuning uchun ularni bo'linmasi deb qarab:

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{G^2 V_1}{2E} \div \frac{G^2 V_2}{2E} = \frac{V_1}{V_2} \quad (7)$$

(1) va (2) tenglamalardan ko'rinib turibdiki, ular o'zaro bir-biridan farq qiladi: birinchi formulada materialni maydalanishiga sarflangan ish uni kvadratiga to'g'ri proporsional, ikkinchisi esa materialni hajmiga to'g'ri proporsional.

Akademik P.A.Rebinder birinchi va ikkinchi gipotezalarni qo'shib yuborishni taklif qildi.

$$A = A_1 + A_2 = K_1 F + K_2 V \quad (8)$$

(1) tenglamalardagi $K_1 F$ bajarilgan ish material bo'lagini maydalashdagi yangi hosil bo'layotgan sirt yuzasini aniqlasa, (2) $K_2 V$ material bo'lagini maydalashdagi elastik deformatsiyani maydalashga sarf qilingan ishni bildiradi.

Shundan kelib chiqib birinchi va ikkinchi gipotezalar bir-birini inkor qilmaydi, chunki biri mayda maydalashni ifodalab bersa, ikkinchisi sal yirikroq maydalashni ifodalab beradi [2,4,6,8,9].

Xulosa. Maydalash jarayonlarini to'g'ri tashkil qilishda sarflanadigan energiyani aniqlash uchun nazariy va amaliyotda tekshirilgan gipotezalardan kompleks foydalanish zarur. Rittinger, Kik va Bond nazariyalarini solishtirish orqali turli darajadagi maydalash jarayonlari uchun optimal yechim tanlanishi mumkin. Energiya tejankorlikni ta'minlash esa texnologik jarayonlarning iqtisodiy va ekologik samaradorligini oshiradi.

Adabiyotlar

- [1]. Вареных Н.М. и др. Химико-технологические агрегаты механической обработки дисперсных материалов. Санкт-Петербург: СПбГУ, 2002. –482 с.
- [2]. Островский Г.М. Прикладная механика неоднородных сред. Санкт-Петербург: Наука, 2000. –359 с.
- [3]. Бауман В.А., Мартынов В.Д., Клушанцев Б.В. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций. М., «Машиностроение», 1981. -324 с.
- [4]. Бауман В.А., Клушанцев Б.В., Мартинов В.Д. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций (общий курс), М. «Машиностроение», 1980.
- [5]. Б.В. Клушанцев и др. Машины и оборудование для производства щебня, гравия и песка М.: Машиностроение, 1976.-184.с
- [6]. Мартынов В.Д.Сергеев.В.П. Строительные машины , М, «Высшая школа», 2002.
- [7]. Khursanov, B. J. (2023). Factors of Preparation of HighQuality Clinker in Rotary Kilns. Eurasian Research Bulletin, 17, 73-77.
- [8]. Khursanov, B. J., & Mirzaev, D. B. (2023). Use of digital technologies in improving educational processes of technological machines and equipment specialists. Science and innovation, 2(Special Issue 3), 565-567.
- [9]. Khursanov, B. J. (2023). An innovative approach to the design of technical and technological processes of agricultural products production and increasing the technical level. *European Journal of Emerging Technology and Discoveries*, 1(2), 93-100.

KIMYO SANOAT CHIQINDI GAZLARINI TOZALOVCHI APPARATNING SAMARADORLIGINI ANIQLASH

R.J. Tojiyev , A.A. Axrorov

*Farg'ona davlat texnika universiteti, E-mail: a.axrorov@ferpi.uz
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)*

Moqolada rotor-filtrli tajriba apparatining tozalash samaradorligini tadqiq etish maqsadida Farg'onaazot" AJ AS-72M syexi superfosfat mineral o'g'itlari ishlab chiqarish bo'limida hosil bo'ladigan zararli gaz vodorod ftoridni texnik sodaning suvdagi eritmasiga hamda ammiakli selitrani donadorlash qurilmasidan chiqadigan ammiak gazini ammiakli selitranning nitrak kislotasidagi eritmasiga yutilishi o'rganilgan. Shuningdek, vodorod ftoridni neytrallash va uni tozalangan gaz tarkibidagi konsentratsiyasini ruxsat etilgan qiymatgacha tushirish va ushlangan ammiakni texnologik jarayonga qaytarish maqsadida rotor filtrli apparatda kechadigan modda almashinish jarayoniga ko'ra tozalash samaradorligi tadqiq etildi.

Kalit so‘zlar: ho‘l usul, superfosfat ishlab chiqarish, gazsimon vodorod ftorid, texnik soda, suvdagi eritma, tozalash samaradorligi, modda almashinish.

В статье с целью исследования эффективности очистки экспериментального роторно-фильтровального аппарата вредный газ, образующийся в цехе производства суперфосфатных минеральных удобрений ОАО «Фергоназот» АС-72М, обрабатывается раствором технической соды в воде и аммиаком. Устройство грануляции нитратов. Изучено поглощение выделяющегося газообразного аммиака раствором нитрата аммония в азотной кислоте. Также с целью нейтрализации фтороводорода и снижения его концентрации в очищаемом газе до допустимого значения, а также возврата уловленного аммиака в технологический процесс исследована эффективность очистки по процессу массообмена в роторно-фильтровальном аппарате

Ключевые слова: мокрый способ, производство суперфосфата, газообразный фтороводород, техническая сода, водный раствор, эффективность очистки, обмен веществ.

The article presents the results of experiments on the purification of hydrogen fluoride gas formed in the production of superphosphate mineral fertilizers in the rotor-filter mass transfer device for wet cleaning of gases, as well as equations for calculating the cleaning efficiency of the device. The effect of fluid consumption, the rate of gas flow to be cleaned, and the size of the filter holes on the rotor working surface on the cleaning efficiency of the apparatus was studied. Graphs comparing the experimental results were also constructed. Optimal values of 30% solubility of technical soda in water and gas flow rate are recommended for the purification of hydrogen fluoride gas.

Keywords: wet method, superphosphate production, gaseous hydrogen fluoride, technical soda, aqueous solution, cleaning efficiency, mass transfer.

Kirish. Kimyo va oziq-ovqat ishlab chiqarish korxonalaridan atmosferaga tashlanayotgan changli gazlarni tozalash hamda ushlangan gazsimon tashlanmalar tarkibidagi qimmatbaho komponentlarni texnologik jarayonlarga qaytrish dolzarb vazifalardan hisoblanadi. Buguni kunda sanoat korxonalaridan ajralib chiqayotgan ikkilamchi va zararli gazlarni ho‘l usulda tozalash samarali hisoblanadi. Ushbu usulda ishlovchi apparatlarda turli chiqindi gazlar aralashmasi 95÷99% gacha tozalanadi. Ushbu tadqiqot ishida tozalash samaradorligi o‘rganilayotgan rotor-filtrli qurilma ham shunday apparatlar turiga kiradi. Ushbu rotor – filtrli qurilmada superfosfat va ammiakli selitra ishlab chiqarishda ajralib chiqadigan vodorod ftorid hamda ammiak gazlarini turli absorbsion suyuqlik yordamida tozalash bo‘yicha eksperimental tadqiqotlar olib borilgan. Vodorod ftorid va ammiak gazlarini tozalash uchun taklif etilayotgan tajriba qurilmasining tozalash samaradorligiga o‘zgaruvchi omillar turli qiymatlarining ta’siri o‘rganilgan.

Tadqiqot metodikasi. Ho‘l usulda changli gazlarni tozalovchi apparatlarning tozalash samaradorligi jarayonni amalga oshirish uchun sarflangan energiya orqali aniqlanadi. Adabiyotlar tahlilida keltirilgan [1; 2] tadqiqot ishlaridan ma’lumki, tozalash samaradorligi apparatning gidravlik qarshiligiga bog‘liq bo‘lib, apparat o‘lchami va konstruksiyasiga bog‘liq emas. Tajriba qurilmasining tozalash samaradorligini hisoblash uchun dastlab suyuqlik va gaz fazasi uchun o‘tkazish birligi sonini aniqlash talab etiladi va u quyidagicha aniqlanadi.

$$\text{suyuqlik fazasi uchun} \quad N_c = \frac{\beta_c \cdot F_K}{Q_c} \quad (1)$$

$$\text{gaz fazasi uchun} \quad N_r = \frac{\beta_r \cdot F_K}{G_r} \quad (2)$$

bunda β_s va β_G – suyuqlik va gaz fazalardagi modda berish koeffitsiyentlari, m/s; F_K – fazalar kontakt yuzasi, m²; Q_s – suyuqlik sarfi, m³/s; G_G – apparatga gazni kirishdagi sarfi, m³/s.

Apparatning tozalash samaradorligi va o‘tkazish birligi soni o‘rtasidagi bog‘liqlik quyidagicha ifodalanadi [3], %

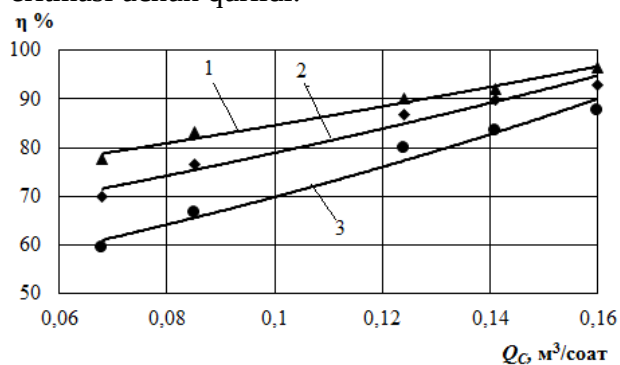
$$\eta = 1 - e^{(-N)}, \quad (3)$$

bunda N – o‘tkazish birligi soni bo‘lib, u (1) yoki (2) ifodadan olingan son qiymatiga teng [1;3]. (3) tenglamadan olingan son qiymatlar 0,5 ÷ 10 oralig‘ida bo‘lganda aniqlangan qiymat [3] adabiyotda berilgan jadval bo‘yicha taqqoslanadi hamda apparatning tozalash samaradorligi belgilanadi.

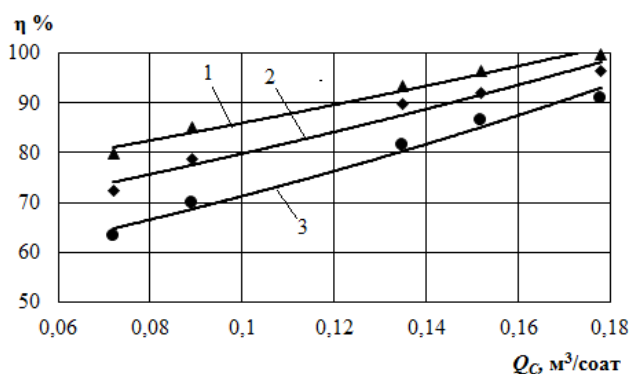
Tajribalarni o'tkazish uchun o'zgaruvchi omillarning qiymatlari gaz tezligi $v_g=5\div 30$ m/s gacha o'zgartirildi va oraliq qadam 5m/s ortib bordi, ishchi suyuqlik sifatida texnik sodaning suvdagi 30%li eritmasi tanlandi va diametri $d_{sh}=1\text{mm}$; $d_{sh}=2\text{mm}$; $d_{sh}=3\text{mm}$ bo'lgan shtuserdan $Q_{suyu}=0,068\div 0,160$ m³/soat, $Q_{suyu}=0,071\div 0,168$ m³/soat, $Q_{suyu}=0,072\div 0,178$ m³/soat sarflarda berildi. Bunda gaz aralashmasidagi vodorod–ftorid gazining zichligi $\rho_G=0,68$ kg/m³ va absorbent zichligi esa $\rho_s=1280$ kg/m³ olindi. Tajribalarni o'tkazishda tashqi muhit ta'siri hisobga olinib suyuqlik va gaz tizimi uchun harorat $20^\circ\text{S}\pm 2$ tanlandi.

Apparat tozalash samaradorligini tadqiq etishda K.Semrau va T.Stantonning tadqiqot usullari foydalanildi. K.Semrauning tadqiqot ishidan ma'lumki, tozalash samaradorligi apparatning gidravlik qarshiligiga bog'liq bo'lib, apparat o'lchami va konstruksiyasiga bog'liq emas [3; 4]. T.Stanton ta'kidlashicha, gidravlik qarshilik modda berish koeffitsiyentiga to'g'ri proporsional ravishda o'zgaradi [47; 85-86-b.]. Rotor–filtrli qurilma gidrodinamikasidan ma'lumki, apparatning tozalash samaradorligi gidravlik qarshilik va modda berish koeffitsiyentlariga to'g'ri proporsional ravishda o'zgaradi. Bunga ko'ra apparatning gaz tozalash samaradorligi gidravlik qarshilik va modda berish koeffitsiyentlarining bog'liqliklarini ifodalovchi parametrlar ya'ni, absorbent sarfi va gaz oqimi tezligining turli qiymatlarida vodorod–ftorid gazi uchun tadqiq etildi.

Tadqiqot natijalari. Olingan tajriba natijalari asosida absorbent sarfining tozalash samaradorligiga ta'siri bo'yicha taqqoslash grafiklari qurildi. (2;3;4 va 5 – rasmlar). Tajribalarning ko'p omilligi inobatga olinib grafiklar suyuqlik sarfi hamda gaz tezliklarining quyi va yuqori oraliqlari qiymatlarida, optimal deb topilgan absorbent texnik soda (Na_2CO_3) ning suvdagi 30% eritmasi uchun qurildi.



1 – $d_f=2$ mm; 2 – $d_f=3$ mm; 3 – $d_f=4$ mm;
 $Q_{suyu}=0,068\div 0,160$ m³/soat;
 2 – rasm. Tozalash samaradorligi η ning absorbent sarfiga Q_{suyu} ga bog'liqligi [7].



3 – rasm. Tozalash samaradorligi η ning absorbent sarfiga Q_{suyu} ga bog'liqligi [7].
 1 – $d_f=2$ mm; 2 – $d_f=3$ mm; 3 – $d_f=4$ mm;
 $Q_{suyu}=0,072\div 0,178$ m³/soat;

2 va 3 – rasmlardan ko'rinadiki, suyuqlik sarfining quyi $Q_{suyu}=0,068\div 0,160$ m³/soat qiymatida filtrlovchi material teshigining diametri $d_f=2\text{mm}$; $d_f=3\text{mm}$ va $d_f=4\text{mm}$ bo'lganda apparatning tozalash samaradorligi 59,3%dan 96,5% gacha o'zgarishi kuzatilgan bo'lsa, suyuqlik sarfining yuqori $Q_{suyu}=0,072\div 0,178$ m³/soat qiymatida tozalash samaradorligi 79,8%dan 99,8% gacha ortishi kuzatildi. 2 va 3 – rasmlarda keltirilgan grafik bog'liqliklarga eng kichik kvadratlar usulini qo'llab quyidagi empirik formulalar olindi [5; 6];

barabanga qoplangan paronit filtrlovchi material teshigining diametri $d_f=2\text{mm}$ bo'lganda,

$$y = 67,686e^{2,2303x} \quad R^2 = 0,9814 \quad (4)$$

$$y = 70,26e^{2,0143x} \quad R^2 = 0,969 \quad (5)$$

barabanga qoplangan paronit filtrlovchi material teshigining diametri $d_f=3\text{mm}$ bo'lganda,

$$y = 58,128e^{3,0574x} \quad R^2 = 0,9681 \quad (6)$$

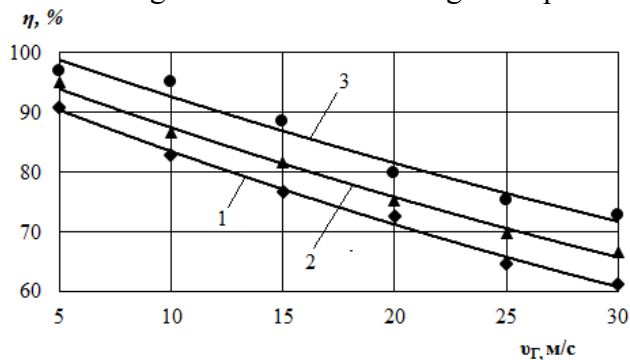
$$y = 61,168e^{2,66x} \quad R^2 = 0,9666 \quad (7)$$

barabanga qoplangan paronit filtrlovchi material teshigining diametri $d_f=4\text{mm}$ bo'lganda,

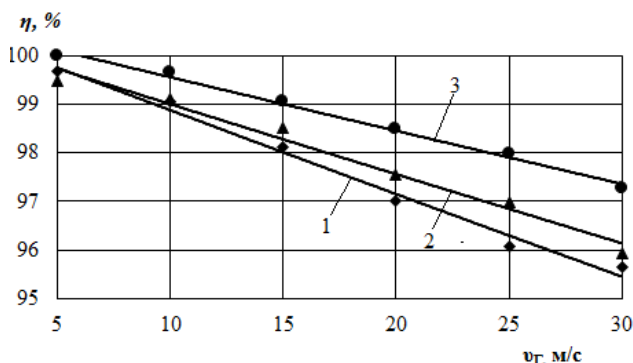
$$y = 45,734e^{4,2354x} \quad R^2 = 0,9745 \quad (8)$$

$$y = 50,637e^{3,419x} \quad R^2 = 0,9799 \quad (9)$$

Tozalash samaradorligiga o'zgaruvchan omillarning bog'liqligini aniqlash bo'yicha o'tkazilgan tajribaning ikkinchi bosqichida tajriba qurilmasi tozalash samaradorligiga gaz tezligining ta'siri aniqlandi. Bunda apparat tozalanadigan gaz oqimi sheber orqali $v_g=5\div30$ m/s gacha oraliqda o'zgartirib berildi. Quyidagi 4 va 5 – rasmlarda gaz oqimining quyi va yuqorgi tezliklaridagi tozalash samaradorligin aniqlash bo'yicha taqqoslash grafiklari berilgan.



4 – rasm. Tozalash samaradorligi η ning gaz tezligi v_g , ga bog'liqligi [8].
1 – $d_f=2$ mm; 2 – $d_f=3$ mm; 3 – $d_f=4$ mm;
 $Q_{suyu}=0,068\text{m}^3/\text{soat}$.



5 – rasm. Tozalash samaradorligi η ning gaz tezligi v_g , ga bog'liqligi [7;8].
1 – $d_f=2$ mm; 2 – $d_f=3$ mm; 3 – $d_f=4$ mm;
 $Q_{suyu}=0,178\text{m}^3/\text{soat}$.

4 va 5 – rasmlardan ko'rinadiki, gaz oqimi tezligining quyi $v_g=5$ m/s qiymatida filtrlovchi material teshigining diametri $d_f=2\text{mm}$; $d_f=3\text{mm}$ va $d_f=4\text{mm}$ bo'lganda apparatning tozalash samaradorligi 99,68%dan 99,99% gacha o'zgarishi kuzatildi. Gaz oqimi tezligining eng yuqori qiymatida esa tozalash samaradorligining 65,66% dan 97,26% gacha ortishi aniqlandi.

4 va 5 – rasmlarda keltirilgan grafik bog'liqliklarga eng kichik kvadratlar usulini qo'llab quyidagi empirik formulalar olindi

barabanga qoplangan paronit filtrlovchi material teshigining diametri $d_f=2\text{mm}$

bo'lganda,

$$y = 97,932e^{-0,016x} \quad R^2 = 0,992 \quad (10)$$

$$y = 100,65e^{-0,002x} \quad R^2 = 0,987 \quad (11)$$

barabanga qoplangan paronit filtrlovchi material teshigining diametri $d_f=3\text{mm}$

bo'lganda,

$$y = 100,92e^{-0,014x} \quad R^2 = 0,9934 \quad (12)$$

$$y = 100,48e^{-0,001x} \quad R^2 = 0,9784 \quad (13)$$

barabanga qoplangan paronit filtrlovchi material teshigining diametri $d_f=4\text{mm}$

bo'lganda,

$$y = 105,35e^{-0,013x} \quad R^2 = 0,9702 \quad (14)$$

$$y = 100,68e^{-0,001x} \quad R^2 = 0,9917 \quad (15)$$

Xulosa.

Rotor-filtrli tajriba qurilmasi tozalash samaradorligini hisoblash uchun apparat gidrodinamikasi va massa almashinish jarayonini hisobga oluvchi tenglamalar (1) va (2) tavsiya etildi.

Suyuqlik sarfining tozalash samaradorligiga bog'liqlik grafiklaridan ko'rinadiki, suyuqlik sarfining quyi $Q_{suyu}=0,068\div0,160\text{m}^3/\text{soat}$ qiymatida filtrlovchi material teshigining diametri $d_f=4\text{mm}$ bo'lganda apparatning tozalash samaradorligi 59,3%ni takshil etgan bo'lsa, suyuqlik sarfining yuqori $Q_{suyu}=0,178\text{m}^3/\text{soat}$ qiymatida tozalash samaradorligi 99,8% gacha ortishi ma'lum bo'ldi.

Gaz oqimi tezligining quyi $v_g=5$ m/s qiymatida filtrlovchi material teshigining diametri $d_f=2\text{mm}$ bo'lganda apparatning tozalash samaradorligi 99,99% gacha o'zgarishi kuzatildi. Gaz oqimi

tezligining eng yuqori qiymatida $v_g=30\text{m/s}$ esa tozalash samardorligining 65,66% kamayishi aniqlandi.

Adabiyotlar

- [1]. Yusupbekov N.R., Nurmuhamedov H.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. – Toshkent: Fan va texnologiya-lar, 2015. – 848 b.
- [2]. Дытнерский Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии. – Москва: Химия, 1991. – 495 с.
- [3]. Валдберг А.Ю., Николайкина Н.Е. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. – Москва: Дрофа, 2008. – 239 с.
- [4]. Рамм В.М. Абсорбция газов // – Москва: Химия, 1976. – 656 с.
- [5]. Архипов В.А., Березиков А.П. Основы теории инженерно-физического эксперимента. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 206 с.
- [6]. Бондарь А.Г., Статюха Г.А. Планирование эксперимента. – Киев: Вища школа, 1976. – 184 с.
- [7]. Axrorov A.A., Gazlarni ho'l usulda tozalovchi rotor-filtrli qurilmada suyuqlik fazadagi massa almashinish jarayonini tadqiq etish // Innovation texnika va texnologiyalarning qishloq xo'jaligi — oziq-ovqat tarmog'idagi muammo va istiqbollari. – Toshkent, 2022. -B.154-155.
- [8]. Axrorov A.A., Gazlarni ho'l usulda tozalovchi rotor-filtrli qurilmaning tozalash samaradorligiga o'zgaruvchi omillar ta'sirini tadqiq etish // Fan, ta'lim va texnikani innovation rivojlantirish masalalari. Xalqaro ilmiy - amaliy onlayn anjuman. -Andijon, 2022. -B.326-329.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛА ЗАХВАТА КАМЕРЫ ДРОБЛЕНИЯ КОНУСНЫХ ДРОБИЛОК С УЧЕТОМ КИНЕМАТИКИ ПОДВИЖНОГО КОНУСА

Р.Ж. Тожиев, Н.Р. Ражабова, Ш.Ш. Туйчиева

Ферганский государственный технический университет
(Получена 29.09.2025 г.)

Аннотация: В данной статье дано методика расчета угла захвата камеры дробления конусной дробилки с учетом движения подвижного конуса по сложным пространственным траекториям и направлению действия сил дробления.

Ключевые слова: конус, дробилка, биссектриса, угол захвата, траектория, абсцисса, вектор, камера, эластик, пластик, деформация, контакт.

Abstract: In this article, a method is given for calculating the angle of capture of a crushing chamber of a cone crusher, taking into account the motion of the movable cone along complex spatial trajectories, and the direction of action of the crushing.

Key words: cone, crusher, bisector, vector, trajectory, camera, elastic, plastic, deformation, contact, abscissa.

Аннотация: Ушбу мақолада конусли майдалагич майдалаш камерасининг қамраш бурчагини қўзғалувчан конуснинг мураккаб фазовий траектория бўйлаб ҳаракати ва майдалаш кучлари ҳаракати йўналишларини эътиборга олган ҳолда ҳисоблаш методикаси ёритиб берилган.

Калим сўзлар: конус, майдалагич, биссектриса, қамраш бурчаги, траектория, абсцисса, вектор, камера, эластик, пластик, деформация

Как известно, к параметрам, характеризующим рабочий процесс конусных дробилок и эффективность их работы, относятся угол захвата, ход между неподвижных и подвижных конусов, оптимальная частота вращения приводного вала, производительность и мощность привода машины.

Величина угла захвата оказывает влияние на интенсивность процесса измельчения материала: чрезмерные значения угла захвата приводят к снижению производительности дробилки, а недостаточные – к снижению степени измельчения материала.

В настоящее время для определения угла захвата в конусных дробилок используется методика, разработанная для щековых дробилок [1].

Как известно, для дробилок щековых, конусных, валковых, бегунов и т.д. угол захвата определяется по методике Л.Б.Левенсона $[\alpha] \leq 2\varphi$, предложенной для условий, когда вектор

скорости точки контакта подвижного элемента перпендикулярен биссектрисе угла захвата камеры [2].

В работе [3] для определения влияния вектора скорости точек контакта подвижного элемента на величину допустимого угла захвата камеры дробления были проведены исследования на лабораторной установке (рис.1).

Установка представляла собой элементарную щековую дробилку с горизонтальным прямолинейным перемещением подвижной щеки. Углы наклона подвижной $\beta_{\text{п}}$ и неподвижной $\beta_{\text{н}}$ щек относительно горизонтальной плоскости могли изменяться. Установкой углов наклона щек определялась величина угла захвата $\alpha_{\text{в}}$ между дробящими поверхностями в вертикальной плоскости и угол θ' между вектором скорости подвижной щеки и нормалью к биссектрисе угла захвата.

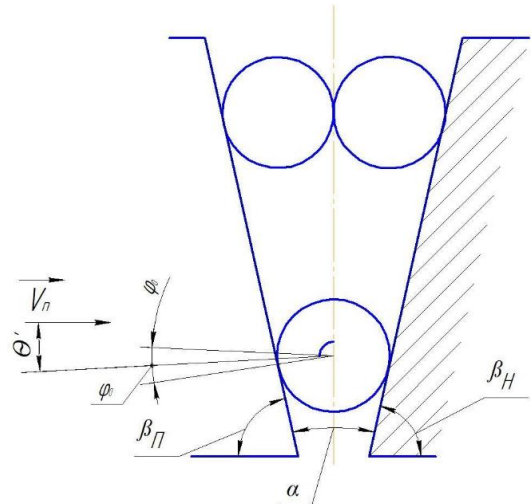


Рис. 1. Схемы экспериментальной дробилки.

Испытанию подвергались шарообразные образцы диаметром 10...20 мм из известняка с пределом прочности на разрыв 12,5 МПа и из гранита с $\sigma_{\text{р}}=16,8$ МПа. Твердость материала щек составляла 64 единиц по Бринеллю, скорость перемещения подвижной щеки – 3...5 мм/с.

Перед экспериментом фиксировались заданные углы наклона дробящих поверхностей относительно горизонтальной плоскости с точностью $\pm 0,5^\circ$, определялись величины углов $\alpha_{\text{в}}$ и θ' . Результатом эксперимента было либо разрушение образца, либо его выброс из камеры дробления.

Для доказательства выдвинутых предположений были проведены исследования по определению угла захвата, при котором происходит выброс материала из предварительно зажатого состояния (Рис.1). Образец материала зажимался в камере с углом захвата, заведомо меньшим предельно допустимого. Затем, сохраняя поджатие куска, угол камеры дробления увеличивался до тех пор, пока не происходил выброс. В этом состоянии производился замер углов наклона щек относительно горизонтальной плоскости, определялись значения углов $\alpha_{\text{выбр}}$ и θ' . Результаты экспериментов показали, что величина угла захвата, при которой происходит выброс предварительно зажатого материала, совпадает с величиной предельно допустимого угла захвата при соответствующих значениях θ' .

На основании проведенных исследований можно произвести анализ причин, приводящих к явлению выброса кусков материала из камеры дробления. При захвате куска в середине или конце хода сжатия первоначально происходит его упругопластическое деформирование и накопление упругой энергии. В процессе движения точки контакта подвижного элемента дробилки ее вектор скорости изменяет свою ориентацию, а угол θ' увеличивает по абсолютной величине. В связи с этим величина предельно допустимого угла захвата уменьшается, а значение действительного угла захвата камеры дробления остается примерно постоянным. в итоге наступает критический момент, когда допустимый угол захвата при данном угле становится меньше действительного, кусок уже не может быть удержан силами трения и происходит его выброс.

Также в работе [3] проводились эксперименты и по зажатию одновременно двух шарообразных кусков материала (рис.1). Наблюдалось проворачивание кусков, прокатывание и приподнятия их без выброса. Это говорит о том, что наблюдаемые случаи выброса или приподнятия материала из камеры обуславливаются изменением угла захвата в процессе хода сжатия, а не изменением коэффициента трения в точке контакта кусков.

Для определения оптимального значения угла захвата конусных дробилок рассмотрим силы действующие на кусок материалов в дробящем пространстве (рис.2)

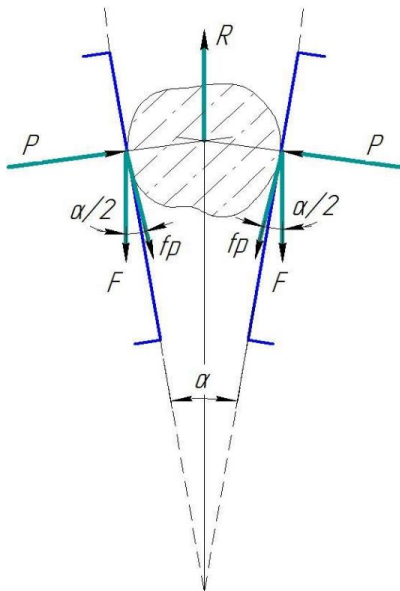


Рис.2. Схема к расчету угла захвата.

Силы P , действующие на кусок со стороны дробящих подвижных конусов, и силы трения $f P$. Результирующая усилий сжатия R стремится вытолкнуть кусок из дробящего пространства, а силы трения $f P$ препятствуют этому (f – коэффициент трения скольжения между дробящими конусами и куском). Предельным значением угла захвата α является такой угол, при котором кусок будет дробиться, не выталкиваясь т.е. $R \leq \sum F$. Сила $R = 2P \sin \frac{\alpha}{2}$, а

$\sum F = 2F = 2fP \cos \frac{\alpha}{2}$. Следовательно, условием равновесия куска при предельном α является выражение $2P \sin \frac{\alpha}{2} \leq 2fP \cos \frac{\alpha}{2}$. Преобразуя выражение, получим $\sin \frac{\alpha}{2} \leq f \cos \frac{\alpha}{2}$ или $f \geq \tan \frac{\alpha}{2}$.

Коэффициент трения скольжения можно выразить через угол трения φ , т.е. $f = \tan \varphi$, тогда $\tan \varphi \geq \tan \frac{\alpha}{2}$, откуда $2\varphi \geq \alpha$. Следовательно, дробления куска возможно, когда угол захвата равен или меньше двойного угла трения, т.е. $\alpha \leq 2\varphi$.

Коэффициент трения скольжения камня по металлу $f=0,3$, что соответствует углу $10^{\circ}40'$. Отсюда угол захвата конусных дробилок может достигать 33° , однако в реальных условиях это значения α значительно ниже ($19...24^{\circ}$) ввиду неправильной формы кусков материала и динамического характера приложения нагрузки, а также более высокой производительности.

Однако в практике работы конусных дробилок со сложным движением конуса точки подвижного элемента движутся по сложным пространственным траекториям, а векторы скоростей этих точек изменяют свою ориентацию относительно биссектрисы угла захвата.

Что уменьшение величины предельного угла захвата камеры дробления при изменении расположения вектора скорости точки подвижного конуса происходит за счет уменьшения силы трения со стороны одной из дробящих поверхностей. Причем уменьшается сила трения относительно той конуса, угол между поверхностью которой и вектором скорости меньше. Отклонение вектора скорости от нормали приводит к тому, что на материал действуют одновременно нормальная и сдвигающая нагрузки. Напряженное состояние контактной зоны куска в этом случае существенно отличается от напряженного состояния при действии одних сжимающих нагрузок. Область приложения растягивающих напряжений в куске с ростом касательной нагрузки увеличивается, а область сжимающих напряжений – уменьшается. Появление сдвигающей нагрузки приводит к перераспределению напряжений в контактной зоне и, как следствие, изменению условий захвата материала в камере.

Для доказательства выдвинутых предположений рассмотрим схему взаимодействия разрушаемого куска материала с дробящей поверхностью (рис. 3) при изменении вектора скорости. По оси абсцисс дано значение угла θ'_1 (угол между вектором скорости и нормалью к дробящей поверхности), а по оси ординат – значения угла трения. При $\theta'_1 = 0$ значения угла трения максимально и равно φ_0 , а при $\theta'_1 = 90^{\circ}$ угол трения движения равен 0, т. к. сила нормального давления отсутствует.

По мере отклонения вектора от нормали к дробящей поверхности в пределах $0 \leq \theta'_1 \leq \varphi_{\text{ов.мах}}$ (линия KR на рис. 3) угол трения остается постоянным и равным углу трения покоя. С увеличением угла θ'_1 до значений $\varphi_{\text{ов.мах}} \leq \theta'_1 \leq \varphi_0$ (участок RL) угол трения

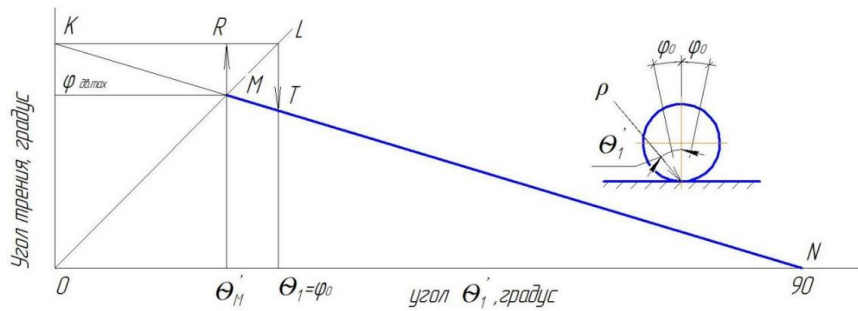


Рис. 3. Схема изменения угла трения с учетом расположения вектора скорости.

уменьшается и переходит от трения покоя к трению движения. Вероятность данного перехода с изменением угла θ_1 от точки R к точке L увеличивается от 0 до 1. При дальнейшем увеличении угла $\theta_1' (\varphi_0 \leq \theta_1' \leq 90^\circ)$ угол

трения движения изменяется по линейному закону (линия TN):

$$\varphi_{\text{дв.мах}} = \varphi_0 \left(1 - \frac{\theta_1'}{90} \right).$$

С уменьшением угла θ_1' происходит обратный переход от угла трения движения к углу трения покоя. Вероятность данного перехода от точки T к M увеличивается от 0 до 1.

Разница между величинами углов φ_0 и $\varphi_{\text{дв.мах}}$ определяет величину зону неустойчивого захвата кусков материала в камере дробления (рис.3)

$$\Delta\alpha = \varphi_0 - \varphi_{\text{дв.мах}}$$

Величина зоны неустойчивого захвата существенно больше при значении угла $\theta_1' = 0^\circ$, когда вектор $\overline{V}_\Pi$ перпендикулярен биссектрисе угла захвата, и равна

$$\Delta\alpha = 2\varphi_0 - 2\varphi_{\text{дв.мах}} = 2(\varphi_0 - \varphi_{\text{дв.мах}})$$

Зависимость угла трения движения ($\varphi_{\text{дв.мах}}$) от угла трения покоя (φ_0) с учетом угла θ_1' (линия OL и KN) запишется $\varphi_0 = \theta_1'$, $\varphi_{\text{дв}} = \varphi_0 (1 - \theta_1' / 90)$. Соответствующее значению угла θ_1' а точке M подставим в формулу для $\varphi_{\text{дв}}$

Имеем $\theta_M = \varphi_{\text{дв.мах}} \theta_1' / \varphi_0$,

$$\begin{aligned} \varphi_{\text{дв.мах}} &= \varphi_0 \left[1 - \frac{\varphi_{\text{дв.мах}} \theta_1'}{90\varphi_0} \right] \\ \varphi_{\text{дв.мах}} &= \varphi_0 \left[1 - \frac{\varphi_{\text{дв.мах}} \varphi_0}{90\varphi_0} \right]. \end{aligned}$$

Получаем зависимость $\varphi_{\text{дв.мах}} = f(\varphi_0)$,

$$\varphi_{\text{дв.мах}} = \frac{90\varphi_0}{90 + \varphi_0}$$

которая приведена на рис. 3.

Для проверки достоверности полученной зависимости из работы [4] методом наименьших квадратов были обработаны результаты экспериментальных исследований характеристик трения различных материалов и при различных условиях испытаний. В результате обработки была найдена закономерность $\varphi_{\text{дв.мах}} = f(\varphi_0)$ (кривая 2, рис 4), которая описывается формулой

$$\varphi_{\text{дв.мах}} = \frac{105,26\varphi_0}{115,79 + \varphi_0}.$$

Среднеквадратичное отклонение экспериментальных данных составила 2,61. Линейная зависимость максимального угла трения движения от угла трения покоя описывается выражением

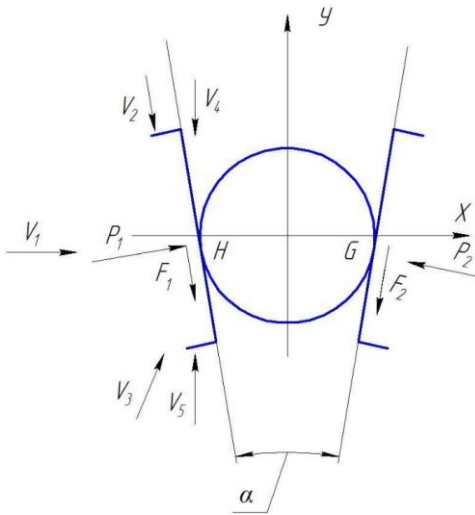


Рис. 4. Изменения максимального угла трения движения от угла трения покоя: 1 – теоретическая; 2 – экспериментальная зависимость; 3 – граница угла трения покоя; 4 – граница доверительной вероятности.

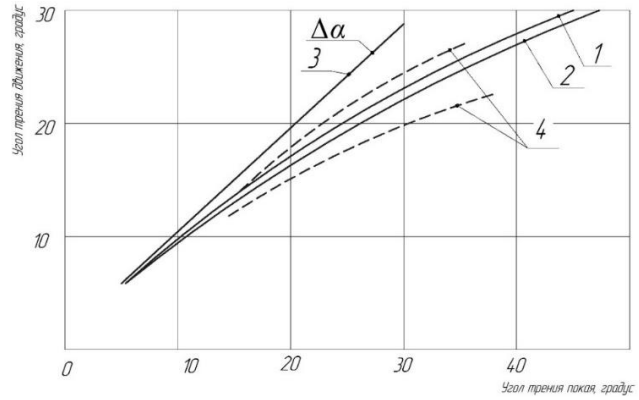


Рис. 5. Схема к определению угла захвата камеры в зависимости от расположения вектора скорости.

$$\varphi_{\text{ов.мах}} = 3,413 + 0,604\varphi_0$$

при среднеквадратичном отклонении $\sigma = 2,655$.

Для зависимости $\varphi_{\text{ов.мах}} = f(\varphi_0)$ были определены

границы доверительной вероятности с вероятностью 0,9975 согласно ГОСТ 11.004-74 [4]. Из рис.4 видно,

что теоретическая зависимость $\varphi_{\text{ов.мах}} = f(\varphi_0)$ находится в пределах доверительной вероятности экспериментальной зависимости. Среднее отклонение теоретической кривой от экспериментальной в интервале $5...45^\circ$ составила менее 5%.

Рассчитаем величину максимального угла захвата камеры дробления α при различном расположении вектора скорости точки контакта подвижной конуса (рис. 5) с учетом изменения величины угла трения движения.

Вектор скорости $\vec{V}_H$ изменяет свое положение в пределах от нормали к биссектрисе до параллельного к одной из дробящих поверхностей

$$0 \leq |\theta'| \leq 90 - \alpha/2$$

Для углов $\alpha/2 \leq \theta'_1 \leq 90^\circ$, $-\alpha/2 \leq \theta'_2 \leq 90^\circ - \alpha$ силы трения равны при условии $\theta'_1 < \theta'_2$:

$$\left. \begin{aligned} F_1 &= P_1 \operatorname{tg} \varphi_0 (1 - \theta'_1/90^\circ) \\ F_2 &= P_2 \operatorname{tg} \varphi_{\text{ов.мах}} \end{aligned} \right\}$$

Сумма проекций сил на ОХ и ОУ запишется

$$\left. \begin{aligned} \Sigma X &= P_1 \cos \frac{\alpha}{2} - P_2 \cos \frac{\alpha}{2} + F_1 \sin \frac{\alpha}{2} - F_2 \sin \frac{\alpha}{2} = 0, \\ \Sigma Y &= P_1 \sin \frac{\alpha}{2} + P_2 \sin \frac{\alpha}{2} - F_1 \cos \frac{\alpha}{2} - F_2 \cos \frac{\alpha}{2} = 0. \end{aligned} \right\}$$

Сделаем подстановку и соответствующие преобразования

$$\left. \begin{aligned} P_1 \cos \frac{\alpha}{2} - P_2 \cos \frac{\alpha}{2} + P_1 \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \operatorname{tg} \varphi_0 (1 - \theta'_1/90) + P_2 \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \operatorname{tg} \varphi_{\text{ов.мах}} &= 0 \\ P_1 \sin \frac{\alpha}{2} + P_2 \sin \frac{\alpha}{2} - P_1 \cos \frac{\alpha}{2} \cdot \operatorname{tg} \varphi_0 (1 - \theta'_1/90) + P_2 \cos \frac{\alpha}{2} \cdot \operatorname{tg} \varphi_{\text{ов.мах}} &= 0 \end{aligned} \right\}$$

$$P_1 = P_2 \frac{\cos \frac{\alpha}{2} + \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \operatorname{tg} \varphi_{\text{ов.мах}}}{\cos \frac{\alpha}{2} + \sin \frac{\alpha}{2} \operatorname{tg} \varphi_0 (1 - \theta'_1/90)} \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \frac{\cos \frac{\alpha}{2} + \sin \frac{\alpha}{2} \operatorname{tg} \varphi_{\text{ов.мах}}}{\cos \frac{\alpha}{2} + \sin \frac{\alpha}{2} \operatorname{tg} \varphi_0 (1 - \theta'_1/90)} + \sin \frac{\alpha}{2} -$$

$$-\cos \frac{\alpha}{2} \cdot \operatorname{tg} \varphi_0 (1 - \theta'_1/90) \cdot \frac{\cos \frac{\alpha}{2} + \sin \frac{\alpha}{2} \operatorname{tg} \varphi_{\text{дв.мах}}}{\cos \frac{\alpha}{2} + \sin \frac{\alpha}{2} \operatorname{tg} \varphi_0 (1 - \theta'_1/90)} - \cos \frac{\alpha}{2} \operatorname{tg} \varphi_{\text{дв.мах}} = 0$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \left[\varphi_{\text{дв.мах}} + \varphi_0 (1 - \theta'_1/90) \right]$$

Выразим углы φ_0 через $\varphi_{\text{дв.мах}}$ и θ'_1 через θ'

$$\varphi_0 = \frac{90 \varphi_{\text{дв.мах}}}{90 - \varphi_{\text{дв.мах}}}, \quad \theta'_1 = \theta' + \frac{\alpha}{2},$$

$$\alpha = \varphi_{\text{дв.мах}} + \varphi_0 (1 - \theta'_1/90) = \varphi_{\text{дв.мах}} \frac{\varphi_{\text{дв.мах}} \left(90 - \theta' - \frac{\alpha}{2} \right)}{90 - \varphi_{\text{дв.мах}}}$$

Отсюда находим зависимость допустимого угла захвата камеры дробления от угла трения движения мах и угла между вектором скорости и нормалью к биссектрисе

$$[\alpha_B] \leq \frac{2\varphi_{\text{дв.мах}} (180 - \varphi_{\text{дв.мах}} - |\theta'|)}{180 - \varphi_{\text{дв.мах}}}.$$

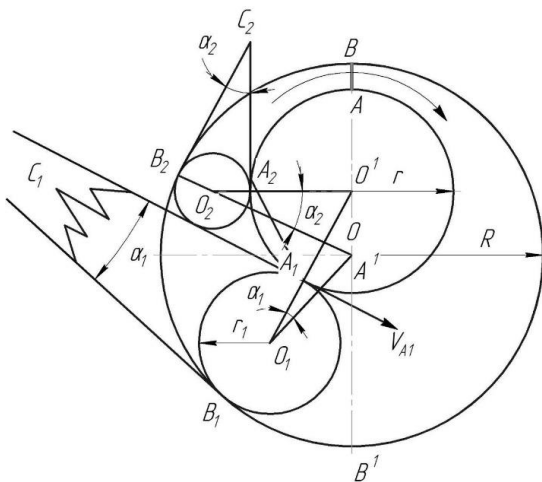


Рис.6. Схема к определению угла захвата горизонтальной плоскости.

Определение расчетного угла захвата в горизонтальной плоскости была опубликована в работе [5], где представлено сечение конусной дробилки горизонтальной плоскостью, можно записать равенство углов $A_1C_1B_1$ и OO_1O' и формулу для их определения

$$\cos \alpha_{\Gamma} = \frac{(r + r_k)^2 + (R - r_k)^2 - e^2}{2(r + r_k)(R - r_k)};$$

где r – радиус внутреннего конуса. Приятно упрощение, что сечение конуса представляет окружность, а не эллипс; r_k – радиус дробимого куска породы; R – радиус внешнего конуса; e – эксцентриситет осей кусков в сечении; α_{Γ} – угол захвата камеры дробления в сечении горизонтальной плоскостью.

Максимальный угол захвата в сечении горизонтальной плоскостью будет наблюдаться в случае, когда треугольник OO_1O' будет равнобедренным, т. е. займет положение треугольник OO_2O' .

Имеем $R - r_k = r + r_k$, а радиус захватываемого куска породы в этом случае будет равен

$$r_k = 0,5(R - r).$$

Зная угол захвата в вертикальной и горизонтальной плоскостях, можно определить действительный (пространственный) угол захвата в конусной дробилке по формуле

$$\cos \alpha_{\text{д}} = \cos \alpha_B \cdot \cos \alpha_{\Gamma}; \quad \alpha_{\text{д}} \leq 2\varphi_{\text{дв.мах}},$$

где $\varphi_{\text{дв.мах}}$ – максимальное значение угла трения движения.

С целью гарантированного захвата кусков дробимого материала в расчете рекомендуется принимать угол трения движения, а не угол трения покоя.

Представляет практический интерес расположение плоскости, в сечении которой лежит максимальный угол захвата рассматриваемой точки относительно вертикальной плоскости. Из векторного треугольника можно записать

$$\alpha_D = (\alpha_B^2 + \alpha_\Gamma^2)^{1/2},$$

а угол отклонения этой плоскости относительно вертикальной найдется из отношения

$$\operatorname{tg} \mu = \alpha_\Gamma / \alpha_B,$$

где μ – угол отклонения.

Камера дробления, в которой лежит действительный угол захвата, представляется криволинейной. Если принять угол захвата конце хода сжатия в вертикальной плоскости постоянным и равным 24° , а угол в горизонтальной плоскости равным $2^\circ 28'$ в верхней зоне и $1^\circ 28'$ - в нижней, то можно вычислить пространственный угол захвата. Имеем для верхней зоны $\alpha_D = 24^\circ 07'$, для нижней зоне $\alpha_D = 24^\circ 02' 30''$

Угол наклона плоскости с действительным углом захвата в верхней и нижней зонах к вертикали равен

$$\operatorname{tg} \mu_B = 0,10277 \text{ или } 5^\circ 52'$$

$$\operatorname{tg} \mu_H = 0,06111 \text{ или } 3^\circ 30'$$

Таким образом, плоскость, в которой лежит максимальный угол захвата, дробилка наклонена в верхней и нижней зонах к вертикали под разными углами, т.е. плоскость изогнута или наклонена. В случае выброса кусков материала из зоны дробления они будут вылетать под углом μ к вертикали. С учетом вектора скорости подвижного конуса в начале и в конце хода сжатия рассчитаны углы отклонения пространственного угла захвата от вертикальной плоскости.

На процесс выхода материала из камеры оказывает влияние составляющая хода конуса, параллельная образующей. Так, если в цикле разгрузки движение подвижного конуса направлено вверх, то путь свободного скольжения материала по образующей конуса уменьшается, а при направлении движения конуса вниз – увеличивается. Объясняется это непрерывностью движения конуса и цикличностью процесса разгрузки. Материал, часть хода конуса, находится в заторможенном упругопластическом состоянии и не имеет возможности двигаться как по конусу, так и вместе с конусом.

Раскрыта физическая закономерность взаимосвязи угла трения движения – трения покоя и дано математическая запись закона. С учетом закона разработана методика определения угла захвата камеры дробления при известном направлении силы дробления.

Список литературы

- [1]. Водопьянов И.Л. Угол захвата в щековых дробилках. – Труды ВНИИСтройдормаша. М, 1970, №49.
- [2]. Алехин А.Г., Водопьянов И.Л. Определение производительности конусных дробилок среднего и мелкого дробления. СДМ., 1976. №2.
- [3]. Руднев В.Д. Конусные дробилки среднего и мелкого дробления (методика расчета). изд. «Томского университета» Томск. 1988
- [4]. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. — М.: Наука, 1976.
- [5]. Тожиев Р.Ж., Садуллаев Х.М., Туйчиева Ш.Ш. “Конусли майдалагичнинг горизонтал текисликдаги камраш бурчагини аниқлаш”. Илмий техника журналы 2019 йил. Том 23 № 2.

BARABANLI KURITGICHLARNING NASADKA SHAKLINI TANLASH

A.A. Axunbayev

Farg‘ona davlat texnika universiteti

e.mail: a.axunboyev@ferpi.uz ORCID:0000-0001-6764-3690

[\(Qabul qilindi 29.09.2025 y.\)](#)

Аннотация: Aylanuvchi barabanlarning ishlashi ko‘p jihatdan baraban qismidagi zarrachalarning bir xil taqsimlanishiga bog‘liq bo‘lib, bunga nasadkalarning optimal konstruksiyasi va joylashishi bilan erishilgan. Ushbu tadqiqotda zarrachalarning umumiy sirt maydonini optimallashtirish uchun materialni

sochish tezligi va zarracha tushish vaqtiga bog'liq matematik model ishlab chiqilgan. Tushish vaqti, o'z navbatida, material pardasining balandligiga bog'liq. Barabanning aylanish tezligi uch qismli nasadkalarining samaradorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi, ayniqsa yuqori to'ldirish darajasida (16%), baraban aylanish tezligi 7 dan 10 ayl/min gacha oshgani sayin quritilayotgan xom ashyoning massasi ortishi aniqlandi.

Tayanch so'zlar: quritish barabani, nasadka, tabiiy qiyalik burchagi, barabanning ko'ndalang kesimi, materialning taqsimlanishi, materialining to'ldirish koeffitsienti.

Аннотация: Работа вращающихся барабанов обусловлена тем, что при вращении барабана происходит равномерное распределение частиц в барабане, благодаря чему достигается оптимальная конструкция и расположение насадок. Для оптимизации соотношения скорости частиц и заряда в материале была разработана математическая модель взаимодействия частиц с материалом. Время падения, в свою очередь, зависит от высоты материальной завесы. Скорость вращения барабана сильно влияет на эффективность прямоугольных трехсекционных насадок, особенно при высокой степени заполнения (16%), при этом масса сырья, подвергаемых сушке, увеличивается при увеличении скорости вращения барабана с 7 до 10 об/мин.

Ключевые слова: сушильный барабан, насадка, угол естественного наклона, сечение барабана, распределение материала, коэффициент заполнения материалом.

Abstract: The operation of rotating drums is due to the fact that when the drum rotates, the particles in the drum are evenly distributed, thereby achieving an optimal design and location of the nozzles. To optimize the ratio of particle velocity and charge in the material, a mathematical model of particle-material interaction was developed. The time of the fall, in turn, depends on the height of the material curtain. The speed of rotation of the drum strongly affects the efficiency of rectangular three-section nozzles, especially with a high degree of filling (16%), while the mass of raw materials subjected to drying increases with an increase in the speed of rotation of the drum from 7 to 10 rpm.

Key words: drying drum, nozzle, angle of natural inclination, drum cross-section, material distribution, material filling coefficient.

Kirish.

Sochiluvchan materiallarni quritish oziq-ovqat, metallurgiya va kimyo sanoatida katta ahamiyatga ega hisoblanadi. Aylanadigan quritgichlar odatda granulali materiallarni quritish uchun ishlatiladi. Materialni ko'tarish va uni baraban ko'ndalang kesimi bo'ylab sochib berish uchun baraban ichki yuzasi nasadkalar bilan jihozlangan bo'lib, bu issituvchi gazlar va nam qattiq moddalar orasidagi aloqa vaqti va yuzasini yaxshilaydi. Yakuniy mahsulot sifati, materialning quritgichning ichida issituvchi havo bilan o'tkazgan vaqtiga bog'liq. Bu, asosan, nasadka konstruksiyasi va barabanning qiyalik burchagi bilan belgilanadi. Sanoatda G - shaklidagi, burchakli, ilgak shaklidagi, oysimon, bir necha qismli nasadkalar konfiguratsiyasi qo'llaniladi [1]. Sifatli yakuniy mahsulotni olish uchun material aktiv bosqichda barabanning kesimi bo'ylab teng ravishda taqsimlanishiga bog'liq.

Bizning holatda, qarama-qarshi oqim barabanli quritgich, xom ashyoni quritish uchun ishlatiladigan issiqlik oqimi tomonidan yetkazib beriladigan issiq gazdan keladi [2]. Xom ashyoni quritish jarayoni katta energiya sarfi, shuningdek, materialning kichik o'lchamlari tufayli atrof-muhitga salbiy ta'sir ko'rsatishi bilan bog'liq. Energiya sarfini va olib ketilgan chang miqdorini kamaytirish uchun quritgichlarning konstruksiyasini optimallashtirish orqali apparatdagi quritish samaradorligini oshirish kerak. Quritish jarayonini samaraliroq qilish uchun konstruktiv usullarni topish juda muhimdir. Barabanli quritgichlarning ishlashi asosan zarralar va issiq gaz o'rtasidagi aloqa samaradorligi bilan belgilanadi [3]. Bu vazifa baraban ko'ndalang kesimi bo'yicha materialning maksimal zich pardasini yaratish orqali erishiladi.

Nazariy va eksperimental tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, barabanli quritgichning nasadkasi shaklini quritilishi kerak bo'lgan materialning fizik kimyoviy xususiyatlariga muvofiq tanlanishi kerak [4]. Shuning uchun, tolali yoki yopishqoq zarralarni quritganda, aralashtirish tezligi oshirish uchun to'g'ri burchakli nasadkalar qo'llaniladi. Erkin sochiladigan materiallar uchun yarim doira, to'rtburchak, ilgaksimon va boshqa turli xil shakldagi nasadkalardan foydalaniladi. Ko'p hollarda moyda sochiluvchan materiallarni quritish uchun katta hajmdagi uch qismli nasadkalar tavsiya etiladi. Baraban ichida chang buluti paydo bo'lganligi sababli, barabanning ko'ndalang kesimi

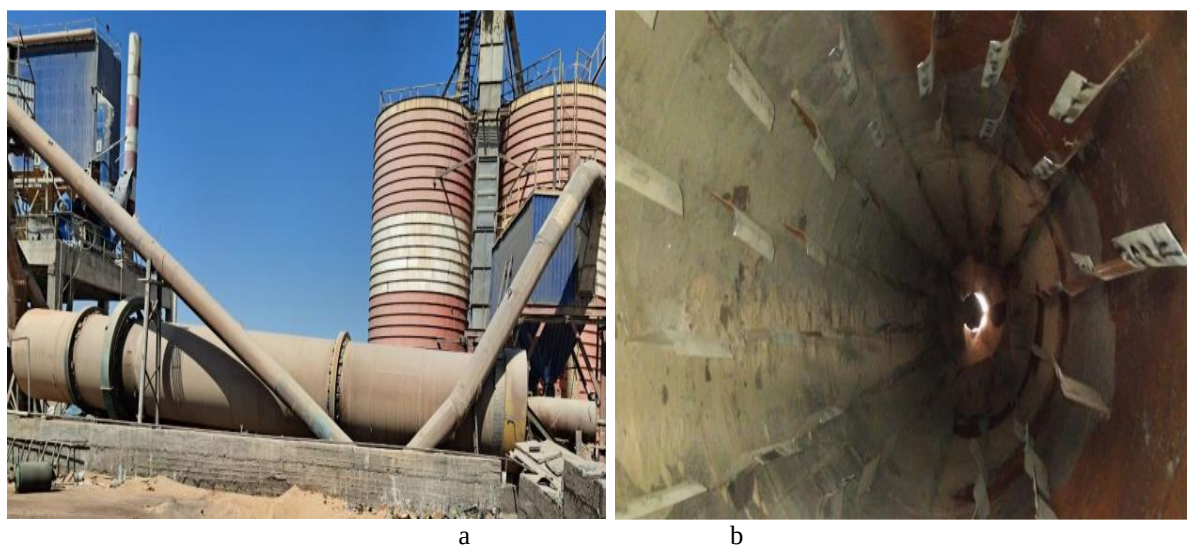
bo'ylab mayda zarrachalarning tarqalishini vizual kuzatish mumkin emas. Shuning uchun biz MATLAB dasturi yordamida raqamli simulyatsiyani amalga oshirdik.

Ilmiy adabiyotlarni tahlil qilganda, nasadka geometriyasining mayda dispersli material zarrachalarining tarqalish darajasiga ta'siri bo'yicha ko'plab tadqiqotlar o'tkazilmaganligi qayd etildi.

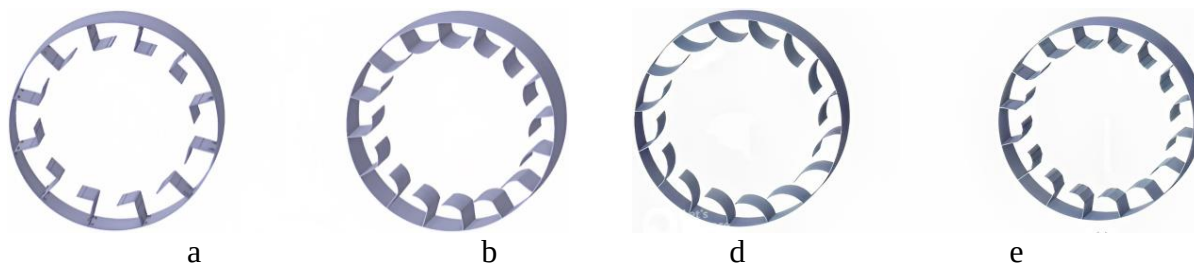
Raqamli tahlilga asoslangan ushbu tadqiqotning maqsadi quritish samaradorligi bo'yicha xom ashyoning xususiyatlarini hisobga olgan holda barabanli nasadkalarining optimal konfiguratsiyasini aniqlash edi. Amalda, quritish jarayonining mumkin bo'lgan eng yuqori samaradorligini olish uchun baraban kesimining faol zonasida zarrachalarning tarqalish darajasi bilan belgilanadi. Barabanning faol hududidagi zarrachalar egallagan maydon foizini aniqlash uchun tasvirga asoslangan usuldan foydalandik.

Asosiy qism. Tahlil 1-rasmda ko'rsatilganidek, "Turon-ecocement group" MChJda quyidagi umumiy xususiyatlarga ega haqiqiy quritish barabani uchun o'tkazildi: ichki diametri $D_i = 2200$ mm, devor qalinligi $t = 15$ mm, uzunligi $L = 20000$ mm, nasadkalar baraban ichki yuzasiga teng taqsimlangan. Tahlil va taqqoslash uchun nasadkalarining turli shakllari 2-rasmda keltirilgan.

Barabanni to'ldirishning turli darajalariga (8%, 12% va 16%) va barabanning turli aylanish tezligiga (4 ayl/min, 7 ayl/min va 10 ayl/min) mos keladigan parametrik tadqiqotlar o'tkazildi. Bu parametrlar adabiyotlardan olingan ko'plab tadqiqotlarda barabanni to'ldirish darajasi va barabanning aylanish tezligi barabanli quritgichning ishlashiga katta ta'sir ko'rsatishini inobatga olgan holda tanlangan. Tadqiqotchilar barabanning umumiy hajmining 10-15% oralig'ida qattiq moddalar hajmini, shuningdek, barabanning optimal ishlashi uchun quritgichning ish sharoitlariga muvofiq nasadkalar shakli va sonini tanlashni tavsiya qiladi.



1-rasm. Quritgich barabanining fotosurati. a - quritgich barabani, b – barabanda nasadkalar joylashuvi.



a - L - shaklidagi nasadkalar, b - ilgak shaklidagi nasadkalar, d - cho'mich shaklidagi nasadkalar, e - to'rtburchaklar uch qismli nasadkalar.

2-rasm. Tadqiqot uchun tanlangan nasadkalarining geometrik shakllari.

Nasadkadan material zarralarini birinchi tushirish nasadkaning 90⁰ (yoki soat 9 da) holatida, oxirgisi esa aylanish yo'nalishi bo'yicha 300⁰ da (yoki soat 4 da) yakunlanishini hisobga olgan holda, har xil pozitsiyalar uchun zarrachalar egallagan maydonning foizlari (AFP) 90⁰ dan 300⁰ soatgacha (30⁰ qadam bilan) hisoblab chiqilgan va natijalar 1-3-jadvallarda keltirilgan.

1-jadval.

8% baraban bilan to'ldirilganda zarrachalar egallagan maydon foizi

Nasadkani joylashish burchagi (soat)	L shaklidagi nasadka			Ilgak nasadka			cho‘mich nasadka			To‘rtburchak uch qismli nasadka		
	Baraban aylanish tezligi (ayl/min)											
	4	7	10	4	7	10	4	7	10	4	7	10
90 ⁰ (9)	0,5	0,6	0,7	0,6	0,7	0,7	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8
120 ⁰ (10)	2.6	2.5	2.6	3.6	3.4	3.8	2.2	2.3	2.3	4.6	4.5	3.6
150 ⁰ (11)	9.6	10.4	17.7	11.6	13.2	19.2	8.6	8.7	12.7	13.3	17.4	21.7
180 ⁰ (12)	15.7	17.7	25.8	16.7	19.5	27.7	13.7	15.7	21.8	18.7	20.7	27.2
210 ⁰ (13)	23.1	27.5	23.7	25.5	29.5	26.7	24.1	25.3	25.7	28.1	31.5	33.3
240 ⁰ (14)	21.5	16.5	11.1	24.6	19.4	15.7	22.5	18.5	16.1	25.5	22.5	23.1
270 ⁰ (15)	11.8	13.1	8.2	14.4	14.7	11.2	12.8	11.1	10.2	13.8	17.2	12.2
300 ⁰ (16)	5.7	7.8	5.2	7.4	7.4	8.2	4.7	5.8	6.2	7.7	9.8	7.9
O‘rtacha qiymati	11.3	12.0	11.9	13.1	13.4	14.1	11.1	10.9	11.9	14.0	15.5	16.2
	11.7			13.5			11.3			15.2		

2-jadval.

12% baraban bilan to'ldirishda zarrachalar egallagan maydon foizi

Nasadkani joylashish burchagi (soat)	L shaklidagi nasadka			Ilgak nasadka			cho‘mich nasadka			To‘rtburchak uch qismli nasadka		
	Baraban aylanish tezligi (ayl/min)											
	4	7	10	4	7	10	4	7	10	4	7	10
90 ⁰ (9)	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,7	0,8	0,7	0,8
120 ⁰ (10)	2.9	3.2	3.4	4.2	4.2	4.4	2.6	3.6	3.1	5.3	5.5	6.3
150 ⁰ (11)	10.6	11.9	19.8	12.6	12.9	16.8	14.6	13.9	16.8	14.3	18.4	20.1
180 ⁰ (12)	16.7	18.3	26.8	17.7	18.3	24.8	15.7	19.3	23.8	20.1	21.7	25.2
210 ⁰ (13)	23.9	28.3	25.8	25.9	29.6	27.1	24.9	27.3	24.8	30.1	31.7	36.1
240 ⁰ (14)	22.5	15.9	13.4	23.3	16.3	15.3	21.5	16.9	14.4	28.5	27.7	27.9
270 ⁰ (15)	12.2	12.1	9.3	13.1	13.1	11.2	14.1	13.3	11.3	15.5	17.7	17.2
300 ⁰ (16)	6, 5	7.7	5.1	7, 3	6.5	7.2	5, 5	7.5	4.5	6.7	6.8	8.9
O‘rtacha qiymati	11.1	12.2	13	12.1	12.7	13.4	11.7	12.8	12.4	15.1	16.2	17.8
	12.1			12.7			12.3			16.4		

16% barabanni to'ldirishda zarrachalar egallagan maydon foizi

Nasadkani joylashish burchagi (soat)	L shaklidagi nasadka			Ilgak nasadka			cho‘mich nasadka			To‘rtburchak uch qismli nasadka		
	Baraban aylanish tezligi (ayl/min)											
	4	7	10	4	7	10	4	7	10	4	7	10
90 ⁰ (9)	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,6	0,5	0,7	0,9	0,9	0,8
120 ⁰ (10)	3.4	3.3	3.6	3.8	3.7	4.3	3.7	5.3	4.3	7.6	6.5	4.6
150 ⁰ (11)	10.8	13.1	20.8	13.8	15.1	21.8	13.8	12.1	15.8	18.3	19.4	22.0
180 ⁰ (12)	17.3	18.7	28.1	21.3	22.7	29.1	19.3	21.7	23.5	20.0	24.4	26.8
210 ⁰ (13)	24.5	28.9	27.4	27.5	27.9	29.4	23.6	27.9	25.7	29.9	32.5	35.3
240 ⁰ (14)	23.4	16.9	12.4	26.4	23.9	21.4	24.3	17.8	16.4	28.5	26.5	29.1
270 ⁰ (15)	13.3	13.1	10.3	17.4	18.4	16.3	11.3	12.7	13.8	16.6	16.1	17.2
300 ⁰ (16)	7.5	6.7	6.4	8, 4	7.8	7.6	6, 6	6.8	5.4	8.7	7.8	7.4
O‘rtacha qiymati	13.3	12.6	13.7	15.8	15	16.3	13.8	13.1	13.2	16.3	16.7	17.9
	13.2			15.7			13.3			16.9		

1-3-jadvallarni tahlil qilish natijalari shuni ko'rsatadiki, zarralar egallagan maydon ulushi quyidagi hollarda 10% dan yuqori darajada saqlanadi:

- L shaklidagi nasadkali qurilmalarda, 8% to'ldirish darajasi uchun 180°-270° oralig'ida (baraban tezligi 10 aylanish tezligidan tashqari) va 12% va 16% to'ldirish darajasi uchun 150°-300° oralig'ida;

- ilgak shaklidagi nasadkalarda - 8% to'ldirish darajasi uchun 150°-240° oralig'ida va 12% va 16% to'ldirish darajasi uchun 150°-270° oralig'ida (to'ldirish darajasidan 12% tashqari va barabanning aylanish tezligi 10 ayl/min);

- cho'mich shaklidagi nasadkalar uchun - 8% to'ldirish darajasi uchun 180° dan 240° gacha va 12% va 16% to'ldirish darajasi uchun 150°-300° oralig'ida (12% to'ldirish darajasidan tashqari va baraban tezligi 10 ayl/min);

- uch qismli nasadkalarda, to'ldirish darajasi 8% (10 aylanishdan tashqari) uchun 150°-240° oralig'ida va 12% va 16% to'ldirish darajasi uchun 120°-300° oralig'ida (barabanning aylanish tezligi 10 ayl/min dan tashqari).

Shu bilan birga, barcha nasadka shakllari uchun barabanning aylanishi paytida zarrachalar egallagan maydonning foizi turlicha bo'ldi, ya'ni ma'lum bir turdagi nasadka tomonidan ko'rsatilgan material miqdori barabanni to'ldirish darajasi yoki baraban aylanish tezligi kabi muhim parametrlar bilan bog'liq holda tahlil qilinishi kerak.

Misol uchun, 3-rasmda 180°-da tahlil qilingan to'rt turdagi nasadkalar uchun zarrachalarning tarqalishi rejimlari ko'rsatilgan maksimal tushirish holatiga mos keladi.

3-rasmda keltirilgan tasvirlarni tahlil qilsak, to'ldirish tezligi 8% va aylanish tezligi 10 aylanish tezligida zarrachalar barabanning yon tomonida to'planganligini ko'rish mumkin, bu quritish samaradorligini pasaytiradi. To'ldirish darajasi 12% bo'lsa, L shaklidagi nasadkalardan tashqari, barabanning faol zonasida zarrachalarning bir xil taqsimlanishi mavjud.

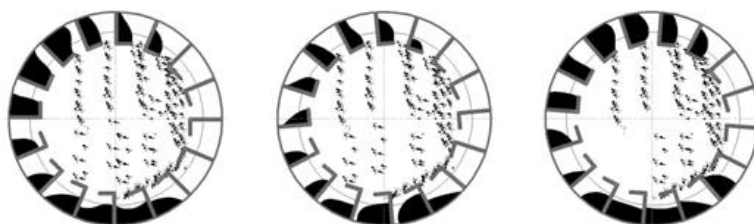
16% to'ldirishda, barabanning pastki qismida, ayniqsa, 8 aylanish tezligida tiqilishi paydo bo'ladi, bu ham quritish samaradorligini pasaytiradi. Ushbu maqoladagi barabanli quritgichni optimal yuklash natijalari 8% dan 12% gacha bo'lishi aniqlandi.

Uch qismli nasadkalar yuqori aylanish tezligida (10 ayl/min) aniq ustunlikni ko'rsatadi.

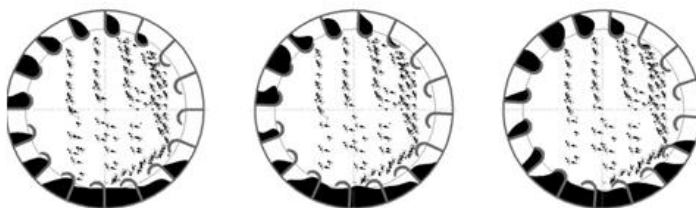
Xulosa. Ushbu tadqiqot aylanma quritgichning barabani yadrosidagi dispers zarrachalar egallagan maydonni aniqlash orqali hisoblangan xom ashyoni quritish darajasining samaradorligiga qadoqlash shaklining ta'sirini aniqlash uchun raqamli tahlilga qaratilgan.

Odatda, qanotlardan zarrachalar chiqishi qanot uchi 900 holatida bo'lganda boshlanadi va taxminan 3000 holatida tugaydi.

Olingan qiymatlarni tahlil qilib, nasadka shaklidan qat'i nazar, barabanning aylanish chastotasi 10 ayl/min, mos ravishda 16% to'ldirish darajasida maksimal samaradorlikka erishilishi aniqlandi.



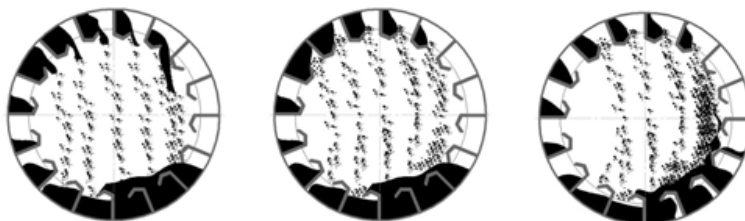
a) L shaklidagi nasadka;



b) ilgak shaklidagi nasadka;



d) cho'mich shaklidagi nasadka;



e) uch qismli nasadka.

3-rasm. Turli xil nasadka shakllari va barabanni 8% to'ldirish darajasi uchun zarracha dispersiyasi rejimining tasviri.

Olingan katta miqdordagi ma'lumotlarga asosanib, qadoqlash shakli baraban ichidagi zarrachalarning tarqalish darajasiga sezilarli ta'sir ko'rsatishi ko'rsatilgan.

Qadoqlash shakli barabanning periferik yuzasida zarrachalarni ushlab turish vaqtida muhim rol o'ynaydi va shuning uchun optimal zarracha dispersiyasi eritmasini aniqlash uchun aylanish tezligi bilan bog'liq bo'lishi kerak. O'rash shakli, shuningdek, qadoqdagi zarrachalarni ushlab turish bilan bog'liq sabablarga ko'ra barabanni to'ldirish darajasini hisobga olgan holda tanlanishi kerak.

To'ldirish darajasi va aylanish tezligining keng diapazoni uchun barabanning to'liq aylanishida quritilishi mumkin bo'lgan agregat hajmini ifodalovchi qiymatlarning yuqori barqarorligini olish uchun kanca tipidagi qirg'ichlar eng mos keladi. Shu bilan birga, to'rtburchaklar uch qismli nasadkalar kabi samaradorlik yuqori.

To'rtburchaklar uch qismli qirg'ichlar quritish zarralari bo'yicha o'rtacha eng yaxshi ko'rsatkichni ko'rsatganda, ularning ishlashi hali ham texnologik parametrlarning keng doirasini ifodalaydi: aylanish tezligi va to'ldirish darajasi.

Adabiyotlar

- [1]. Сажин Б. С., Сажин В. Б. Основные проблемы сушки дисперсных материалов, научно-практический анализ и решение // Успехи в химии и химической технологии. 2008. №1 (81).
- [2]. Sh. Shahhosseini, M. T. Sadeghi, H. R. Golsefatan, "Dynamic Simulation of an Industrial Rotary Dryer", Iranian Journal of Chemical Engineering, vol. 7 No 2 (spring) 2010 IACHE, pp-68-77.
- [3]. Mujumdar, A. S. Handbook of Industrial Drying / A. S. Mujumdar. - 4th Edition. - CRC Press, 2014. - 1348 p.
- [4]. Perry, R. H. and Green, D. W. (1999). "Chemical Engineers Handbook." McGraw-Hill, New York.
- [5]. M. Piton, F. Huchet, O. Le Corre, L. Le Guen, B. Cazacliu, A coupled thermal-granular model in flights rotary kiln: industrial validation and process design, Appl. Therm. Eng. 75 (2015) 1011–1021.
- [6]. Friedman, S. J. Marshall, W. R. Studies in Rotary Drying: Part 1 – Holdup and Dusting. Chem. Eng. Prog. 1949, 45, 482–573.
- [7]. Schofield, F. R.; Glikin, P. G. Rotary Coolers for Granular Fertilizer. Chem. Process Eng. Resour. 1962, 40, 183.

LINTERLASH JARAYONI NAZARIY ASOSLARI

E. T. Mamurov¹, O. Sh. Sarimsakov²

¹Farg'ona davlat texnika universiteti

emamurov@mail.ru, +90 560 98 60

²Namangan davlat texnika universiteti

[\(Qabul qilindi 29.09.2025 y.\)](#)

Annotatsiya: Linterlash mashinasi ishchi kamerasi va kolosnigi bilan xomashyo valigining o'zaro ta'sirlashuvi bo'yicha o'tkazilgan nazariy tahlili va uning natijasida aniqlangan chigitni tushish tezligi kolosnik yuzasi bilan chigit o'rtasidagi ishqalanish koeffitsientiga bog'liqligi haqida ma'lumotlar keltirilgan.

Tayanch so'zlar: chigit, paxta, momiq, texnologiya, kamera, valik, tenglama, kolosnik, harakat, tezlik, koeffitsient

Аннотация: Представлена информация о проведённом теоретическом анализе взаимодействия рабочей камеры лентерной машины, колосника и сырьевого валика, который показывает, что скорость падения семени зависит от коэффициента трения между поверхностью колосника и хлопкового семени.

Ключевые слова: семена, хлопок, пух, технология, камера, валик, уравнение, колосник, движение, скорость, коэффициент

Abstract: The article presents information on the theoretical analysis of the interaction between the working chamber of the linter machine, the grate bar and the raw material roller, which shows that the speed of seed fall depends on the coefficient of friction between the surface of the grate bar and the cotton seed.

Key words: seeds, cotton, fluff, technology, camera, roller, equation, grid, motion, speed, coefficient

Respublika paxta tozalash korxonalari texnologik jarayoniga vazifalar paxta chigiti va tolasini ishlab chiqarishda texnologik talablarga rioya qilish, sifatli tola ishlab chiqarish, korxonadan chiqayotgan to'qimachilik xom ashyolarini chiqindi tarkibiga chiqib ketishiga qo'l qo'ymaslik va eng asosiysi korxona mahsulotlarini (tola, chigit, momiq va boshqalar) maksimal tozalash imkoniyatini yaratishdan iborat. Ushbu vazifalar mobaynida chigitlarni linterlash jarayoni samaradorligini oshirish hamda momiq tarkibidagi iflosliklarni kamaytirish asosiy o'rin tutadi. Jumladan, linterlash jarayonini texnologiyasini takomillashtirish orqali sifatli mahsulot olish korxonaga sezilarli iqtisodiy samara keltiradi.

Hozirda linter mashinalari ta'minlagichidan o'tayotgan chigitlar tarkibidagi mayda iflos aralashmalar yetarlicha tozalanmay jarayonga uzatiladi, natijada momiq mahsulotini keyingi ishlov berishda ishlab chiqarilayotgan mahsulot sifatiga sezilarli salbiy ta'sir ko'rsatadi. Chigitdan kerakli miqdordagi momiqni ajratib olish, linterlar ish tartibini sozlash chigit tarog'ini kolosnikka nisbatan holatini va ta'minlagich avtomat zanjirini uzunligini o'zgartirish yo'li bilan amalga oshiriladi. Bu holatda momiq ajratish miqdori (foizda) chigitni momiq ajratguncha va undan keyingi to'liq

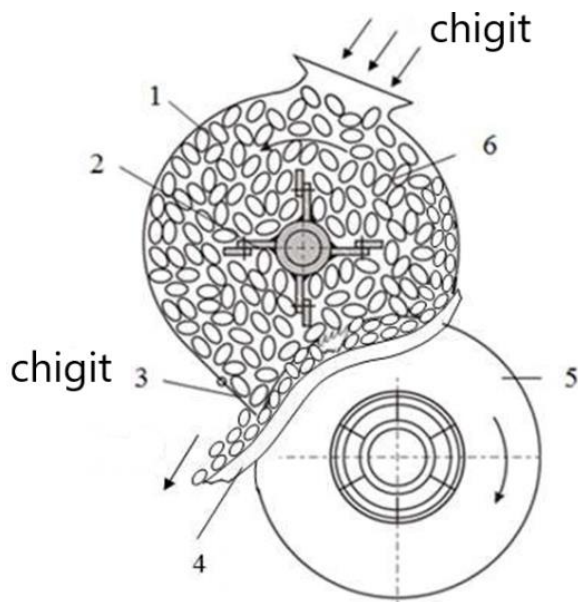
tukdorligining farqi bilan chigit namunalarini tolasi hamda momiq ajratilgan chigit etalonlariga solishtirib aniqlanadi [1].

Har bir seleksiya va sanoat navlari uchun chigit etalonlari mazkur texnologiya ish tartibi va amaldagi standart talablarini hisobga olgan holda birlashmalar sifat bo'limlari nazoratida paxta tozalash korxonalarida laboratoriyalarida tayyorlanadi. Etalonlar tolaning ajratish sexida linterchi ish joyining bevosita yaqinida turishi kerak. Reglament bo'yicha chigitning momig'ini ajratmay o'tkazish va momiqdagi iflosliklarni ortib ketishiga yo'l qo'yilmaydi. Ushbu maqsadda chigitlar oqimini shunday taqsimlash kerakki, oxirgi linter kam majburiy ish unumi bilan ishlasin. Biror sabab tufayli linterlardan biri to'xtab qolsa, chigit ortiqcha bo'lmasligi uchun chigit oqimini qayta taqsimlash kerak. Chigit tukdorligi va iflosligi bo'yicha O'zDSt 596:1993 talabiga mos bo'lishi shart.

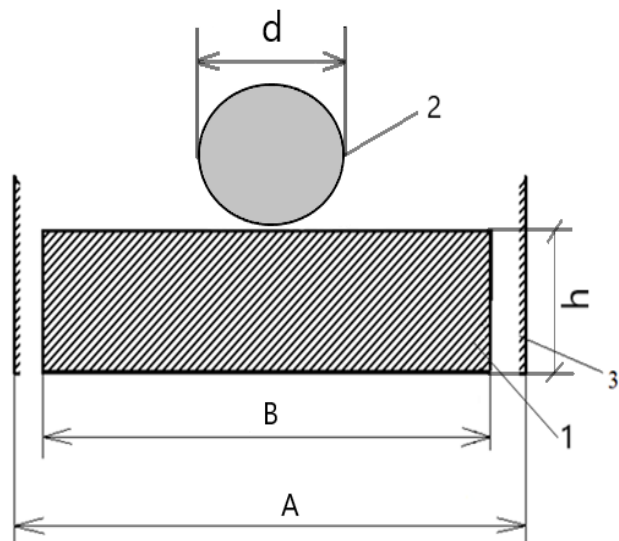
Ma'lumki, linterlash jarayonida momiq ajratilgan chigitlarni shikastlanishsiz kolosniklar yuzasi bo'ylab ajralib chiqib ketishi katta ahamiyatga ega. Chunki, momiq ajratilgan chigitlarni aksariyati linter arralariga ilashgan holda, qayta linterlash jarayoniga o'tib ketadi. Bu o'z navbatida, linterlangan chigitlarni xomashyo valigi ichida uzoq qolib ketishiga sabab bo'ladi. Natijada xomashyo valigi momiqdorligi pasayib, linterlash jarayonini samaradorligini pasayishiga olib keladi.

Paxtani dastlabki ishlashning muvofiqlashtirilgan texnologiyasi PDI 70-2017 ga asosan, paxtani jinlash jarayonidan so'ng chigitning yuzasida momiq qoladi, bu boshlang'ich toladorlikning umumiy miqdorining 10-15% ni tashkil etadi [2]. Shuning uchun paxta tozalash korxonalarida kimyo va qog'oz sanoatida keng qo'llaniladigan momiqni chigitdan ajratib olish uchun linterlash texnologiyasi o'rnatilgan.

Hozirgi kunda chigitni linterlash texnologiyasini amalga oshirish uchun 5LP rusumli linter uskunalaridan foydalaniladi [3]. Ushbu uskunada linterlash jarayoni ishchi kameradagi chigitli valikka arrali silindrning ta'siri natijasida amalga oshiriladi. Ishchi kamerada aylanma harakatdagi aralashtirgich va arrali silindrning ta'sirida kameradagi chigit zich holda aylanuvchi chigitli valikni hosil qiladi (1-rasm). Chigitli valikning ichiga kirgan arra tishlari chigit yuzasidagi momiqni qirib olib kolosniklar ortiga olib o'tadi. Chigit yuzasidan momiq qirib olingandan so'ng, ushbu chigit chigitli valik bilan bog'lanishni yo'qotib, arralar oralig'idagi kolosnik yuzasiga tushadi va ishchi kameradan tashqariga chiqish uchun pastga, chigit tarog'i zonasiga harakatlanadi. Chigit harakatiga hech qanday to'sqinlik bo'lmasa, taroq zonasida ushbu chigit kameradan tashqariga chiqib ketadi.



1- ishchi kamera, 2- tuzitgich, 3- chigit tarog'i,
4- kolosnik, 5- arrali silindr, 6- chigit valigi.
1-rasm. 5LP rusumli linter uskunasi ishchi kamerasi.



Masalani matematik modeli.

1-tekis profilni linter kolosnik, 2-momig'i ajratilgan chigit, 3- arra. A-arralar orasidagi masofa, 8,75 mm; B-kolosnik eni, 6 mm; h-kolosnik qalinligi, 12 mm; va d-chigit diametri, 5,4 mm. 2-rasm. Chigitning kolosnik yuzasida joylashuvi.

Linterning chigit va momiq bo'yicha ish unumdorligining pastligi sababli paxtani dastlabki ishlashning muvofiqlashtirilgan texnologiyasi PDI 70-2017 ga asosan paxta tozalash korxonalarining chigitni linterlash sexlariga ikki qator har bir qatorida 6 donadan, umumiysi 12 dona 5LP rusumli linterlar o'rnatiladi.

Quyida (2-rasm) kolosnik yuzasida momig'i ajratilgan chigitlarning harakat qonuniyati nazariy yo'l bilan o'rganilgan [4,5].

Tukdorlik darajasidan qat'iy nazar, linter arrasi orasiga momig'i ajratilgan chigitlariga, kolosnik ishchi yuzasi tomonidan ta'sir etuvchi kuchlar statika nuqtai nazaridan ko'rib chiqilgan.

a) Tolasi ajratilgan chigitlar (3-rasm) kolosnikni AB yoysimon qismi bo'ylab yuqoridan quyiga o'z og'irligi $G = mg$ ta'sirida harakatlarini chigit massasi m bo'lgan material nuqta deb, uni harakatini: AB – uchastkada, tabiiy koordinatalar sistemasiga nisbatan tekshiramiz.

Faraz qilaylik, tolasi ajratilgan chigit AB radiusi R markazi O nuqtada bo'lgan yoy bo'ylab harakatlansin.

Bu holda m - chigitga ta'sir etuvchi kuchlar

Og'irlik kuchi: $G = mg$

Kolosnikni chigitga ko'rsatgan reaksiyasi N

Chigit bilan kolosnik sirti o'rtasida sodir bo'luvchi ishqalanish kuchi:

$$F_{ishk} = f \cdot N$$

bunda f - ishqalanish koeffitsenti.

Chigitning kolosnik sirti bo'ylab harakat tenglamasini tuzamiz:

$$\begin{cases} m \frac{dv}{dt} = F_r \\ m \frac{v^2}{R} = F_n \end{cases} \quad (1)$$

bunda R – kolosnik egrilik radiusi;

v – tezligini moduli;

m – og'irligi, kg;

$$\begin{cases} F_r = \sum F_{ir} \\ F_n = \sum F_{in} \end{cases} \quad (2)$$

Chigitga ta'sir etuvchi barcha kuchlarni, urinma τ -o'qqa va normal n -o'qqa nisbatan proyeksiyalarini yig'indisini aniqlaymiz:

$$F_\tau = G \cdot \cos \phi - F_{ishk} \quad (3)$$

$$F_n = N - G \cdot \sin \phi \quad (4)$$

Ushbu kuchlar ta'sirida, chigit AB yoy bo'ylab harakatlanadi.

Tezlik moduli, chigitning trayektoriya bo'ylab bosib o'tgan yo'li $S(t)$ ni birinchi hosilasiga tengdir.

$$\text{Ya'ni: } v(t) = S'(t) \text{ va ishqalanish kuchi} \quad (5)$$

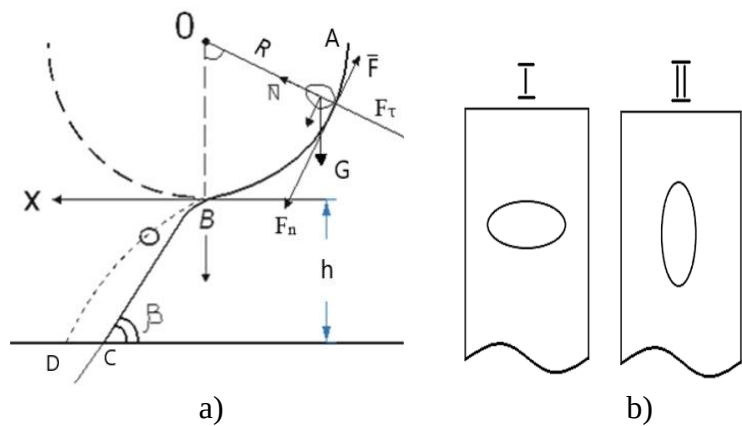
$F_{ishk} = f \cdot N$ bo'lganligi sababli (1), (2), (3), (4) ni hisobga olib quyidagini yozamiz:

$$mS''(t) = mg \cos \phi - f \cdot N \quad (6)$$

yoki

$$S''(t) = g(\cos \phi - f(\frac{S''(t)}{R} + g \cdot \sin \phi))$$

bundan,



a) chigit harakatini o'zgarishga oid kuch sxemasi, (b va c) chigit holati

3-rasm. Tolasi ajratilgan chigitning harakati.

$$S''(t) \cdot \left(1 + \frac{f}{R}\right) = g \cdot (\cos \phi - f \cdot \sin \phi) \quad (7)$$

$$K = 1 + \frac{f}{R} \text{ belgilash kiritamiz:}$$

$$S''(t) = \frac{g}{K} (\cos \phi - f \sin \phi) \quad (8)$$

$\phi(t)$ - burchak o'zgarishini, aylana uchun ma'lum bo'lgan formula bilan almashtiramiz:

$$S = R\phi(t)$$

$$\phi(t) = \frac{S(t)}{R} \quad (9)$$

9 $\Rightarrow$ 8 qo'yib, chigitni AB yoy bo'ylab harakat differensial tenglamasini hosil qilamiz.

$$S''(t) = \frac{g}{K} \left(\cos \frac{S(t)}{R} - f \cdot \sin \frac{S(t)}{R} \right) \quad (10)$$

Bu differensial tenglamani sonli usulda MAPLE-9.5 dasturi asosida

$$t=0 \quad S(0)=0 \quad V(0)=S'(0)=0 \quad (11)$$

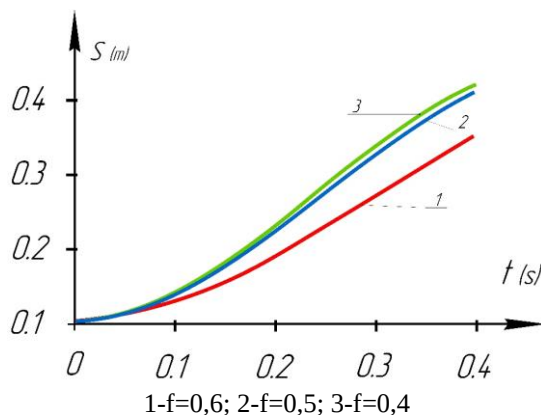
boshlang'ich shartlarda, parametrlarning quyidagi qiymatlarida: chigit massasi 0,14 – 0,18 gramm (1,4 – 1,8x10⁻³kg), ishqalanish koeffitsientining f=0,6; 2-f=0,5; 3-f=0,4, kolosnik uzunligi s = 343 mm, aylanish burchagi $\phi = 0 - 2\pi$ bo'lgan qiymatlarida kompyuterda amalga oshirilgan tahlillar natijasida olingan.

Boshlang'ich shartlar uchun parametrlar qiymati

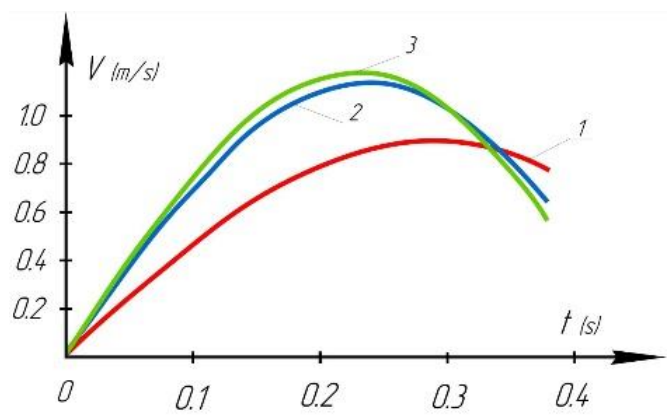
1 - jadval

Parametr nomi	Chigit massasi, gramm	Ishqalanish koeffitsienti	Kolosnik uzunligi, mm	Aylanish burchagi, rad/s	Erkin tushish tezlanishi, m/s ²	Kolosnik eni, mm	Arralar orasidagi masofa, mm
qiymat	0,11 – 0,15	1)0,6; 2)0,5; 3)0,35	343	0 - 2 π	10	6	8,75

Tegishli harakat qonunidan foydalangan holda kolosnik ishchi yuzasi uchun uch xil materiallarning turli xil ishqalanish koeffitsientlarida chigitlarni kolosniklar mahkamlangan panjaralar bo'ylab bosib o'tgan yo'lini, tushish tezligini vaqt bo'yicha va chigitni kolosniklar yuzasida tezligini bosib o'tgan yo'lga bog'liqligi (4-6 rasm) lardagi grafiklarda keltirilgan.



1-f=0,6; 2-f=0,5; 3-f=0,4
4-rasm. Turli xil ishqalanish koeffitsientlarida chigitlarni kolosnik panjaralar bo'ylab bosib o'tgan yo'lni vaqt bo'yicha o'zgarishi.

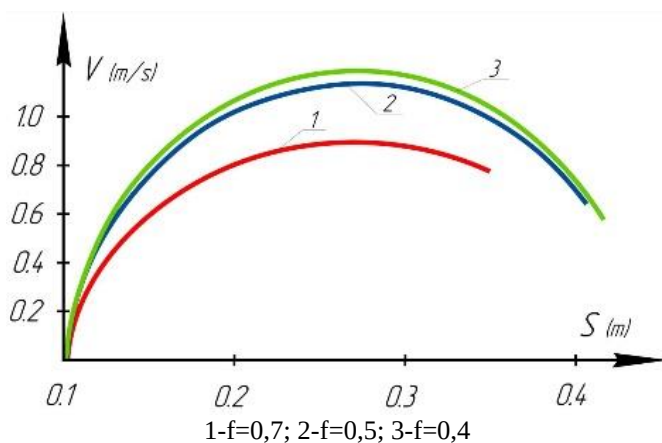


1-f=0,6; 2-f=0,5; 3-f=0,4
5-rasm. Turli xil ishqalanish koeffitsientlarida chigitlarni kolosnik panjaralar bo'ylab tushish tezligini vaqt bo'yicha o'zgarishi.

b) Chigitni, kolosnikni BC – qismi bo'ylab harakatini tekshiramiz.

Chigit kolosnikning B nuqtasidan τ - chigitni AB yoyni bosib o'tish uchun sarflagan vaqti.

$V_B(\tau)$ -tezlik bilan x y tekislikda harakatlanadi.



1-f=0,7; 2-f=0,5; 3-f=0,4
6-rasm. Turli xil ishqalanish koeffitsientlarida chigitlarni kolosnik bo'ylab harakati tezligining bosib o'tgan yo'lga bog'liqlik o'zgarishi.

Endi chigitning harakati davomida BC – uchastka bo'ylab kolosnik sirtidan sirpanmasdan havoda uchib D nuqtaga tushishi mumkin deb qaraymiz. Bu holda, chigitning harakat qonuni x y - koordinata o'qlar sistemasiga nisbatan quyidagicha bo'ladi:

$$\begin{cases} mx'' = 0 \\ my'' = G = mg \end{cases} \quad (12)$$

Tenglamaning Maple dasturida amalga oshirilgan tahlili natijasida chigitning BC – qismdagi harakati trayektoriyasi olindi (6-rasm).

(12) sistema yechimlari:

$$\begin{cases} x' = V_x = s_1 \\ x = s_1 t + s_2 \end{cases} \quad (13)$$

$$\begin{cases} y' = V_y = gt + s_3 \\ y = \frac{gt^2}{2} + s_3 t + s_4 \end{cases} \quad (14)$$

Quyidagi boshlang'ich shartlardan, integral doimiylari aniqlanadi.

Boshlang'ich shartlar: $t=0$

$$\begin{cases} x(0) = 0 \\ x'(0) = V_x(0) = V_B(\tau_0) \end{cases} \quad (15)$$

$$\begin{cases} y(0) = 0 \\ y'(0) = v_y(0) = 0 \end{cases} \quad (16)$$

$$(13) \Rightarrow (14); s_2=0; s_1=V_B(\tau_0)$$

$$(15) \Rightarrow (16) s_4=0; s_3=0$$

Demak, chigit kolosnik BC –qismidagi harakati qonunini quyidagicha bo'lar ekan.

$$\begin{cases} x(t) = v_B(\tau_0) \cdot t \\ y(t) = \frac{gt^2}{2} \end{cases} \quad (17)$$

Endi, chigitni D – nuqtaga tushishi holatini aniqlaymiz. C-B=?

D-nuqtaga chigit $t=t_D$ vaqtda tushsin. Ya'ni $y(t_D) = h \Rightarrow \frac{gt^2}{2} = h$

$$\begin{aligned} t_D &= \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2h}{y}}; \\ \begin{cases} h = 0,17 \text{ m} \\ y = 10 \text{ m/s}^2 \end{cases} &= 0,06 \text{ s} \\ x(t_D) &= v_B \cdot t_D \end{aligned} \quad (18)$$

O'z navbatida $C_1D=x(t)$ bo'lgani uchun

$$\text{Ya'ni } y = (t_D) = \frac{gt^2}{2} = \frac{gt^2}{2}$$

$$y=(t_D)=h=0,06 \text{ m}, g=10 \text{ m/s}^2$$

$$t_D = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Chigitni absissa yo'nalishida bosib o'tgan yo'li:

$$x(t_D) = v_B t_D = 1,5 \text{ m/s} \cdot 0,06 \text{ s} = 0,09 \text{ m}$$

Endi $ss_1 = \sqrt{BC^2 - h^2} = \sqrt{0,2^2 - 0,17^2} = 0,11 \text{ m}$. Demak, $x(t_D) > ss_1$ dan bundan chigit kolosnikning CD qismiga, ya'ni kolosnikdan chap tomoniga tushadi.

Grafik tahlili shuni ko'rsatmoqdaki, chigitni tushish tezligi kolosnik yuzasi bilan chigit o'rtasidagi ishqalanish koeffitsientiga bog'liq bo'lib, kichik koeffitsientlarda chigit tezligining oshishiga olib keladi.

Kolosnikning yoysimon qismida to'g'ri yo'nalishdagi qismiga o'tishda chigitning tezligi eng katta qiymatga ega bo'ladi. Bu holatlarda chigitni tushish tezliklari kolosnik ishqalanish koeffitsientiga bog'liq. Ya'ni, ishqalanish koeffitsientining oshishi chigit tezligining kamayishiga olib keladi [6].

Adabiyotlar

- [1]. Paxtani dastlabki ishlash bo'yicha spravochnik. F.B. Omonovning umumiy taxriri ostida. "Paxtasanoat ilmiy markazi" AJ. Toshkent "Voriz nashriyot". 2008.- 413 b.
- [2]. Paxtani dastlabki ishlashning muvofiqlashtirilgan texnologiyasi (PDI 70-2017). «Paxtasanoat ilmiy markazi» AJ, Toshkent, 2017. -90 b.
- [3]. Первичная переработка хлопка-сырса. Под общей редакцией Э. Зикриёева, Ташкент «Мехнат». 1999. -400 с.
- [4]. Khasanboy, Shokirov, and Sarimsakov Olimjon. "Investigation of the Movement of Cotton Seeds Along the Groove Formed on the Surface of the Grate in the Working Chamber of the Saw Fiber Separator." *International Journal on Orange Technologies*, vol. 3, no. 9, 2021, pp. 103-110, doi:[10.31149/ijot.v3i9.2222](https://doi.org/10.31149/ijot.v3i9.2222).
- [5]. Sarimsakov O.Sh., Shokirov X.T. Arrali tola ajratgich uchun kolosnik yuzasi bilan xomashyo valigining o'zaro ta'sirlashuvi // "Fan va texnika taraqqiyotida intellektual yoshlarning o'rni" mavzusidagi respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallar to'plami. - Toshkent, 19-20 aprel 2024 y. - B 542-545.
- [6]. Axmedxodjayev X.T., Tojiboyev M.A., Sharipov X.N. Tola ajratish jarayonini takomillashtirish: texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) ... diss. – Namangan: "Navro'z" nashriyoti, 2021. - 140 b.

SHAHAR TRANSPORTIDA ATMOSFERAGA CHIQARILADIGAN ZARARLI GAZLARNI KAMAYTIRISHDA INNOVATSION TEXNOLOGIYALAR.

X. Fayzullayev X.B. Kenjayev

Farg'ona davlat texnika universiteti

Tel: +998945515580, e-pochta: ferpiyeutt@gmail.com
(Qabul qilindi 29.09.2025 y.)

Annotatsiya. Mazkur maqolada shahar transportida atmosferaga chiqariladigan zararli gazlarni kamaytirishning dolzarb masalalari va ularni bartaraf etishda innovatsion texnologiyalardan foydalanish imkoniyatlari yoritilgan. Statistik ma'lumotlar asosida dunyo mamlakatlari hamda O'zbekistondagi transport vositalaridan chiqadigan chiqindilar hajmi tahlil qilingan. Elektromobillar, gibrid transport vositalari, gaz-ballondan foydalanish va aqlli transport boshqaruv tizimlari samaradorligi ilmiy asoslangan. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, transport tizimida innovatsion texnologiyalarni keng qo'llash orqali shahar atmosferasiga chiqariladigan zararli gazlarni 25–40% gacha kamaytirish mumkin.

Kalit so'zlar: transport, zararli gazlar, ekologiya, innovatsion texnologiya, elektromobil, shahar transporti.

Annotation. This article addresses the urgent issue of reducing harmful gas emissions from urban transport and examines the potential of innovative technologies in mitigating these effects. Based on statistical data, the scale of emissions from vehicles in global cities and Uzbekistan has been analyzed. The efficiency of electric vehicles, hybrid cars, gas-cylinder technologies, and smart transport management systems is scientifically substantiated. The results demonstrate that the introduction of innovative technologies in the transport sector can reduce harmful gas emissions in cities by 25–40%.

Keywords: transport, harmful gases, ecology, innovative technologies, electric vehicles, urban transport.

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные вопросы снижения выбросов вредных газов городским транспортом и возможности применения инновационных технологий. На основе статистических данных проведён анализ масштабов выбросов автотранспорта в мире и в Узбекистане. Научно обоснована эффективность электромобилей, гибридных автомобилей, газобаллонных технологий и интеллектуальных систем управления транспортом. Результаты показывают, что внедрение инновационных технологий в транспортную систему может сократить выбросы вредных газов в городах на 25–40%.

Ключевые слова: транспорт, вредные газы, экология, инновационные технологии, электромобили, городской транспорт

KIRISH.

Transport vositalaridan chiqayotgan zararli gazlar inson salomatligiga va atrof-muhitga kuchli ta'sir ko'rsatmoqda. Jahon Sog'liqni Saqlash Tashkiloti (JSST) ma'lumotlariga ko'ra, har yili havoning ifloslanishi sababli **4,2 milliondan ortiq odam** vafot etmoqda [1]. Shahar transporti atmosferaga chiqariladigan karbonat angidrid (CO_2), azot oksidlari (NO_x), oltingugurt dioksidi (SO_2) va metan (CH_4) kabi moddalar hajmining **25–30%** ini tashkil etadi [2].

O'zbekiston sharoitida ham vaziyat dolzarb: 2023-yilda mamlakatda **5 millionga yaqin avtomobil** ro'yxatga olingan bo'lib, ularning katta qismi eskirgan. Bu transport vositalari havoga chiqarayotgan chiqindilar Toshkent, Farg'ona, Samarqand kabi yirik shaharlar atmosferasini sezilarli darajada ifloslantirmoqda [6].

Shuning uchun shahar transportida zararli gazlarni kamaytirishda innovatsion texnologiyalarni joriy etish bugungi kunda nafaqat ekologik, balki iqtisodiy va ijtimoiy zarurat hamdir.

Statistik ma'lumotlar.

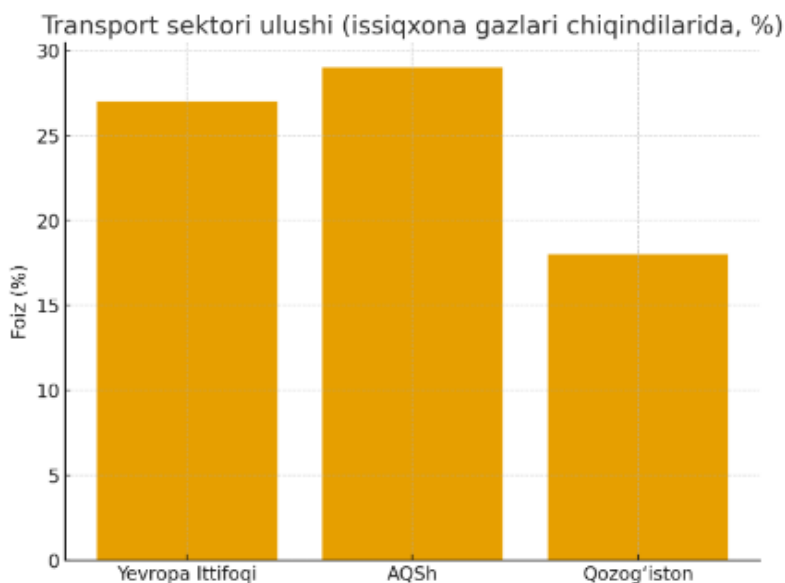
Dunyo miqyosida davlatlarda.

Yevropa Ittifoqida transport sektori umumiy issiqxona gazlari chiqindilarining 27% ini tashkil qiladi [3].

AQShda transportdan chiqadigan zararli gazlar barcha ifloslanish manbalarining 29% ini tashkil qiladi [4].

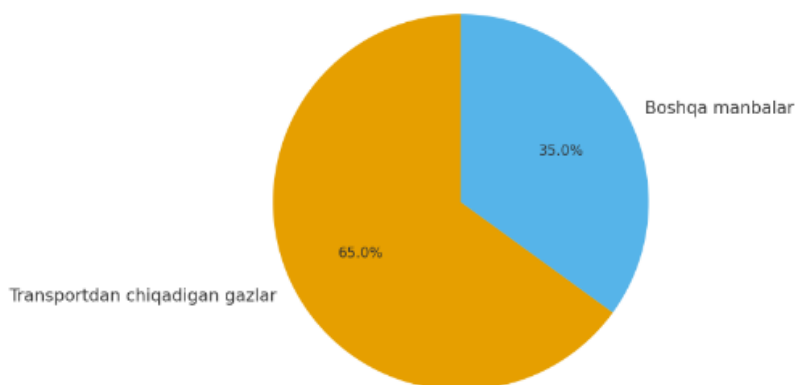
Xitoyda 2022-yilda transport vositalaridan atmosferaga chiqarilgan CO_2 miqdori 1 milliard tonnadan ortiqni tashkil etdi [5].

1-grafik



1-diagramma

Toshkent havosining ifloslanishida transport ulushi



Markaziy Osiyo davlatlari kesimida:

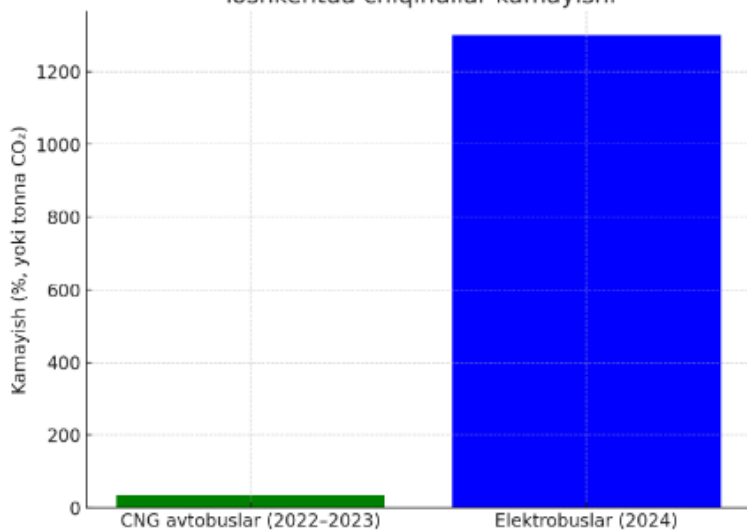
Qozog'istonda transport sektori umumiy CO₂ chiqindilarining 18% ini tashkil qiladi.

O'zbekistonda transport vositalarining 70% dan ortig'i 10 yildan ko'proq ishlatilgan bo'lib, ularning ekologik talablarga javob berish darajasi past [6].

Toshkent shahrida olib borilgan kuzatuvlarga ko'ra, transportdan chiqadigan zararli gazlar umumiy havoning 65% gacha ifloslanishiga sabab bo'lmoqda [7].

2-girafik

Toshkentda chiqindilar kamayishi



Mahalliy tajriba:

Toshkent shahrida avtobuslarning bir qismini siqilgan tabiiy gaz (CNG) ga o'tkazish orqali chiqindilar hajmi 2022–2023-yillarda 35% gacha kamaygani kuzatilgan [6].

2024-yilda Toshkentda joriy qilingan elektrobuslar bir yil davomida 450 ming litr yoqilg'ini tejash va 1300 tonna CO₂ chiqindisini kamaytirish imkonini berdi [8].

Tajribalar va kutilayotgan natijalar tahlili.

Shahar transportida innovatsion texnologiyalarni qo'llash natijasida quyidagi samaralarga erishish mumkin:

Elektromobillarni keng joriy etish

CO₂ chiqindilarini 25–30% gacha kamaytiradi [5];
yoqilg'i xarajatlarini 50–60% ga qisqartiradi;

Toshkent shahrida 10 mingta elektromobil joriy etilsa, yiliga 100 ming tonna CO₂ chiqindisi kamayadi [7].

Gibrid transport vositalari.

Yonilg'i samaradorligi oshadi;

Atmosferaga chiqariladigan zararli gazlar 30–40% gacha qisqaradi;

Xalqaro tajriba shuni ko'rsatadiki, gibrid avtobuslar oddiy avtobuslarga qaraganda yiliga 20 ming tonna kamroq chiqindi chiqaradi [3].

Gaz-ballondan foydalanish (CNG, LPG)

Benzin va dizel yoqilg'isiga nisbatan zararli gazlar hajmini 20–40% gacha kamaytiradi [6];

O'zbekistonda avtobuslar va taksilarni to'liq CNG ga o'tkazish orqali yiliga 1,5 million tonna CO₂ chiqindisini kamaytirish mumkin.

Raqamli boshqaruv tizimlari

Transport oqimini tartibga solish orqali shahar markazida 15–20% gacha chiqindi kamayishi kuzatiladi;

Moskva va Seul tajribasida “aqlli svetoforlar”ni joriy etish natijasida avtomobillarning bekor turishi 30% ga kamaygan, bu esa havoga chiqariladigan chiqindilarni sezilarli darajada qisqartirgan [4].

Yashil yo'laklar va ekologik jamoat transporti.

Elektrobustlar va tramvaylar joriy etilishi orqali zararli chiqindilar hajmini keskin kamaytiradi;

Toshkentda 2025-yilga kelib 300 ta elektrobust harakatga chiqarilishi rejalashtirilmoqda, bu esa yiliga 50 ming tonna CO₂ chiqindisini kamaytiradi [8].

XULOSA

Xulosa qilib aytganda, shahar transportida atmosferaga chiqariladigan zararli gazlarni kamaytirishda innovatsion texnologiyalarni joriy etish muhim ahamiyatga ega. Elektromobillar, gibrid transport vositalari, gaz-ballondan foydalanish va aqlli boshqaruv tizimlarini keng tatbiq etish orqali shahar atmosferasini 25–40% gacha tozalash mumkin. Bu esa ekologik xavfsizlikni ta'minlash, inson salomatligini himoya qilish hamda yashil iqtisodiyot tamoyillarini amalga oshirishda katta rol o'ynaydi.

Adabiyotlar.

- [1]. World Health Organization. Air pollution and health. Geneva: WHO, 2023.
- [2]. International Energy Agency. Transport CO₂ emissions report. Paris: IEA, 2022.
- [3]. European Environment Agency. Air quality in Europe report. Copenhagen: EEA, 2023.
- [4]. U.S. Environmental Protection Agency. Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions. Washington DC: EPA, 2023.
- [5]. China Transport Statistics Yearbook, 2022. Beijing: Ministry of Transport of PRC.
- [6]. Abduraimov Sh. “O'zbekiston shahar transportida ekologik xavfsizlik masalalari”, Toshkent Transport Jurnal, 2022.
- [7]. Karimova M. “Innovatsion texnologiyalar va elektromobillarni joriy etish tajribalari”, Ekologiya va Transport, 2023.
- [8]. Toshkent shahar hokimligi, Transport va ekologiya hisobotlari, 2024.

ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ЖАРАЁНИДАГИ АСОСИЙ ЧАНГ ВА ИККИЛАМЧИ ГАЗ МАНБАЛАРИ

А. Сулаймонов

*Фарғона давлат техника университети
(Қабул қилинди 29.09.2025 й.)*

Мақолада минерал ўғит ишлаб чиқариш жараёнидаги асосий чанг ва иккиламчи ташлама газ манбалари, атмосферага чиқрилайётган чангли газларни ювиб тозаловчи скруббер ишчи органларини назарий тадқиқот этиш ишлари келтирилган. Ишчи суюқликни пурковчи механизмни жараёнга қўллаш бўйича тавсиялар ёритилган.

Таянч сўзлар: *йўналтирувчи қувир, конуссимон тиқин, махсус тарелка, суюқлик пурковчи механизм, ташлама газ, газ тақсимлагич, сув қувури*

The article presents a theoretical study of the main sources of dust formation and secondary emissions in the production of mineral fertilizers, the working bodies of scrubbers, which wash and purify the dust emitted into the atmosphere. Recommendations for the use of the working fluid spraying mechanism in the technological process are described.

Key words: *guide pipe, cone plug, special plate, liquid spray mechanism, exhaust gas, gas distributor, plumbing*

В статье представлено теоретическое исследование основных источников образования пыли и вторичных выбросов при производстве минеральных удобрений, рабочих органов скрубберов,

которые моют и очищают выбрасываемую в атмосферу пыль. Описаны рекомендации по применению механизма распыления рабочей жидкости в технологическом процессе.

Ключевые слова: направляющая труба, конусная заглушка, специальная пластина, механизм распыления жидкости, выхлопной газ, газораспределитель, водопровод

Кириш.

Ўзбекистон Республикаси сўнгги пайтларда атмосфера, литосфера ва гидросферага ташланаётган турли жинсли гетероген ташламаларни камайтириш ҳамда экологияни яхшилашга эришиш учун катта саъй-ҳаракатларни амалга оширмоқда (Мамлакат йилига атмосфера, литосфера ва гидросферага 200 номдаги 1 млн тоннна ташламалар чиқаради). Жумладан, Мамлакатда экологик хавфсизликни таъминлаш, экологик вазиятни яхшилаш, қулай экологик ҳолатни барқарор сақлаш, экология ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш соҳасида давлат бошқаруви самарадорлигини таъминлаш ҳамда соҳада содир этилаётган ҳуқуқбузарликларнинг олдини олиш боъйича амалга оширилаётган чора-тадбирларни янада жадаллаштириш боъйича Ўзбекистон Республикаси Президентининг 30.12.2021 йилдаги ПҚ-76-сон қарори кучга кирди [1].

Ушбу тадқиқот саноат корхоналари ташламаларини тозалаш билан бирга, мамлакатда экологик барқарорликка эришишнинг асосий омили сифатида Ўзбекистонда саноат секторига инновацияларни жорий этишга қаратилган. Тадқиқот ишининг оъзига хос мақсадлари суюқлик-суюқлик, суюқ-газ ва суюқ-газ-қаттиқ гетероген ташламаларни тозалашнинг инновацион усуллари ва янги конструкцияларини ишлаб чиқишдан иборат бўлиб, у биринчи навбатда ташламаларни тозалаш даражасини ошириш, жараёнга сарфланадиган энергияни сезиларли камайитириш учун ишлатилиши мумкин.

Шу сабабли ушбу йўналишда илмий-тадқиқот ишларини ўтказиш муҳим масала ҳисобланади.

Иккиламчи ташлама газларни ювиб тозаловчи қурилмаларнинг тозалаш самарадорлиги жараёни амалга ошириш учун сарфланган энергия орқали аниқланади. Тозалаш самарадорлиги қурилманинг гидравлик қаршилигига боғлиқ бўлиб, қурилма ўлчамлари ва конструкциясига боғлиқ эмас. Бунда умумий энергия сарфи суюқлик ёрдамида чангли газларни тозалашга сарфланиши зарур [2].

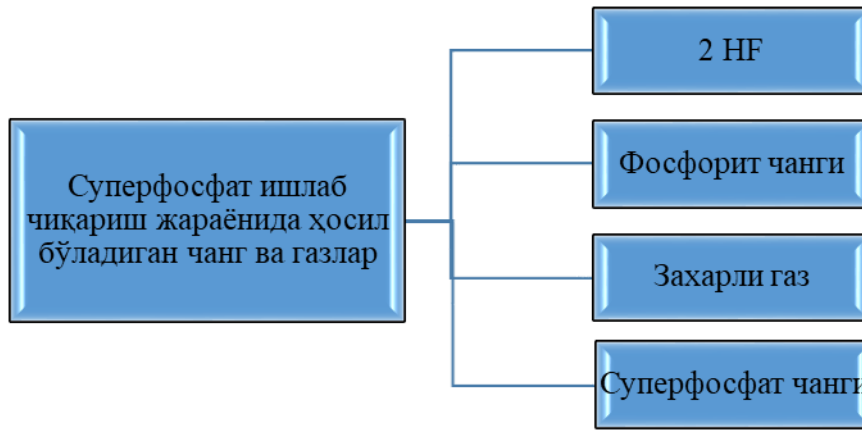
Таклиф этилган қурилмада ҳам энергия сарфи қурилманинг иккиламчи ташлама газ кириш ва чиқиш қисми, форсункалари, суюқлик ёрдамида газни ювиш, насос ва вентилаторлардаги ишқаланиш ҳисобига сарфланган энергияни ўз ичига олади.

Илмий тадқиқот иши.

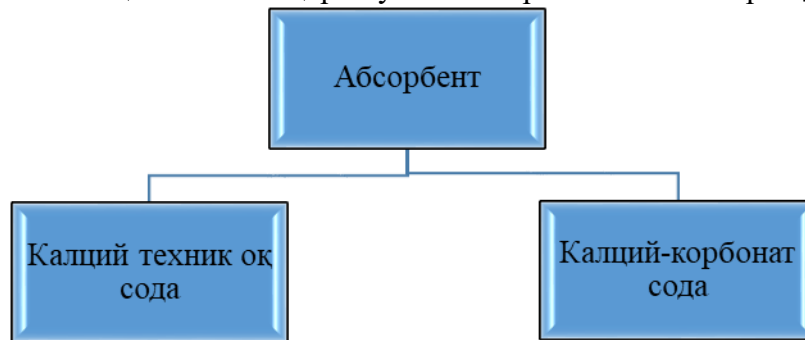
Биз олиб бораётган илмий – тадқиқот ишимиз, “Farg’onaazot” АЖ нинг суперфосфат цехи технологик линиясидаги аралаштирувчи реакторлардан чиқаётган иккиламчи водород-фторид газни тармоғида олиб борилди.



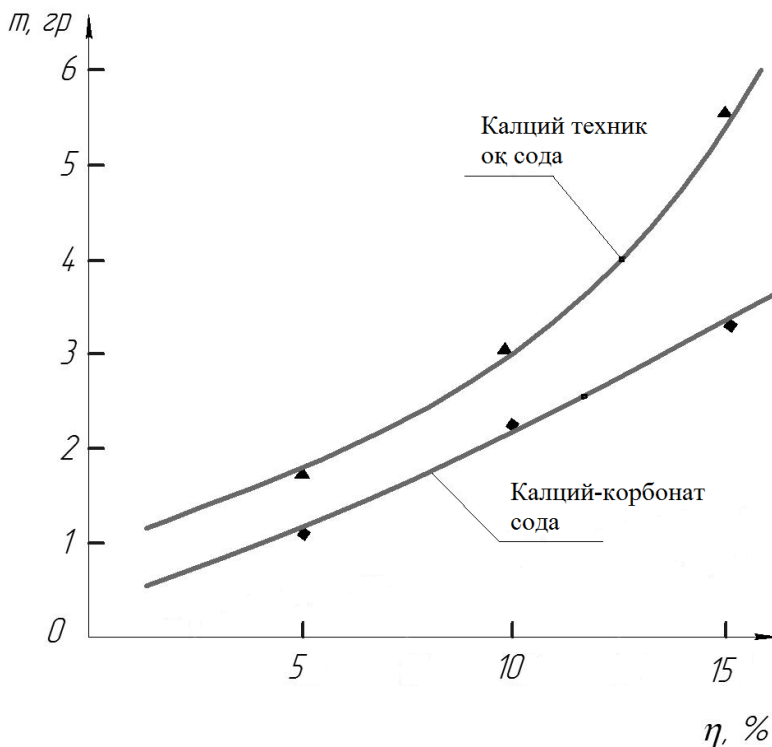
- Фосфорит ва сульфат кислотаси аралашмаси
- Аралашмага сульфат аммоний суюқлигини сепиш
- Ўғитни керакли ўлчамда грануллаштириш



Бу жараёнда ҳосил бўладиган чанг ва иккиламчи газларни суюқликда юттириш учун абсорбент танлаш энг муҳим вазифадир. Бунинг учун биз ҳосил бўлаётган чанг ва иккиламчи газлар билан ўзаро ютилиш қобилияти юқори бўлган абсорбент танлаш керак [3].



Юқорида танланган абсорбентларнинг суюқликдаги 5, 10, 15 ли эритмасига водород – фторид газининг грамм миқдорида ютилишини графикда кўриб чиқамиз (1-расм).

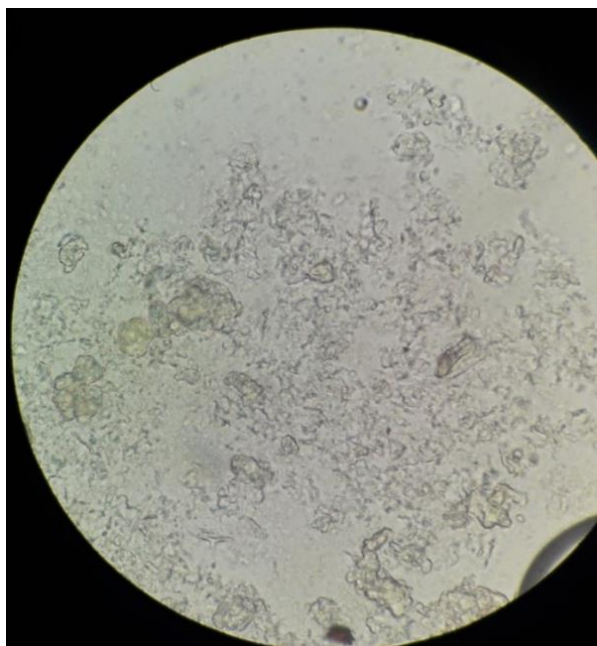


1-расм. 100 гр абсорбентли суюқликда (2HF) газини ютилишида (m) нинг (η) га боғлиқлиги.

Тадқиқот натижалари:

Ишлаб чиқариш жараёнида ҳосил бўлаётган водород-фторид газининг тезлигининг юқорилиги ҳамда 1 м^3 ҳавога 2697.79мгр заҳарли газ ва чанг тўғри келишини инобатга олинса суюқлик таркибига қўшиладиган 15% ли абсорбент танланиши мақсадга мувофиқ бўлади (2,3 – расм).

1-Калций техник оқ соданинг суюқликдаги 15% ли эритмасида водород-фторид газини 100гр суюқликка 5.61гр ютилди (2-расм).



2-расм. Калцийли техник оқ сода.

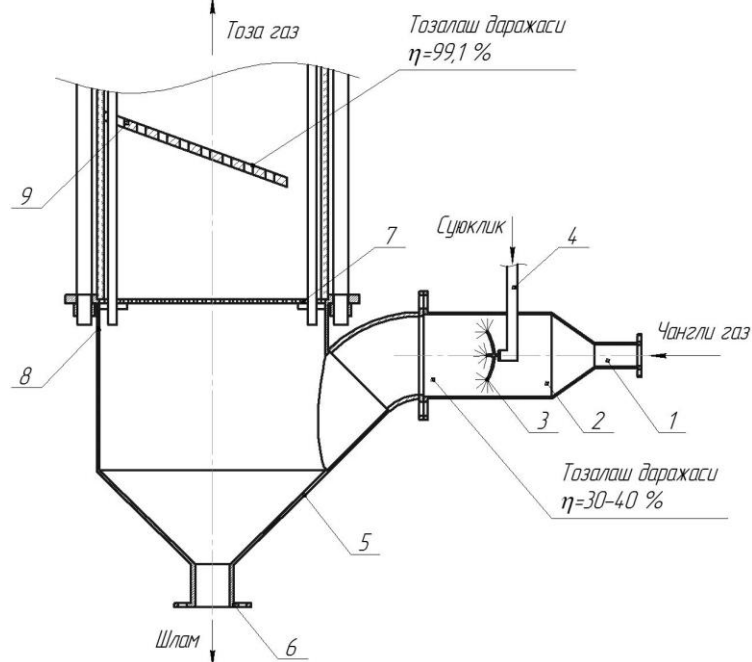


3-расм. Калций-карбонат содаси.

2-Калций-корбонат содасининг суюқликдаги 15% ли эритмасида водорот-фторид газни 100гр абсорбентли суюқликка 3.28 гр ютилди (3-расм).

Лаборатория анализи натижаларидан шундай хулосага келиш мумкинки курилмада экспрементал тадқиқотларни ўтказишда калцийли техник оқ соданинг сувдаги 15 % ли эритмасидан фойдаланиш мақсадга мувофиқ бўлар экан.

Бундан ташқари ишчи суюқлик абсорбентни жараёнга тадбиқ қилишда, аппаратнинг 2 та йўналишидан таъсир эттирилса тозалаш самарадорлигини ортишига сабаб бўлади. Яъни, биринчи навбатда иккиламчи газ кирувчи қувур йўналишга паралел равишда ишчи суюқликни бериш, бу эса тозалаши мумкин бўлган газни бирламчи тозалаш имкониятини яратади [4]. Бундан кўзланган мақсад (2HF) газини 30-40 % тозалашдан иборатдир (5-расм).



5-расм. Тарелкали скруббер конструктив чизмаси.

Бирламчи тозалашдан ўтган (2HF) газни қисман тозаланиб, навбатдаги махсус тарелкаларда ҳаракатини давом эттиради. Иккиламчи газ йўналишга қарама – қарши томондан ишчи суюқлик абсорбент форсункалар орқали сепиб берилади. Бу жараёнда ишчи суюқлик иккиламчи газ таркибидаги захарли газни 99,1 % ушлаб тоза газни курилма тепа қисмидаги патрубкка орқали чиқариб юборилади [5]. Ушланган захарли газ суюқлик билан бирга курилма пастки қисмидан ташқарига регенерация қилиш учун юборилади.

Хулоса: Олиб борилган илмий тадқиқот ишимиздан кўзланган асосий мақсад, ишчи суюқлик ва иккиламчи газ ўртасидаги модда алмашиниш жараёнини оптимал ҳолатга келтиришдан иборат. Тарелкали скруббер курилмамызда қиялик ҳолатда ўрнатилаган махсус тарелка ҳамда бирламчи тозалаш учун

паралел равишда ҳаракатни берувчи суюклик пурковчи механизм ушбу натижани берди. Бу курилмамиз бошқа ҳўл усулда чангли газларни тозаловчи курилмалардан иш унумдорлиги ва самарадорлиги юқорилиги билан ажралиб туради.

Адабиётлар

- [1]. Rasuljon, T., Azizbek, I., & Abdurakhmon, S. (2021). Research of the hydraulic resistance of the inertial scrubber. *Universum: texnicheskie nauki*, (7-3 (88)), 44-51.
- [2]. Тожиев, Р. Ж., Исомиддинов, А. С., Ахроров, А. А. У., & Сулаймонов, А. М. (2021). Выбор оптимального абсорбента для очистки водородно-фтористого газа в роторно-фильтровальном аппарате и исследование эффективности аппарата. *Universum: texnicheskie nauki*, (3-4 (84)), 44-51.

COMPARATIVE ANALYSIS OF DEVICES FOR WET CLEANING OF INDUSTRIAL GASES

R.J. Tojiyev., A. Sulaymanov

*Fergana State Technical University,
(Received on September 29 th, 2025.)*

Annotation: In the article, an analysis of equipment for wet treatment of industrial secondary exhaust gases, the principle and types of operation of devices, construction, basic operating parameters and performance, hydraulic resistance in the working bodies, gas velocities is given.

Key words: hydraulic resistance, guide pipe, gas velocity, resistance coefficient, exhaust gas, gas flow force, drop holder, injectors, turbulence.

Introduction: Today, at a time when machinery and technology are evolving, the demand and supply of production capacity is also increasing. As a result, the quality of products is improving and its volume is increasing in line with modern requirements. Until the raw material becomes a finished product, the secondary waste dust and gases from the existing processes are released into the atmosphere. This, in turn, leads to environmental degradation.

Research methods: Emissions emitted by industrial enterprises can be divided into two groups. The first group includes "unorganized discounts". They are formed as a result of incomplete provision of enterprises with treatment facilities, improper organization of transportation of materials, insufficient compliance with the rules of storage of raw materials. The second group includes "organized discounts". Such emissions are reduced by the organization of special smoke pipes, hoods, ventilation systems, etc. Emissions from enterprises in the chemical, metallurgical, oil refining and construction materials industries are particularly dangerous.

Among the gases polluting the atmosphere of foreign countries, industrial gas, hydrocarbons and nitrogen oxides account for 60-70% of all aggressive gases, in our country this figure is 35%, and in some cities (Andijan, Bukhara, Samarkand, Tashkent) 80% [1,11].

A lot of scientific research is currently being done on the neutralization of toxic gases emitted into the atmosphere. Industrial toxic gas purification devices come in different forms, depending on the structure and dispersion of dust gases, the necessary equipment is selected.

There are dry and wet methods of secondary gas purification in the industry, these types of devices are considered to have low hydraulic resistance and high operating efficiency. However, the dry cleaning level is much lower than the wet cleaning level. Therefore, today in the world there is a growing trend of using the wet method in the purification of industrial dust and secondary gases. The wet method is effective in trapping particles with a high dispersion composition (particle size less than 5 μm) in a liquid medium. For example, 95-96% of the fuel smoke generated in the boilers of thermal power plants, secondary toxic gases released during the reaction in the chemical industry, and paraffin smoke released during the refining process in the oil and gas plant [6].

The principle of operation of wet dust collection devices is based on the use of events that occur when the liquid flow is directed to the dust gas stream or when the gas passes through the liquid layer, in which the liquid flow is fed to the dust gas flow path through the injector. In this case, liquid droplets sprayed through the nozzle and particles of different sizes in the gas stream collide with each other and are surrounded by a liquid, in which the dust particles that absorb moisture become heavier and are forced to move away from the general flow. ladi [2].

Research results: Dust particles colliding with liquid droplets can sink under the influence of inertia, collision, gravitational forces.

Wet dust collectors, called scrubbers, depending on the direction of gas flow relative to the liquid:

- Opposite movement,
- Moving in parallel in one direction,
- Divided into transverse movements.

According to the method of contact of gas with liquid:

- Liquid dropper,
- bubbling
- Foamy,

The gas passes through the liquid

- Filmy - the particles settle in the liquid layer (film).

According to the gas flow rate:

- Fast or
- Turbulent,

The gas passes through the Venturi pipe at a speed of $v = 100 \div 150 \text{ m/s}$, the contact of gas and liquid droplets is accompanied by turbulent pulsations. layer

- Slow-moving gas appliances - hollow and nozzle scrubbers;

According to the method of spraying the liquid and the method of forming a liquid film:

- Liquid spray using a nozzle,
- Sprinkler with gas flow (ejector dust collectors),
- Dynamic gas washers or mechanical scrubbers that mechanically spray liquid (using rotors or rotating blades of various shapes).

Depending on whether there is a device to catch splashes or liquid droplets coming out of the device:

- Drop holder or
- Divided into devices without a drop holder [3].

A number of data on the principle, methods and types of operation of wet dust collection devices are given. From this we can conclude that the scientific research we are conducting will be to determine how and in what construction the toxic gases should be carried out. Based on the above information, it is important that we choose the optimal option of construction.

Therefore, it is advisable to study the design of wet dust collection devices.

Rotational and centrifugal dust collectors

Centrifugal scrubbers can be of two types according to their design:

- 1) devices for turning the gas flow using a central shovel turning element
- 2) devices in which the gas flow is transmitted tangentially by the side.

In this case, the liquid is transmitted through a nozzle mounted on the central part of the device, in addition, the liquid that flows along the surface of the inner wall of the device forms a film.

Such devices are used to trap dust particles of any appearance that do not solidify. To form a film of water along the surface of the inner wall, it is introduced into the device in a tangential state through a series of pipes located above. [3].

Barbed and foam dust collectors

In such devices, the contact between the gas and the liquid occurs on horizontally placed plates. When the velocity of the gas is small (around 1 m / s), bubbles form as the gas passes through the liquid layer, a process known as bubbling. If the velocity of the gas is large - a turbulent foam layer is formed. For this reason, plate scrubbers are divided into two types: foam and bubble.

Figure 1 shows two types of foam-washing plate gas washers: a) overturning plate; b) pouring plate. Rotary plate scrubbers use perforated and slotted grills. The diameter of the holes is 4 - 8 mm, the width of the holes is 4 - 5 mm.

The free part of the plate (the proportion of holes relative to the total section) is 0.2 - 0.5 m². Casting devices use caps, S-shaped, perforated plates with collectors and other types of plates.

In this type of device, the number of perforated plates can be several, in which case the degree of cleaning increases (up to 99%). The hydraulic resistance of a single plate is approximately 600 Pa. Plate scrubbers with a device that stabilizes the foam layer are widely used in industry. The stabilizing device (stabilizer) significantly expands the speed range of the foam mode (up to 4 m / s) and increases the height of the foam layer. The gas efficiency of such a device is standardized and can vary from 3 to 90 thousand m³ / h. The optimal velocity of the gas in the plates is 2.5 - 4.5 m / s, the specific flow rate of the liquid is 0.05 - 0.1 l / m³. Foam devices are effective in the chemical and metal processing industries, especially in the production of mineral fertilizers in the purification of gases from fluorine, sulfur, phosphorus dust [4].

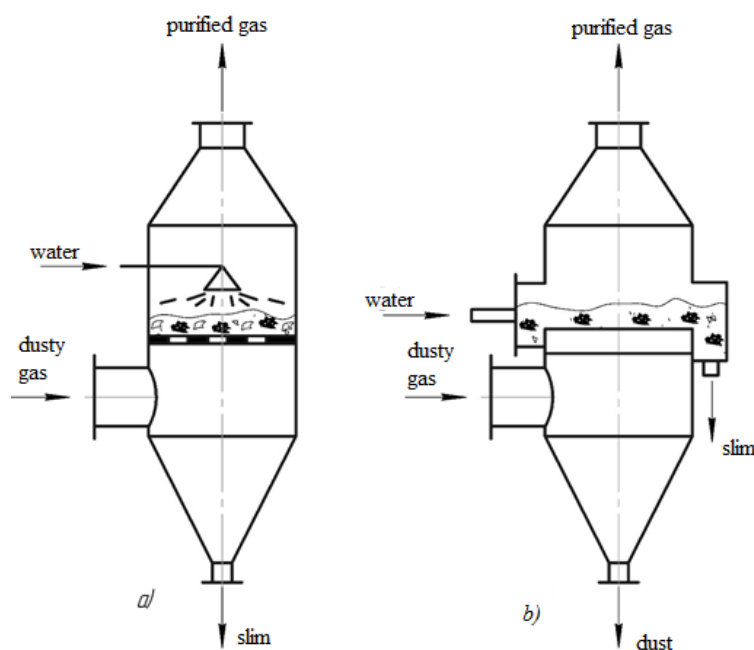


Figure 1. Foam-forming plate gas washer
a) overturned plate; b) pouring plate.

bottom of the pipe to increase the gas flow rate. The gas flow rate between the holes is 35 - 55 m / s. The gas hits the surface of the liquid and forms a layer of droplets. The hydraulic resistance of this device ranges from 500 to 4000 Pa, and the specific flow rate of the fluid is 0.13 l / m³ [4].

Doyle scrubber (Fig. 2) - This type of device is used in industry for the treatment of aggressive and high-temperature secondary gases. Since the work productivity is not very high, it has to be installed in series.

The principle of operation of the device is as follows: The purified secondary gas is directed to the body of the device (1) through a pipe (2) mounted vertically. A conical nozzle (3) is installed in the outlet of the pipe (2), which serves to increase the speed of gas flow and even distribution of the working fluid (4) filled to a certain level of the device. The gas to be cleaned is in direct contact with the working fluid and is purified in a liquid medium. The purified gas is discharged from the unit through the pipe (5). Droplet barriers (6) are installed on the body of the device in order to trap the liquid droplets that come out with the gas. The working fluid

Forging - inertial dust traps.

In this device, the contact of the gases with the liquid is due to the collision of the gas stream with the surface of the liquid. The gas-liquid mixture is then passed through holes of various shapes. As a result of this interaction, droplets with a diameter of 300–400 μm are formed [10].

Forging is the simplest device in the design of inertial devices. The gas enters the column at high speed. As the gas flow is rotated 180°, inertial deposition of dust particles into liquid droplets occurs. At the heart of this sinking process lies a phenomenon known as the 'shock mechanism'. There are other designs of this type of device.

Cones are mounted on the

is constantly poured into the device through the pipe (7). A siphon (8) is used to adjust the working fluid level and remove the sludge from the device. In this type of device, the cleaning rate is higher than 99% [7].

Venturi scrubbers.

Such a device consists of a liquid spray pipe (Venturi pipe) and a separator that separates the liquid droplets from the gas stream (Figure 3). The venturi tube consists of 1 constricting part (confuser), a short cylindrical part (throat) and an expanding part (diffuser). The liquid is fed to the confuser (or throat) using a special spray device or mechanical injector. The characteristics of the pipe can vary as follows: the angle of inclination of the confuser is $25 - 28^\circ$; the angle of inclination of the diffuser is $6 - 7^\circ$; 0.15 to 0.5 percent of the diameter of the length of the throat; the diameter of the throat is 0.4 to 0.5 percent of the diameter of the pipe. To reduce pressure loss, the inner surface of the Venturi pipe is sanded by mechanical machining [9].

The gas-liquid stream passes from the throat to the diffuser, where it expands into additional fine droplets during expansion. Here, the liquid droplets carry the dust particles with it. The separation of the droplets from the gas stream takes place in the cyclone-droplet holder 2.

The velocity of the gas in the throat reaches 60-150 m / s. The liquid is supplied with excess pressure (0.03 - 0.1 Pa). The flow rate in the diffuser is reduced to 20 - 25 m / s. The velocity of gas-liquid flow in a cyclone is 4-5 m / s.

In the venturi scrubber, a greater velocity of the gas is achieved relative to the liquid droplets trapping the dust particles. For this reason, the Venturi device has the ability to capture solid particles smaller than $1 \mu\text{m}$ in gas content. The degree of purification reaches 99%, but the hydraulic resistance of the device is very high (2200 - 12800 Pa) [5].

Conclusion: As a result of studying the design of wet dust collection devices, the principle of operation of the devices is based on the use of phenomena that occur by increasing the contact surfaces in directing liquid flows to the dust gas flow (liquid and dust gas - parallel, liquid and dust gas - opposite). It has been found that even very small particles can be trapped and a very high degree of purification can be achieved by trapping toxic and dusty gases released into the environment.

Offer: In our research work, the main goal is to clean gases from fluorine, sulfur, phosphorus dust, mainly in the chemical industry, especially in the production of mineral fertilizers. Therefore, the dust collector to be selected must fully meet these requirements. The use of mechanical injectors and plates with a simple structure, low cost and low energy consumption for the use of wet dust collection devices in the production of mineral fertilizers for the capture of toxic gases. Analysis of

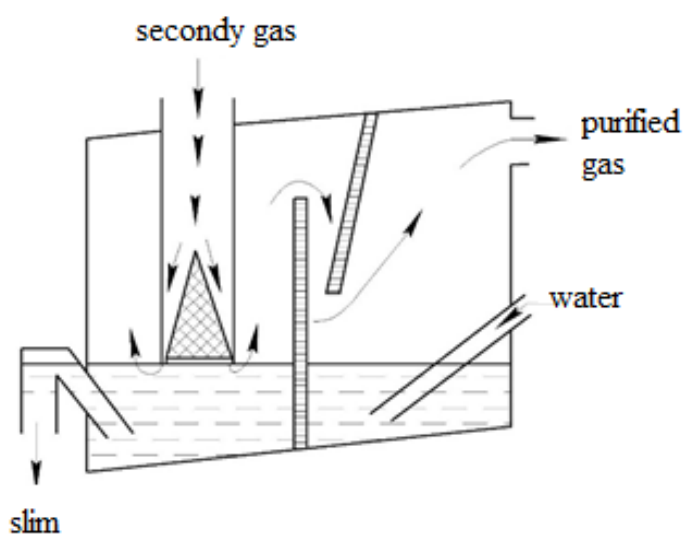


Figure 2. Construction of Doyle Scrubber Dust Cleaners.

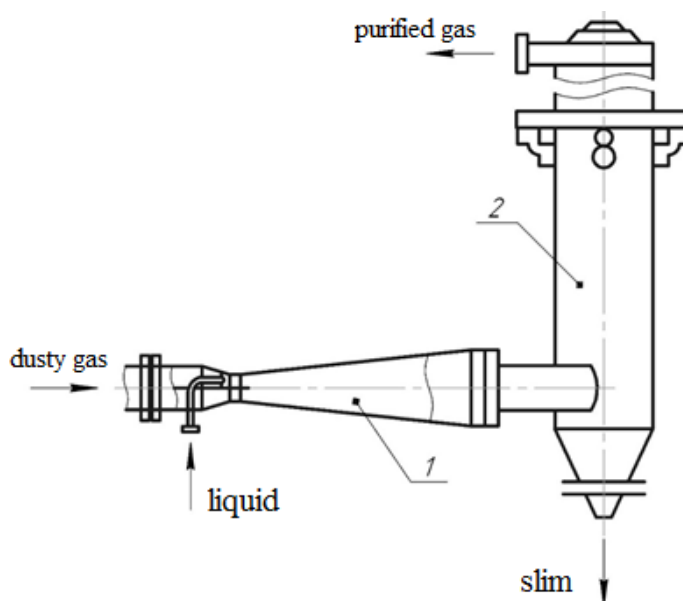


Figure 3. Venturi scrubbers:
1 liquid spray tube; 2 cyclone drop holder.

the structure, operation and performance of wet dust collectors shows that the ability to capture toxic gases using devices equipped with Scrubber dust collectors is high.

References:

- [1]. Вилесов Н.Г., Костюковская А.А. Очистка выбросных газов. Киев: 2001. -312с
- [2]. UNEP. Окружающая среда в Центральной Азии – 2000 год. Ўзбекистон Республикаси ЭКОСАН ҳалқаро жамғармаси тақдим этган лазер диск маълумотлари.
- [3]. Садуллаев Х.М. Атроф муҳофазаловчи техника. –Фарғона: “Классик”, 2020., 172
- [4]. Нурмухамедов Ҳ.С., Темиров О.Ш., Туробжонов С.М., Юсупбеков Н.Р., Зокиров С.Г., Таджихужаев З.А. Газларни қайта ишлаш технологияси, жараён ва қурулмалари. – Тошкент: Шарқ, 2016. – 856 б.
- [5]. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Ҳ.С., Зокиров С.Г. Кимёвий технология асосий жараён ва қурилмалари. – Тошкент: Фан ва технология-лар, 2015. – 848 б.
- [6]. Р.Ж. Тожиев, А.С. Исомидинов, А.М. Сулаймонов. Газларни суюқлик муҳити орқали ўтказиш усулида тозаловчи инерцияли скруббер гидродинамикаси // Фарғона политехника институтининг илмий-техника журнали, – Фарғона, 2020. Том 24 . спец. вып. № 1. 263-268.
- [7]. Валдберг А.Ю., Николайкина Н.Е. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. – Москва: Дрофа, 2008. –239 с.
- [8]. Тожиев, Р. Ж., Исомиддинов, А. С., Ахроров, А. А. У., & Сулаймонов, А. М. (2021). Выбор оптимального абсорбента для очистки водородно-фтористого газа в роторно-фильтровальном аппарате и исследование эффективности аппарата. *Universum: технические науки*, (3-4 (84)), 44-51.
- [9]. Rasuljon, T., Azizbek, I., & Abdurakhmon, S. (2021). Research of the hydraulic resistance of the inertial SCRUBBER. *Universum: технические науки*, (7-3 (88)), 44-51.
- [10]. Мўминов, Ж. А., Умаров, Э. С., & Ортиқалиев, Б. С. (2019). Чангларни комбинацион тозалаш технологияси. *Журнал Технических исследований*, (2).
- [11]. Rasuljon, Tojiev, Isomiddinov Azizbek, and Ortiqaliyev Bobojon. "Studying the effect of rotor-filter contact element on cleaning efficiency." *Universum: технические науки* 6-5 (87) (2021): 28-32.

AYOLLAR ARALASH BICHIMLI KOSTYUM KO‘YLAGINI KONSTRUKSIYALASH VA MODELLASHTIRISH USULLARINI TAHLIL QILISH

G.A. Mirboboyeva

*Farg‘ona davlat texnika universiteti,
(Qabul qilindi 29.09.2025 y.)*

Annotasiya: Ushbu ilmiy maqolada ayollar kiyimlarini dizaynini yaratishda hozirgi kunda mini uslublardan foydalanish haqida ma’lumotlar keltirilgan bundan tashqari maqolada ayollar kostyum ko‘ylaklari uchun model tanlab shu tanlangan modelga konstruksiya chizmasini qurib modellashtirish ishlari bajarilganligi to‘g‘risida ma’lumotlar keltirilgan

Kalit so‘zlar: ayollar kostyum ko‘ylagi, basis setkasi, o‘lchov belgilari, ort bo‘lak konstruksiyasi, old bo‘lak konstruksiyasi, yelka qiyaligi, yeng o‘mizi, modellashtirish

Аннотация: В данной научной статье представлена информация о современном использовании мини-фасона в дизайне женской одежды. Кроме того, в статье представлены сведения о выборе модели женского платья-костюма, а также о выполненных работах по конструированию и моделированию выбранной модели.

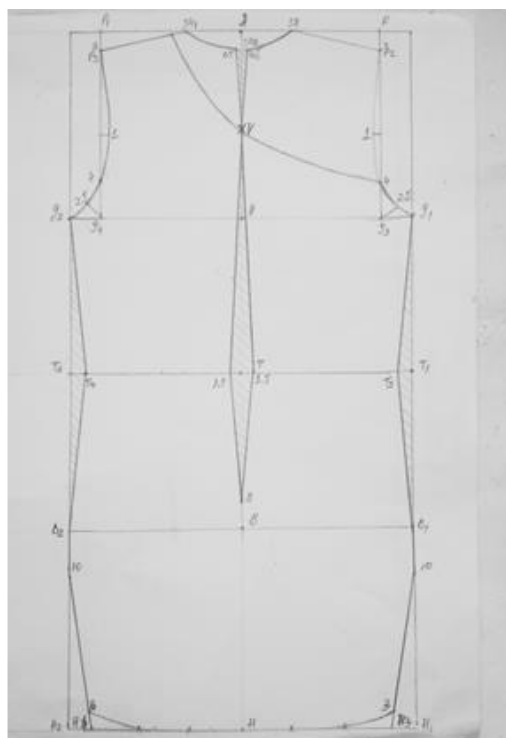
Ключевые слова: женский пиджак, базовая сетка, мерные метки, конструкция спинки, конструкция переда, наклон плеча, длина рукава, моделирование.

Abstract : This research article presents information on the contemporary use of the mini dress in women’s clothing design. It also provides information on choosing a women’s suit dress, as well as the design and modeling work performed for the chosen style.

Key words: Women’s jacket, basic grid, measurement marks, back construction, front construction, shoulder slope, sleeve length, modeling

Ayollar kiyimlarini dizaynini yaratishda hozirgi kunda zamon talablariga e’tibor qaratiladi Hozirgi kunda ayollar ko‘ylak-kostyumlarini turli hil dizaynlari yaratilgan bu sohani juda yaxshi rivojlanilganidan darak beradi.[3] Ayollar ko‘ylaklari turli hil uslubda va turlicha matolardan tikiladi. Nozik didli ayollarimizga ko‘ylak yaratayotgan dizaynerlar o‘ta e’tiborlik bilan yaratishi

lozim. Bir biriga o'xshamasligi har bir detali bilan ajralib turishi kerak. Matolar bilan bezaklari uyg'unlashgan holda uzunligi maks, mini, angilizkiy uzunlikdagi liboslar urfda [1].



Men yaratmoqchi bo'lgan ayollar kostyum –ko'ylagi ayol qizlar uchun mo'ljallangan klasik uslubdan andoza olgan. Hozirgi kunda mini uslublardan foydalanilmoqda. Men yaratayotgan aralash uslubdagi model zamonaviy kostyum ko'ylak bo'lib siring'a matosidan tayorlangan, kostyum bir bo'lak old bo'lakdan iborat, qaytarma yoqali bo'lib, old bo'lakda qoplama cho'ntak joylashgan. O'tkazma yengdan iborat bo'lib kostyum bo'ksadan pastgacha uzaytirilgan. Ko'ylak old qismi trapesiya shaklida o'yilgan yengsiz bel qismi yopishgan belbog' bilan bezatilgan. [2]

Andoza chizmasini chizish uchun quydagi o'lchovlar kerak bo'ladi:

Ko'ylak uzunligi-100

Kostyum uzunligi-70

Bo'yin yarim aylanasi-18

Ko'krak yarim aylanasi-44

Yelka kengligi-11

Ko'krak oraliq kengligi-16

Belgacha uzunlik- 40.

Ko'ylak oldi uzunlik- 20

Andaza chizmasini chizish.

Ko'ylakning orqa detalini konstruksiyalash.

Bazis setkasini tayorlash uchun to'g'ri burchak chizib uchiga A harifi qo'yiladi.

Ko'ylakning uzunligi. A nuqtadan pastga 100 sm uzunlikda to'g'ri chiziq tushiriladi va unga H harfi qo'yiladi.

Yeng o'mizining chuqurligi. A nuqtadan pastga 22 sm o'lchab G harfi qo'yiladi. G nuqtadan o'ngga va chapga ixtiyoriy uzunlikda garizontal chiziq tortiladi.

Bel chizig'i. A nuqtadan pastga 40 sm (orqadan belgacha uzunlik) o'lchab T nuqta qo'yiladi T nuqtadan o'ngga va chapga ixtiyoriy kenglikda garizontal chiziq tortiladi

Bo'ksa chizig'i. T nuqtadan 18 sm pastga tushib B nuqta qo'yiladi. B nuqtadan o'ngga va chapga ixtiyoriy chiziq tortiladi.

Ko'ylak orqa kengligi. G nuqtadan o'ngga va chapga 24 sm ($Sk_{II} : 2+4=24$) o'lchab G1 va G2 nuqtalar qo'yiladi. G1 va G2 nuqtalardan pastga tik chiziq tushirib T nuqtaning garizontal chizig'i

bilan kesishgan nuqtasiga T1 va T2 belgilanadi. B nuqtaning garizontal chizig'i bilan kesishgan nuqtasiga B1 va B2 belgilanadi. Yeng o'mizi. G nuqtadan o'ngga va chapga 18 sm ($Sk_{II}:3+3=18$) yurib G3 va G4 nuqtalar qo'yiladi va yuqoriga chiqarib P va P1 nuqtalar qo'yiladi. **Orqa bo'yin o'mizi.** A nuqtadan 7sm ($S bo'yin:3+1=7$) o'ngga va chapga o'lchab Sh va Sh1 nuqta qo'yiladi. A nuqtadan pastga 3 sm o'lchab Sh2 nuqta qo'yiladi Sh; Sh2 va Sh1 nuqtalar o'zaro botiq chiziq bilan tutashtiriladi.

Yelka qiyaligi. P va P1 nuqtalardan pastga 3 sm tushib 3 raqami qo'yiladi. Sh nuqtadan 3 nuqtasiga 11 sm o'lchab P2 nuqta qo'yiladi. Sh1 va 3 nuqtalar ham huddi shunde o'lchanib P3 nuqta qo'yiladi.

Yeng o'yindisi. G3 va P2 nuqtalar hamda G4 va P3 nuqtalar teng ikkiga bo'linib bo'linish nuqtasidan 1 sm ichkariga kirib 1 raqami qo'yiladi. G3 nuqtadan yuqoriga 4 sm chiqib 4 raqami qo'yiladi. G4 nuqtadan ham yuqoriga 4 sm chiqib 4 raqami qo'yiladi. G3 va G4 nuqtalardan 2.5 sm bissektrissa chiqarib 2.5 nuqta qo'yiladi. P2; 1; 4; 2.5; va G nuqtalar hamda P3; 1; 4; 2.5 va G2 nuqtalar tutashtiriladi. Orqa vitochka. SH2 va G nuqtalar teng ikkiga bo'linadi va V nuqta qo'yiladi. SH2 nuqtadan 0.5 sm o'ngga va chapga o'lchanadi va 0.5 nuqta qo'yiladi. T nuqtadan o'nga va chapga 1.5sm o'lchab 1.5 nuqta qo'yiladi. B nuqtadan tepaga 3 sm tepaga chiqib 3 nuqta qo'yiladi. 0.5 ; v; 1.5; va 3 nuqtalar tutashtiriladi. Yon chiziq. T1 va T2 nuqtalardan ichkariga 2 sm kirib T3 va T4 nuqtalar qo'yiladi. B1 va B2 nuqtalardan pastga 10 sm pastga tushib 10 nuqtasi qo'yiladi. H1 va H2 nuqtalardan ichkariga 3 sm kirib H3 va H4 nuqtalar qo'yiladi. G1; T3; B1; 10 va H3 nuqtalar tutashtiriladi hamda G2; T4; B2; 10 va H4 nuqtalar tutashtiriladi. Etak chizig'i. H va H3 nuqtalar hamda H va H4 nuqtalar teng 3 ga bo'linadi. H3 va H4 nuqtasidan tepaga 3 sm chiqib 3 raqami qo'yiladi. H3 birinchi bo'linish nuqtasi; H ohirgi bo'linish nuqtasi va H 4 nuqtalar tutashtiriladi. Orqa detalni konstruktiv modellashtirish. SH1 nuqtadan chapga yurib SH3 raqami qo'yiladi. SH3 va V nuqta hamda o'ng yeng o'mizidagi 4 nuqtalar rasimdagidek botiq chiziq bilan tutashtiriladi.

Ko'ylakning old detalini konstruksiyalash.

To'g'ri burchak chizib uchiga A harifi qo'yiladi.

Ko'ylakning uzunligi. A nuqtadan pastga 100 sm uzunlikda to'g'ri chiziq tushiriladi va unga H harfi qo'yiladi.

Yeng o'mizining chuqurligi. A nuqtadan pastga 22 sm o'lchab G harfi qo'yiladi. G nuqtadan o'ngga va chapga ixtiyoriy uzunlikda garizontal chiziq tortiladi.

Bel chizig'i. A nuqtadan pastga 40 sm (orqadan belgacha uzunlik) o'lchab T nuqta qo'yiladi T nuqtadan o'ngga va chapga ixtiyoriy kenglikda garizontal chiziq tortiladi.

Bo'ksa chizig'i. T nuqtadan 18 sm pastga tushib B nuqta qo'yiladi. B nuqtadan o'ngga va chapga ixtiyoriy chiziq tortiladi.

Ko'ylak old kengligi. G nuqtadan o'ngga va chapga 24 sm ($Sk_{II}:2+4=24$) o'lchab G1 va G2 nuqtalar qo'yiladi. G1 va G2 nuqtalardan pastga tik chiziq tushirib T nuqtaning garizontal chizig'i bilan kesishgan nuqtasiga T1 va T2 belgilanadi. B nuqtaning garizontal chizig'i bilan kesishgan nuqtasiga B1 va B2 belgilanadi.

Yeng o'mizi. G nuqtadan o'ngga va chapga 18 sm ($Sk_{II}:3+3=18$) yurib G3 va G4 nuqtalar qo'yiladi va yuqoriga chiqarib P va P1 nuqtalar qo'yiladi.

Old bo'yin o'mizi. A nuqtadan 7sm ($S bo'yin:3+1=7$) o'ngga va chapga o'lchab Sh va Sh1 nuqta qo'yiladi. A nuqtadan pastga 8 sm o'lchab Sh2 nuqta qo'yiladi Sh; Sh2 va Sh1 nuqtalar o'zaro botiq chiziq bilan tutashtiriladi.

Yelka vitochkasini chiqarish. G nuqtadan o'ngga va chapga 9 sm (ko'krak oralig'i kengligini ikkiga bo'lin 1sm qo'shamiz) yurib G5 va G6 nuqtalar qo'yiladi va yuqoriga va pastga tik chiziq chiqib yuqoriga P2 va P3 bel chizig'i bilan tutashgan joyga T3 va T4 byodra chizig'i bilan kesishgan joyga B3 va B4 nuqtalar qo'yiladi. G5 va G6 nuqtadan pastga 1 sm tushib 1 nuqta qo'yiladi. 1 va P nuta oralig'i o'lchab shu kenglik P nuqtaga tutashtiriladi va 1 va P3 nuqtalar ham huddi shunde o'lchanib P1 bilan tutashgan joyga P5 nuqta qo'yiladi.

Yelka qiyaligi. P4 va P5 nuqtalarga perpendikular shtrix chiziq bilan 9 sm 9 raqami qo'yiladi va 3 sm pastga tushib 3 raqami qo'yiladi. P4 va P5 nuqtalardan 3 nuqta yo'nalishda 9 sm o'lchanib P6 va P7 nuqtalar qo'yiladi.

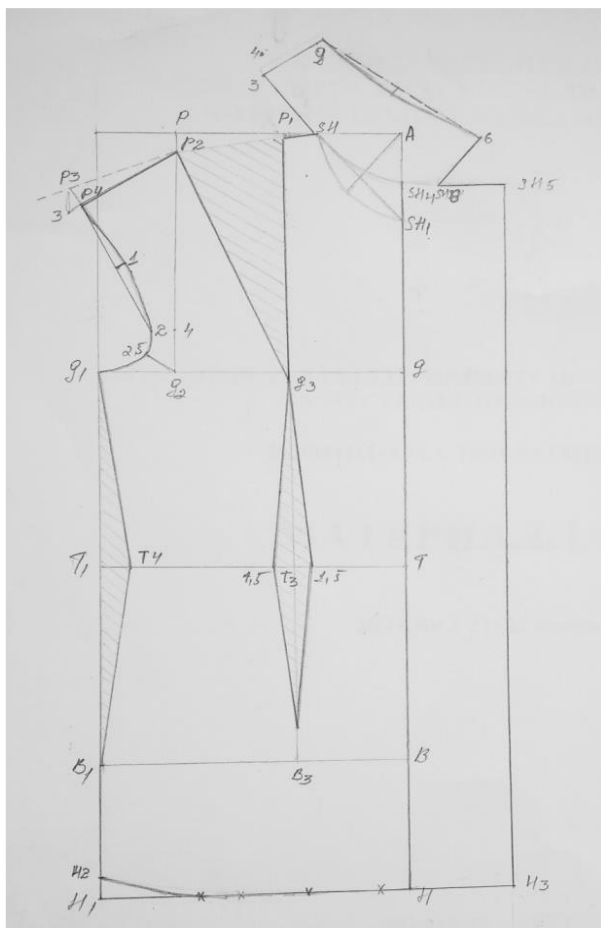
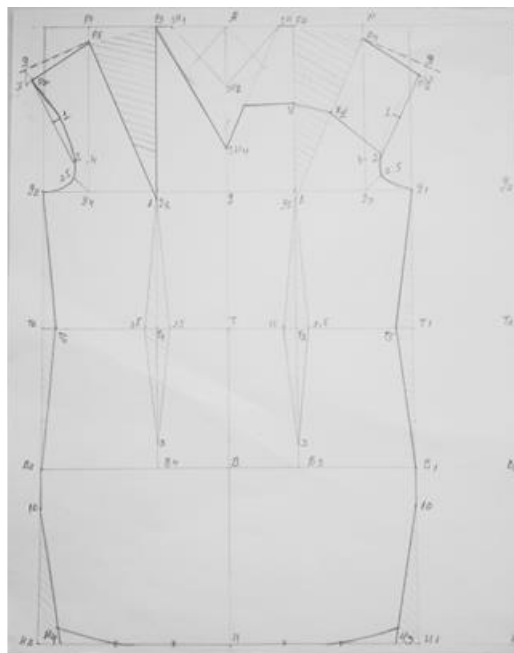
Yeng o'yindisi. G3 va g4 nuqtalardan yuqoriga 4 sm chiqib 4 nuqta undan tashqariga 2 sm yurib 2 raqami qo'yiladi. G3 va g4 nuqtalardan 2.5 sm bissektrissa chiqarib 2.5 raqami qo'yiladi. P6 va 2 hamda P7 va 2 nuqtalar tutashtirilib teng ikkiga bolinadi. 1 sm ichkariga kirib 1 raqami qo'yiladi. P6; 1; 2; 2.5 va G1 nuqtalar hamda P7; 1; 2; 2.5; va G2 nuqtalar tutashtiriladi.

Beldagi vitochka. T3 va T4 nuqtalardan o'ngga va chapga 1.5 sm o'lchab 1.5 nuqtalar belgilanad. B3 va B4 nuqtalardan yuqoriga 3 sm chiqib 3 nuqta qo'yiladi. 1; 1.5 va 3 nuqtalar tutashtiriladi.

Yon chiziq. T1 va T2 nuqtalardan ichkariga 2 sm kirib T5 va T6 nuqtalar qo'yiladi. B1 va B2 nuqtalardan pastga 10 sm pastga tushib 10 nuqtasi qo'yiladi. H1 va H2 nuqtalardan ichkariga 3 sm kirib H3 va H4 nuqtalar qo'yiladi. G1; T5; B1; 10 va H3 nuqtalar tutashtiriladi hamda G2; T6; B2; 10 va H4 nuqtalar tutashtiriladi.

Etak chizig'i. H va H3 nuqtalar hamda H va H4 nuqtalar teng 3 ga bo'linadi. H3 va H4 nuqtasidan tepaga 3 sm chiqib 3 raqami qo'yiladi. H3 birinchi bo'linish nuqtasi; H ohirgi bo'linish nuqtasi va H 4 nuqtalar tutashtiriladi.

Old bo'lakni konstruktiv modellash. Sh2 nuqtadan 8 sm pastga tushib Sh4 nuqta qo'yiladi. P2



va G5 nuqta teng ikkiga bo'linadi va V nuqta qo'yiladi. P3 va Sh nuqtalar Sh4 nuqtaga tutashtiriladi. G5 va V nuqtalar oralig'i o'lchanib shu o'lcham G5 va P4 nuqtaga qo'yiladi va V1 nuqta belgilanadi. V nuqtadan Sh4 va Sh nuqta chizig'iga perpendikular chiziladi va kesishgan joyga Sh5 nuqta qo'yiladi. Sh5; V; V1 va 2 nuqtalar tutashtiriladi.

Old bo'lakni konstruktiv modellash. To'g'ri burchak chizib uchiga A harifi qo'yiladi.

Kostyumning uzunligi. A nuqtadan pastga 70 sm uzunlikda to'g'ri chiziq tushiriladi va unga H harfi qo'yiladi. H nuqtadan chapga ixtiyoriy chiziq tortiladi.

Yeng o'mizining chuqurligi. A nuqtadan pastga 22 sm o'lchab G harfi qo'yiladi. G nuqtadan chapga ixtiyoriy uzunlikda garizontal chiziq tortiladi.

Bel chizig'i. A nuqtadan pastga 40 sm (orqadan belgacha uzunlik) o'lchab T nuqta qo'yiladi T nuqtadan chapga ixtiyoriy kenglikda garizontal chiziq tortiladi.

Byodra chizig'i. T nuqtadan 18 sm pastga tushib B nuqta qo'yiladi. B nuqtadan chapga ixtiyoriy chiziq tortiladi.

Kostyumning old kengligi. G nuqtadan chapga 24 sm ($Sk_{II}:2+4=24$) o'lchab G1 nuqta qo'yiladi. G1 nuqtadan pastga tik chiziq tushirib T nuqtaning garizontal chizig'i bilan kesishgan nuqtasiga T1 belgilanadi. B nuqtaning garizontal chizig'i bilan kesishgan nuqtasiga B1, H nuqtaning chizig'i bilan kesishgan joyga H1 nuqta belgilanadi.

Yeng o'mizi. G nuqtadan chapga 18 sm ($Sk_{II}:3+3=18$) yurib G2 nuqta qo'yiladi va yuqoriga chiqarib P nuqta qo'yiladi.

Old bo'yin o'mizi. A nuqtadan 7sm (S bo'yin: $3+1=7$) chapga o'lchab Sh nuqta qo'yiladi. A nuqtadan pastga 8 sm o'lchab Sh1 hnuqta qo'yiladi Sh va Sh1 nuqtalar botiq chiziq bilan tutashtiriladi.

Yelka vitochkasini chiqarish. G nuqtadan chapga 9 sm (ko'krak oralig'i kengligini ikkiga bo'lib 1sm qo'shamiz) yurib G3 nuqta qo'yiladi va yuqoriga va pastga tik chiziq tortiladi yuqoriga P1, bel chizig'I bilan tutashgan joyga T3 byodra chizig'I bilan kesishgan joyga B3 nuqta qo'yiladi. G3 nuqtadan pastga 1 sm tushib 1 nuqta qo'yiladi. 1 va P nuta oralig'i o'lchab shu kenglik P nuqtaga tutashtiriladi va tutashgan joyga P2 nuqta qo'yiladi. .

Yelka qiyaligi. P2 nuqtaga perpendikular shtrix chiziq bilan 9 sm P3 nuqta qo'yiladi va 3 sm pastga tushib 3 raqami qo'yiladi. P2 nuqtasidan 3 nuqta yo'nalishda 9 sm o'lchanib P4 nuqta qo'yiladi.

Yeng o'yindisi. G2 nuqtadan yuqoriga 4 sm chiqib 4 nuqta undan chapga 2 sm yurib 2 raqami qo'yiladi. G2 nuqtadan 2.5 sm bissektressa chiqarib 2.5 raqami qo'yiladi. 2 va P4 nuqtalar tutashtirilib teng ikkiga bolinadi. 1 sm ichkariga kirib 1 raqami qo'yiladi. P4; 1; 2; 2.5 va G1 nuqtalar tutashtiriladi.

Beldagi vitochka. T3 nuqtadan o'ngga va chapga 1.5 sm o'lchab 1.5 nuqtalar belgilanad. B3 nuqtadan yuqoriga 3 sm chiqib 3 nuqta qo'yiladi. 1; 1.5 va 3 nuqtalar tutashtiriladi.

Yon chiziq. T1 nuqtadan o'ngga 2 sm kirib T4 nuqta qo'yiladi. B1 va H1 nuqtalar tutashtiriladi.

Etak chizig'i. H1 nuqtadan yuqoriga 2 sm chiqib H2 nuqta qo'yiladi. H va H1 nuqtalar teng 3 ga bo'linadi. H2; birinchi bo'linish nuqtasi va H tutashtiriladi.

Old kostyum detalini konstruktiv modellashtrish. Sh nuqtadan chapga 1 sm yurib 1 nuqta qo'yiladi. SH nuqtadan yuqoriga 9 sm chiqib 9, undan chapga 4 sm yurib 4nuqtasi, 4 nuqtasidan pastga 3sm tushib 3 nuqtasi qo'yiladi. 1 ; 3 va 9 nuqtalar tutashtiriladi. A va Sh nuqtalar teng ikkiga bo'linib Sh4 nuqta qo'yiladi. Sh4 nuqtadan o'ngga 9 sm yurib Sh5 nuqta qo'yiladi. H nuqtadan ham o'ngga 9 sm yurib H3 nuqta qo'yiladi va Sh5 nuqtaga tutashtiriladi. Sh5 nuqtadan chapga 6 sm yurib Sh6 nuqta qo'yiladi va unga 45 gradus da 6sm o'lchab 6 nuqtasi qo'yiladi. 6 va 9 nuqtalar shtrix chiziq bilan tutashtirilib teng ikkiga bo'linadi. Bo'linish nuqtasidan 1 sm ichkariga kirib 1 nuqta qo'yiladi. 9; 1 va 6 nuqtalar tutashtiriladi. Mana shu holat bilan ayollar uchun yangi zamonaviy modeldagi kostyum ko'ylak modelini yaratildi.

Xulosa

Ayollar kiyimlarini dizaynini yaratishda hozirgi kunda zamon talablariga e'tibor qaratilgan holda murakkab bichimli ayollar kiyimini konstruksiyalash usullarini kostyum –ko'ylak tizimini konstruksiya andoza chizmasini chizib tayorlab shu konstruksiya bo'yicha modellashtrish ishlarini tahlil qilib yangi kostuym –ko'ylak modelini tayorlandi.

Adabiyotlar

- [1]. G.A. Mirboboyeva Zamonaviy yaxlit yeng bichimidagi ayollar ko'ylagini konstruksiyasini qurish Scientific-technical journal (STJ FerPI, ФарПИ ИТЖ, ИТЖ ФерПИ, 2024, Т.28. спец.выпуск №2)
- [2]. Mirboboyeva G.A.,Turdiyev M. Moda funksiyalaridan,rivojlanish qonunlaridan foydalanib eskiz modellarini yaratishda retro modellarni qo'llab yangi kiyim dizaynlarini tahlil qilish Scientific-technical journal FerPI
- [3]. Mirboboyeva G.A.,Ranglar gammasidan foydalanib yangi zamonaviy modellarni yaratish Фарғона политехника институти Илмий – техника журналы 2022. Том 26. спец. вып. №15
- [4]. Mirboboyeva G.A.,Zig'ir tolasini olish texnologiyasini qadimgi usullari YANGI O'ZBEKISTON, YANGI TADQIQOTLAR JURNALI Volume 2 Issue 8 <https://phoenixpublication.net/> 06.05.2025 Online ISSN: 3030-3494

DAVLAT YER KADASTR XARITALARINI ISHLAB CHIQISHNING AXAMIYATI VA JAHON TAJRIBASI

A.A. Abduraxmonov

*Farg'ona davlat texnika universiteti,
E-mail: aduxokim2@gmail.com
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)*

Annotatsiya: Ushbu maqolada, Davlat yer kadastr xaritalarini yaratishning ahamiyati va jahon tajribasi, Kosmik ma'lumotlardan hamda GIS texnologiyalardan foydalanib yerdan foydalanish xaritalarini yangilashdagi ilmiy tadqiqotlar haqida ma'lumotlar keltirilgan.

Kalit so'zlar: yer, kadastr, GIS, ArcGIS Panorama, xarita, Sentinel-2.

Аннотация: В этой статье представлена информация об основах и мировом опыте создания государственных земельных кадастровых карт, научных исследованиях по обновлению карт землепользования с использованием космических данных и ГИС-технологий.

Ключевые слова: Земля, кадастр, ГИС, Панорама ArcGIS, карта, Sentinel-2.

Annotation: this article provides information on the ahamity and world experience in creating public earth cadastral maps, space data, and scientific research in updating land use maps using GIS technology.

Keywords: Earth, cadastre, GIS, ArcGIS Panorama, map, Sentinel-2.

KIRISH

Jahonning rivojlangan mamlakatlarida yer axborot ma'lumotlarining tezkorligi yer tizimining barcha yo'nalishlarida sezilarli ravishda o'zining ijobiy tomonlarini ko'rsatmoqda. Yer resurslaridan foydalanish bo'yicha jahonda yuqori o'rinda turuvchi rivojlangan davlatlarda ham yer turlari xaritalarini yaratishda zamonaviy texnologiyalar va ilm-fan yutuqlaridan foydalanilayotganligi sir emas. Yer jamiyat boyligining manbayi, insoniyat uchun moddiy boyliklar yaratish va ishlab chiqarishni xom-ashyo bilan ta'minlashning tabiiy negizidir. Moddiy boyliklarni ishlab chiqarish jarayonida yer asos (bazis) va ishlab chiqarish vositasi sifatida qatnashadi.

Ma'lumki, yer resurslari iqtisodiyotning ya'ni ishlab chiqarishning umumiy vositasidir. U insonlar yashashi uchun joy, ish quroli va ishlab chiqarish vositasi sifatida qishloq xo'jaligida, sanoatda, transportda xamda inson moddiy foaliyatining boshqa barcha jabhalarida gavdalanadi.

Shuni ta'kidlash lozimki, "O'zbekiston Respublikasida kosmik faoliyatni rivojlantirish to'g'risida" 2019 yil 30 avgustdagi PF-5806-son Farmonida 2020-2030 yillarda O'zbekiston respublikasi kosmik tarmog'ini rivojlantirish konsepsiyasi hujjatlari bilan kosmosni, xususan, sun'iy yo'ldoshli texnologiyalarini mamlakat iqtisodiyotiga joriy etish bo'yicha asoslangan konsepsiyani ishlab chiqish topshirildi, shuningdek kosmik tadqiqotlarni boshqarish sohasida yagona davlat siyosatini shakllantirish, kosmik tarmoqni boshqarishning yaxlit tizimini ta'minlash uchun «O'zbekkosmos» agentligi tashkil qilindi. Yuqorida keltirilgan direktiv hujjatlarni bajarish maqsadida 2020 yildan 2030 yilgacha bo'lgan davr uchun O'zbekiston Respublikasining kosmik tarmog'ini rivojlantirish konsepsiyasi ishlab chiqildi. Respublikamizda yer resurslarini boshqarishda zamonaviy texnika va texnologiyalardan foydalangan hollarda masofadan zondlash tizimlaridan foydalanish bo'yicha olib borilayotgan ishlar yetarli darajada emasligi sezilmoqda. Buning sabablarini aniqlash va iqtisodiyot sharoitida yer resurslarini boshqarishda geoaxborot tizimlaridan foydalanishni takomillashtirish bugungi kunning dolzarb masalasi hisoblanadi.

Shuning uchun yer resurslarini boshqarishda zamonaviy usullardan foydalanishni takomillashtirish va bu maqsadda mavjud imkoniyatlarni qidirib topish va yer turlarining xaritasini tuzishda masofadan zondlash asosini ishlab chiqish talab etiladi. Tanlangan mavzuning dolzarbligi keltirilgan yuqoridagi fikr va mulohazalar bilan izohlanadi.

NATIJA VA MUHOKAMA

Bizga ma'lumki, kartografiya tarmog'ida qishloq xo'jaligini kartografiyalash o'ziga xos xususiyatlarga ega. Chunki qishloq xo'jalik mahsulotlarini ishlab chiqarishi murakkab hududiy

ishlab chiqarish tizimini shakllantiradi. Uni tavsiflash uchun ko'p ko'rsatkichlar majmui qo'llaniladi. Xaritada tarmoqlar rivojlanishining ijtimoiy-iqtisodiy shart-sharoitlarini, qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi strukturasini, uning morfologik, tipologik va funksional xususiyatlarini tasvirlash zarurdir. Qishloq xo'jaligi yer turlari xaritalarining mavzusini kartografiyalashtirilayotgan tuman, tabiiy va ijtimoiy-iqtisodiy xususiyatlarini hisobga olgan holda tuziladi. U ko'p jihatdan ijtimoiy-iqtisodiy kartografiyalashga xos umumiy prinsiplar bilan aniqlanadi.

Qishloq xo'jalik kartografiyasi asosini inson uchun eng zarur bo'lgan yer va undan foydalanish, yer resurslarini o'rganish va uni ishga solish xamda undan foydalanib, hosil olish bilan bog'liq bo'lgan masalalar tashkil qiladi. Shu bilan birga qishloq xo'jalik maxsulotlarini qayta ishlash shu sohani bir tarmog'i hisoblanadi. Qishloq xo'jalik yer turlari xaritalarini yaratish sanoat va transport xaritalaridan deyarli katta farq qiladi [1]. Chunki u tabiiy sharoit bilan bog'liq bo'lib hudud va yer maydoni bilan bog'langan xolda xaritaga tushiriladi. Ilmiy va ilmiy-ma'lumotnomali xaritalar yaratishda ko'proq qishloq xo'jaligi yer bilan bog'liq bo'lgani uchun dastlab yerning tabiiy xolatini va resurs sifatida o'rganish uchun yer bilan bog'liq bo'lgan xaritalar tuziladi. Bugungi kunda qishloq xo'jalik xaritalarini tuzish jarayonini yengillashtirishda zamonaviy usullar va materiallarni qo'llash zaruriyati tug'ilmoqda. Shuning uchun ham ushbu masalalarni hal etishda rivojlangan davlatlar tajribalarini o'rganish, taqqoslash va zarur bo'lgan hollarda o'zlashtirishimiz zarur.

Jahonning rivojlangan mamlakatlarida yer axborot ma'lumotlarining tezkorligi yer tizimining barcha yo'nalishlarida sezilarli ravishda o'zining ijobiy tomonlarini ko'rsatmoqda. Yer resurslaridan foydalanish bo'yicha jahonda yuqori o'rinda turuvchi rivojlangan davlatlarda ham qishloq xo'jaligi xaritalarini yaratishda zamonaviy texnologiyalar va ilm-fan yutuqlaridan foydalanilayotganligi sir emas. Shu jumladan bir nechta xolatlarni o'rganib chiqamiz [2].

Kosmik ma'lumotlardan hamda GIS texnologiyalardan foydalanib yerdan foydalanish xaritalarini yangilash mavzusi yuzasidan O'zbekistonlik hamda chet ellik olimlar qilgan ishlari va bu ishlari asosida chiqargan maqolalarini o'rganish. Dunyoda va birinchi navbatda AQShda, Yevropaning rivojlangan mamlakatlari va Rossiya Federatsiyasida yerdan foydalanish samaradorligini oshirish masalalari bo'yicha tadqiqotlar olib borilgan, bu o'z navbatida zamonaviy GIS texnologiyalari va masofadan zondlash usullaridan foydalanilgan holda yer turlari xaritalarini yaratish va uni takomillashtirishning ilmiy asoslangan usullarini ishlab chiqishni taqozo etadi. Bunday tadqiqotlar xorijlik olimlardan Kozlova D.I, Koplova S.V, Baranova M.V, Yazyeryan G.G. Pavlov A.V, Kutumov A.A, Shvedov D.O. Anikeneva I.A, Zaichko V.A, Csillag, Ben-Dor, Banin, Dwivedi, Mettyernicht, Zinck, Shao, Farifteh, Singh, Nield, Peng, Dehaan, Taylor, Eldiyery, Huang, H.Henkel, Spies, WoodGISE va boshqalar tomonidan olib borilgan. Jumladan: Safarov E.Yu, Mirzaliyev T, Musayev I, Isaqov E.X, Raximov A, Mamatqulov Z, Abduraxmonov I, Prenov Sh va R.Oymatovlar tomonidan ishlab chiqilgan taklif va tavsiyalari o'zining samarasini berib kelmoqda [3].

Shuni ta'kidlash joizki, yer turlarini aniqlash va baholash, GIS texnologiyalari yordamida masofaviy zondlash ma'lumotlarini qayta ishlash orqali hududlarning takomillashtirilgan atributiv xaritalarini tuzish hamda monitoringini o'tkazish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar yetarlicha olib borilmagan.

Rossiya federatsiyasi ushbu sohada yetakchi mamlakatlardan biri deyishimiz mumkin. Rossiyaning butun xududi buyicha qishloq xo'jaligi yerlari, o'rmonzorlar, aholi punkti yerlari va boshqa barcha yer toifalari bo'yicha obyektlarning yagona tizimi yaratilgan. Bunda geografik axborot tizimining maxsus "Ponarama" va "ArcGIS" dasturlaridan foydalanilgan holda ma'lumotlar bazasi shakllantirilgan va yagona tizimga solingan. Ushbu ishlarni bajarishda asosiy kartografik materiallar sifatida sun'iy yuldotslardan olingan kosmik suratlar va geodezik o'lchash ishlari xizmat qilgan. Kosmik suratlar asosida maxsus dasturlar yordamida butun hududning kompleks holati ma'lumotlari yaratilgan. Ushbu usuldan foydalangan holda yaratilgan qishloq xo'jaligi xaritalarining ma'lumotlar aniqligini oshirish va xududning joylashgan holatini o'rganish maqsadida ArcGIS 10.5 dasturi yordamida maxsus tahlillar o'tkazilgan [4]. Tahlil natijalari asosida

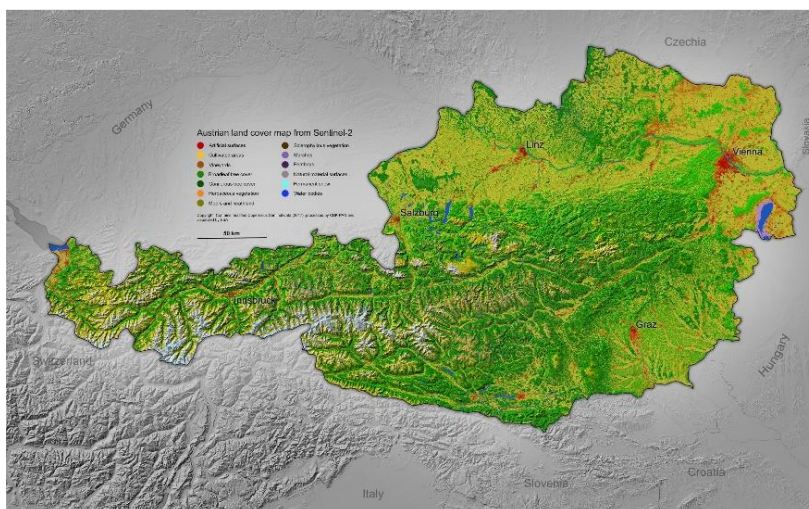
monitoring qilish, doimiy o'zgarishlarni qayd etib borish va miqdor ko'rsatkichlarini aniqlash kabi dolzarb masalalarning yechimlarini topish imkoniyatlari mavjud (1-rasm).



1-rasm Rossiya federatsiyasi hududidagi tuproqlar va tuproq komplekslari xaritasi.



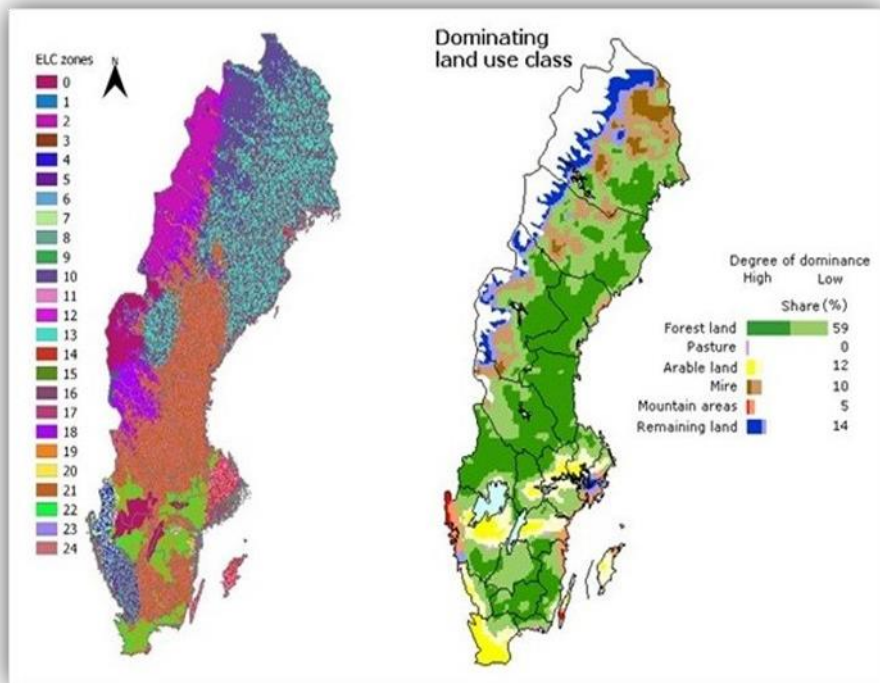
2-rasm Rossiya federatsiyasida qishloq xo'jalik yerlarining tarkibi (haydaladigan yerlar 55.3%, yaylovlar 30.8%, pichanzorlar 10.8%, deposit yerlar 2.2 % ko'p yillik plantatsiyalar 0.9% 2017 yildagi).



3-rasm. Sentinel-2 dan olingan Avstriya quruqlik xaritasi.

Jumladan Avstriya respublikasida ham qishloq xo'jaligi xaritalari yaratish ishlari kosmik suratlar asosida va zamonaviy geodezik asboblardan foydalanilgan holda olib boriladi. Avstriyada qishloq xo'jaligi yerlarining holatini o'rganish, tahlil qilish va xaritalarini yaratishdan tashqari hududlarning uch o'lchamli modellari yaratilgan va maxsus 3D printerlar yordamida uch o'lchamli modellari chop ettirilishi ishlari yo'lga qo'yilgan. (3-rasm)

Shvetsiya qirolligida ham yer turlari xaritalarni yaratish ishlarida geografik axborot tizimining ArcGIS dasturidan foydalaniladi. Kartografik ma'lumotlar sun'iy yulduzlardan olingan kosmik suratlar va geodezik o'lchash ishlari materiallaridan iborat. Bundan tashqari GPS, elektron taxeometr va lazyer nivelir kabi zamonaviy geodezik asboblardan yordamida joyning holati o'rganilib, ularni xaritada tasvirlanadi. Uchuvchisiz uchuvchi uskunalardan yordamida hududlarni lazerli skayner yordamida skanerlash ishlari amalga oshiriladi [5]. Buning natijasida geodezik o'lchash ishlari bajarilgan hududlarning uch o'lchamli modelini ham yaratish ishlari olib boriladi. Lazer skayner yordamida bajarilgan o'lchash ishlari natijalari maxsus dasturlar yordamida qayta ishlanadi va hududning uch o'lchamli modeli paydo bo'ladi. Ushbu usulda yaratilgan model kosmik suratlar asosida yaratilgan modeldan ma'lumotlarning aniqligi bilan farq qiladi (4-rasm).



4-rasm. Shvetsiya qirolligining eko-geografik yer tavsifi xaritasi.

Kvara shtatining Ilorin shahridagi yer turlari xaritalarni yaratish ishlarida masofadan turib zondlash materiallari foydalaniladi. Kartografik ma'lumotlar sun'iy yulduzlardan olingan kosmik suratlar va geodezik o'lchash ishlari materiallaridan iborat. Bundan tashqari GPS, elektron taxeometr va lazer nivelir kabi zamonaviy geodezik asboblardan yordamida joyning holati o'rganilib, ularni xaritada tasvirlanadi. Uchuvchisiz uchuvchi uskunalardan yordamida hududlarni lazyerli skayner yordamida skanerlash ishlari amalga oshiriladi. Buning natijasida geodezik o'lchash ishlari bajarilgan hududlarning uch o'lchamli modelini ham yaratish ishlari olib boriladi. Lazer skaner yordamida bajarilgan o'lchash ishlari natijalari maxsus dasturlar yordamida qayta ishlanadi va hududning uch o'lchamli modeli paydo bo'ladi. Ushbu usulda yaratilgan model kosmik suratlar asosida yaratilgan modeldan ma'lumotlarning aniqligi bilan farq qiladi [6,7].

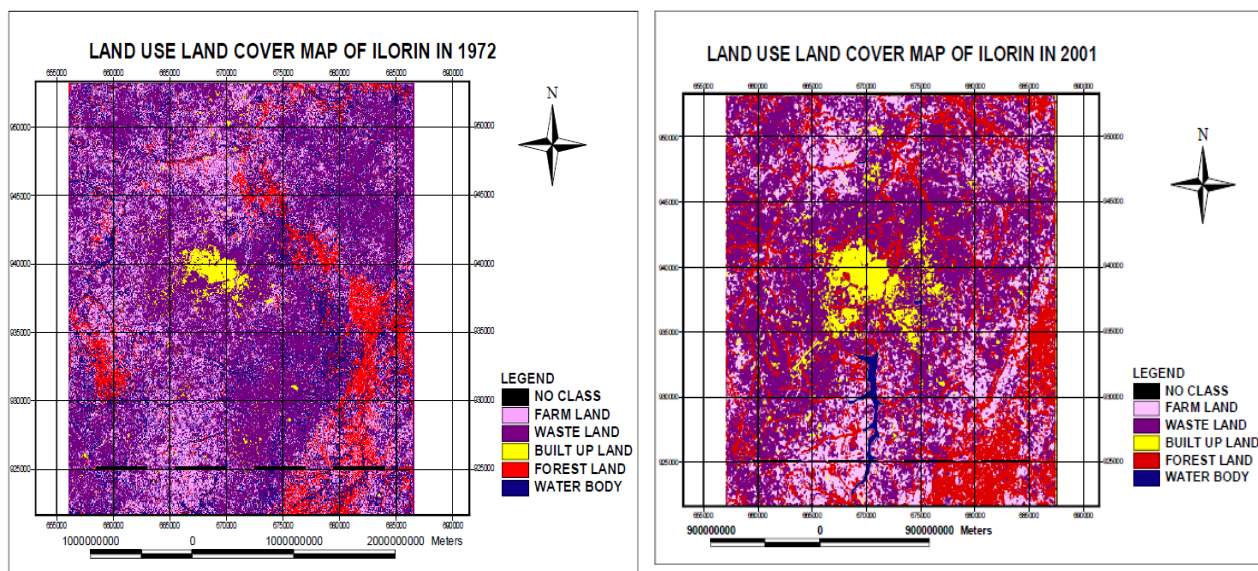
XULOSA.

Davlat yer kadastr xaritalarini ishlab chiqish davlatlar uchun muhim ahamiyat kasb etadi. Bu xaritalar nafaqat yer resurslarining to'liq va aniq ma'lumotlarini taqdim etadi, balki iqtisodiy rivojlanish, ekologik monitoring va ijtimoiy barqarorlikni ta'minlashda ham muhim rol o'ynaydi. Jahon tajribasi shuni ko'rsatadiki, ilg'or texnologiyalar va zamonaviy usullar yordamida kadastr

tizimlarini yaratish yer boshqaruvini yaxshilaydi va davlat resurslaridan samarali foydalanishni ta'minlaydi.

Ko'plab rivojlangan davlatlarda yer kadastr tizimlari raqamlashtirilgan va onlayn platformalar orqali boshqariladi. Masalan, Shvetsiya va Daniyada yer kadastr tizimlari avtomatlashtirilgan va ochiq ma'lumotlar bazalari orqali jamoatchilikka taqdim etiladi. Bu davlatlar yerdan foydalanish va mulkchilik huquqlarini himoya qilishni osonlashtiradi.

O'zbekiston kabi davlatlarda ham yer kadastr tizimini zamonaviylashtirish bo'yicha qadamlar tashlanmoqda. Raqamli kadastr tizimlarini joriy etish orqali yerdan foydalanish huquqlarini aniqlash, yer resurslarini boshqarish va nazorat qilish, shuningdek, yer bilan bog'liq nizolarni hal qilish imkoniyatlari kengaymoqda.



5-rasm. Kvara shtati Ilorin shahrining yer turlari xaritasi 1972-2001 yillardagi yer turlarini bir biri bilan taqqoslash.

Umuman olganda, davlat yer kadastr xaritalarini ishlab chiqish va joriy etish davlat boshqaruvi va iqtisodiy rivojlanishning muhim qismidir. Jahon tajribasi ko'rsatib turibdiki, zamonaviy texnologiyalar va samarali boshqaruv usullari orqali yer resurslarini yanada samarali va adolatli boshqarish mumkin. Bu esa uzoq muddatli barqaror rivojlanish va jamiyat farovonligini ta'minlashga yordam beradi.

Adabiyotlar

- [1]. M.R.Mirzaabdullaeva, A.M.Muqumov, Z.X.Xafizova. Yer huquqi // Toshkent – 2016.
- [2]. Yokubov S. Development of agricultural cards using arcgis and panorama technologies //Innovations in Science and Technologies. – 2024. – T. 1. – №. 1. – C. 101-107.
- [3]. Khakimova K., Yokubov S. Creation and maintenance of state cadasters in therepublic of Uzbekistan //Innovations in Science and Technologies. – 2024. – T. 1. – №. 1. – C. 85-93.
- [4]. Yokubov S. Scientific and theoretical foundations for thedevelopment of maps of the legal status of state landcadasters in the territory using gis technologies //Innovations in Science and Technologies. – 2024. – T. 1. – №. 1. – C. 80-84.
- [5]. Yusufovich G. Y. et al. The use of remote sensing technologies in the design of maps of agricultural land //Texas Journal of Agriculture and Biological Sciences. – 2023. – T. 23. – C. 17-21.
- [6]. Yusufovich G. Y. Shavkat o 'g 'li SY cartographic resources used in the creation of electronic agricultural maps of fergana region //Finland International Scientific Journal of Education, Social Science & Humanities. – 2023. – T. 11. – №. 3. – C. 1001-1009.
- [7]. Abduvakhovich A. A. Shavkat o 'g 'li SY improving the method of mapping agriculture using remote sensing data //Finland International Scientific Journal of Education, Social Science & Humanities. – 2023. – T. 11. – №. 3. – C. 1093-1100.
- [8]. Eshnazarov D. et al. Describing the administrative border of Koshtepa district on an electronic digital map and creating a web map //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – T. 452. – C. 03009.

SEYSMIK XAVFSIZLIK KONSEPSIYASIDA PARAMETRIK DIZAYN
ELEMENTLARINING INNOVATSION YECHIM SIFATIDAGI O'RNI

S.M. Mirzababayeva, Z.A. Abobakirova

Farg'ona davlat texnika universiteti,
saxiba.mirzababayeva@fstu.uz_(ORCID 0000-0002-6183-4688)
zebuniso.abobakirova@fstu.uz, (ORCID 0000-0002-9552-897X)

(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Annotatsiya: Ushbu maqolada barqaror arxitektura konsepsiyasining zamonaviy muammolari, parametrik dizayn yondashuvi orqali ularni hal etish imkoniyatlari va binolarning seysmik barqarorligini oshirish yo'llari tahlil qilinadi. Tadqiqotda parametrik dizayn texnologiyalarining ekologik, ijtimoiy va texnik samaradorlikka ta'siri, shuningdek, O'zbekistonning seysmik faol hududlarida bu yondashuvni qo'llash istiqbollari yoritilgan. Tadqiqot ishlarini olib borishda bir qator olimlarning ushbu yo'nalishdagi ilmiy ishlari o'rganildi [1-6].

Kalit so'zlar: barqaror arxitektura, parametrik dizayn, seysmik barqarorlik, innovatsiya, ekologik samaradorlik, O'zbekiston.

Аннотация. В данной статье анализируются современные проблемы концепции устойчивой архитектуры, возможности их решения посредством параметрического дизайна, а также пути повышения сейсмической устойчивости зданий. В исследовании раскрывается влияние технологий параметрического дизайна на экологическую, социальную и техническую эффективность, а также рассматриваются перспективы применения данного подхода в сейсмоактивных регионах Узбекистана. В процессе исследования были изучены научные труды ряда ученых, работающих в данном направлении [1–6].

Ключевые слова: устойчивая архитектура, параметрический дизайн, сейсмическая устойчивость, инновации, экологическая эффективность, Узбекистан.

Annotation. This article analyzes the modern challenges of the sustainable architecture concept, the possibilities of addressing them through the parametric design approach, and the ways to enhance the seismic stability of buildings. The study explores the impact of parametric design technologies on environmental, social, and technical efficiency, as well as the prospects for applying this approach in the seismically active regions of Uzbekistan. In the course of the research, the scientific works of several scholars working in this field were studied [1–6].

Key words: sustainable architecture, parametric design, seismic stability, innovation, environmental efficiency, Uzbekistan.

Kirish: XXI asr insoniyat taraqqiyotining yangi bosqichini boshlab berdi. Globallashuv, ilmfan va texnologiyalar rivojlanishi, urbanizatsiya jarayonlarining tezlashuvi, shuningdek, global iqlim o'zgarishlari natijasida qurilish sohasi oldida yangi mas'uliyatli vazifalar paydo bo'ldi. Xususan, tabiiy ofatlar — suv toshqinlari, shamol, yong'inlar va eng muhimi, zilzilalar oqibatida binolarning buzilishi inson hayoti uchun jiddiy xavf tug'dirmoqda. Shu sababli zamonaviy arxitektura nafaqat estetik ko'rinish va funksionallikka, balki seysmik xavfsizlik, barqarorlik va ekologik samaradorlik kabi fundamental tamoyillarga tayanishi zarur.

So'nggi o'n yilliklarda barqaror arxitektura va seysmik xavfsiz qurilish tushunchalari ilmiy hamjamiyatda tobora keng qo'llanilmoqda. Bu yondashuvda binoning butun hayotiy sikli — loyihalash, qurilish, ekspluatatsiya va demontaj bosqichlarida ekologik ta'sir, energiya sarfi va inson xavfsizligi hisobga olinadi. Natijada, barqaror arxitektura nafaqat resurslarni tejaydi, balki tabiiy ofatlarga bardosh bera oluvchi muhit yaratadi.

So'nggi yillarda arxitektura va muhandislikda parametrik dizayn tushunchasi keng tarqaldi. Parametrik dizayn — bu loyihaning geometrik, konstruktiv va funksional elementlarini raqamli algoritmlar asosida o'zaro bog'liq parametrlar orqali boshqarish tizimidir. Ya'ni, biror parametr (masalan, qavat balandligi, devor elastikligi, shakl egriligi) o'zgartirilsa, tizim avtomatik tarzda butun modelni yangilaydi. Bu esa optimizatsiya, modellastirish va tezkor tahlil imkonini beradi.

Parametrik loyihalashning asosiy afzalligi — murakkab geometrik shakllarni, tabiiy kuchlarga bardosh bera oladigan konstruktiv tizimlarni va seysmik barqarorlikni ta'minlaydigan elementlarni

raqamli muhitda oldindan sinab ko'rish imkoniyatidir. Shu bois bu yondashuv nafaqat dizayn estetikasini, balki inshootlarning konstruktiv xavfsizligini ham kuchaytiradi.

Rivojlangan mamlakatlar tajribasi parametrik dizaynning nafaqat dizayn jihatdan, balki muhandislik xavfsizligi sohasida ham muhim rol o'ynashini ko'rsatadi. Masalan, Yaponiya dunyodagi eng ilg'or seysmik izolyatsiya texnologiyalarini amalda joriy etgan mamlakatdir. Tokyo Skytree, Osaka International Convention Center kabi inshootlarda base isolation, energy dissipation devices, hamda parametrik monitoring tizimlari qo'llanilgan. Ular binoning tabiiy tebranish chastotasini pasaytirib, seysmik energiyani qisman yutish imkonini beradi.

Yangi Zelandiyada "Performance-based design" tamoyili asosida parametrik loyihalash qurilish kodekslariga integratsiya qilingan. Bu tizimda har bir loyiha avval raqamli muhitda zilzilaga bo'lgan reaksiyasi bo'yicha tahlil qilinadi, so'ng real qurilish bosqichiga o'tiladi.

AQSh va Yevropada ham "sustainable seismic retrofitting" dasturlari orqali mavjud binolar qayta optimallashtirilmoqda. Masalan, California Seismic Safety Commission tomonidan ishlab chiqilgan Resilient City Program doirasida eski binolar parametrik modellar asosida qayta hisoblanib, energiya samarador yechimlar bilan mustahkamlanmoqda. Shu jarayonlarda BIM (Building Information Modeling) va parametric simulation texnologiyalari asosiy o'rin tutadi.

Turkiya tajribasi esa seysmik xavfli hududlarda qurilish standartlarini qayta ko'rib chiqish zaruratini ko'rsatdi. 1999-yilgi Izmit va 2023-yilgi Kahramonmarash zilzilalaridan so'ng "dual-resilient architecture" — ya'ni ham zilzila, ham iqlim ta'sirlariga moslasha oladigan inshootlar konsepsiyasi ishlab chiqildi. Ammo tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, amalda qurilishda normativlarga to'liq rioya qilinmasligi seysmik xavf darajasini oshirmoqda.

MDH davlatlarida, xususan Rossiya va Qozog'istonda so'nggi yillarda seysmik dinamika va konstruktsiya geometriyasini raqamli tahlil qilish bo'yicha ilmiy maktablar shakllangan. Moscow State University of Civil Engineering (MGSU) va Al-Farabi nomidagi Qozog'iston milliy universiteti qoshida olib borilayotgan tadqiqotlarda finite element method (FEM) asosida mahalliy materiallar (beton, temirbeton, gazobeton) va geologik qatlamlar ta'siri hisobga olinmoqda.

O'zbekiston Respublikasi seysmik faol hududda joylashgan mamlakat sifatida ushbu sohada katta ehtiyojga ega. So'nggi yillarda davlat miqyosida barqaror va seysmik xavfsiz qurilishni rivojlantirish bo'yicha qator islohotlar amalga oshirildi. Toshkent arxitektura-qurilish universiteti, M.T. O'rozboyev nomidagi Mexanika va inshootlar seysmik instituti, Farg'ona davlat texnika universiteti hamda bir qator ilmiy markazlarda parametrik dizayn, adaptiv konstruksiyalar, energiya samaradorlik tizimlari bo'yicha ilmiy loyihalar amalga oshirilmoqda.

Bu izlanishlarda asosiy e'tibor yumshoq qavatli binolarning seysmik barqarorligini oshirishga qaratilgan. Parametrik model orqali bu binolarning deformatsion xatti-harakatlari, plastik bo'g'in zonalari, energiya yutish imkoniyatlari tahlil qilinmoqda. Bu tahlillar mahalliy materiallar va qurilish sharoitlarini hisobga olgan holda raqamli prototiplar asosida bajariladi.

Parametrik dizayn yondashuvi nafaqat seysmik barqarorlikni, balki resurs tejash, chiqindilarni kamaytirish, karbon izini pasaytirish kabi ekologik samaradorlikni ham ta'minlaydi. Bu yondashuv barqaror shaharsozlik g'oyalari bilan uyg'un bo'lib, inson salomatligi va ijtimoiy qulaylikni oshirishga xizmat qiladi.

Iqtisodiy nuqtai nazardan, parametrik modellashtirish yordamida qurilish materiallari va energiya sarfini 15–25% gacha kamaytirish mumkin. Bu esa O'zbekiston sharoitida mahalliy xomashyo bazasi va iqtisodiy barqarorlik nuqtai nazaridan katta ahamiyatga ega.

Parametrik dizayn texnologiyalarining joriy etilishi O'zbekiston sharoitida barqaror va xavfsiz qurilishning yangi bosqichini boshlab bermoqda. Bu yondashuv orqali seysmik xavfsizlik, ekologik samaradorlik va iqtisodiy tejamkorlik bir butun tizim sifatida shakllanmoqda. Natijada, milliy seysmik barqaror arxitektura modeli vujudga kelmoqda — u nafaqat inson xavfsizligini, balki atrof-muhitni muhofaza qilishni ham ta'minlaydi.

Shu tariqa, seysmik barqarorlik va barqaror arxitekturani uyg'unlashtirish masalasi nafaqat texnik, balki strategik milliy rivojlanish yo'nalishi sifatida qaralmoqda. Ushbu yo'nalishdagi ilmiy izlanishlar kelajakda xavfsiz, ekologik barqaror va innovatsion shaharsozlik konsepsiyalarini yaratish uchun mustahkam ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.

Metodi: Olib borgan tadqiqot natijalari mavjud binolarning seysmik barqarorligini oshirishga qaratilgan innovatsion yondashuvlarni ishlab chiqish hamda barqaror arxitektura tamoyillarini amaliyotga tatbiq etish bilan ilmiy ahamiyat kasb etadi. Parametrik dizayn elementlaridan foydalanish asosida binolarning konstruktiv tizimlari chuqur tahlil qilinib, seysmik ta'sirlarga moslashuvchan va energiya tejamkor yechimlar ishlab chiqildi. Ushbu uslub yordamida binolarning deformatsion holati, kuchlanish taqsimoti va konstruksion elementlar o'rtasidagi o'zaro ta'sir aniq modellashiriladi, bu esa seysmik bardoshlilikni oshirish imkonini beradi.

Tadqiqot jarayonida parametrik dizayn asosida konstruksioning muhim elementlari (ramalar, tayanchlar, qovurg'alar va bog'lovchi elementlar) turli ssenariylar bo'yicha modellashirildi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, bunday yondashuv orqali zilzila vaqtida yuzaga keluvchi dinamik yuklamalar sezilarli darajada kamayadi, binoning deformatsiya chegarasi nazorat ostida bo'ladi va konstruksioning energetik barqarorligi ortadi. Shuningdek, parametrik modellashirish usuli seysmik xavfsizlikka ta'sir etuvchi omillarni (material xususiyatlari, konstruksiya shakli, og'irlik markazi, poydevor turg'unligi) aniqlik bilan baholash imkonini beradi.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi shundan iboratki, unda parametrik dizayn elementlari nafaqat muhandislik tahlilida, balki barqaror arxitektura konsepsiyasi bilan uzviy bog'langan holda qo'llanilgan. Bunda seysmik xavfsizlik, energiya samaradorligi va ekologik muvozanat bir butun tizim sifatida ko'rib chiqildi. Shunday yondashuv yordamida qurilish jarayonida nafaqat zilzilabardosh, balki ekspluatatsiya jarayonida iqtisodiy jihatdan tejamkor, ekologik xavfsiz va foydalanuvchi uchun qulay inshootlar loyihalash imkoniyati yaratildi.

Natija: Tadqiqot natijalari amaliy jihatdan ham muhim ahamiyatga ega. Binolarning seysmik mustahkamligini oshirishning parametrik yechimlari yordamida qayta tiklash ishlariga bo'lgan ehtiyoj kamayadi, bu esa qurilish xarajatlarini qisqartiradi va tabiiy resurslardan oqilona foydalanishga xizmat qiladi. Shu bilan birga, ishlab chiqilgan yondashuvlar yordamida urban muhitda xavfsizlik, iqtisodiy samaradorlik va ekologik barqarorlik o'rtasidagi muvozanat ta'minlanadi.

Umuman olganda, tadqiqotning ilmiy yangiligi shundan iboratki, unda parametrik dizayn vositalari yordamida seysmik xavfsizlikni oshirish bilan birga, barqaror arxitekturaning zamonaviy tamoyillariga mos, iqlim va energiya omillarini hisobga oluvchi kompleks tizim ishlab chiqilgan. Bu natijalar keyingi ilmiy izlanishlar va amaliy loyihalash ishlarida, xususan, mavjud binolarning seysmik jihatdan mustahkamligini oshirish va yangi avlod ekologik barqaror inshootlarini yaratishda keng qo'llanishi mumkin.

Tadqiqotda parametrik dizayn va seysmik tahlil bo'yicha zamonaviy metodlar orqali modellashirish usullari qo'llanilmoqdi. Binolarning seysmik tahlili uchun modal-analiz usuli asosida hisob-kitoblar bajarilmoqdi [5,6].

Tadqiqot ob'ekti sifatida 5 qavatli ta'lim binosi modeli tanlandi. Binoning konstruksiya tizimi ramali-monolit karkasdan tashkil topgan bo'lib, fasad yechimlarida energiya tejamkor elementlar va parametrik shakllar qo'llanilishi rejalashtirilgan va bino tanlandi. Dastlabki tadqiqot natijalariga ko'ra dastlabki xulosalar olindi va tadqiqot ishlari davom ettirilmoqda. Bajarilgan tadqiqot natijalarining dastlabki ko'rsatkichlari qo'yidagi jadvalda keltirilgan.

Parametr	An'anaviy bino	Parametrik model	Farq, %
Deformatsiya (sm)	4.5	3.2	-28.8
Seysmik kuch (kN)	920	770	-16.3
Energiya tejamkorlik	1.0	1.35	+35

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlar parametrik dizayn elementlarini qo'llash natijasida binolarning seysmik barqarorligi va energiya tejamkorligi keskin yaxshilanishini ko'rsatadi. Jadval ma'lumotlariga ko'ra, parametrik modelda deformatsiya ko'rsatkichi an'anaviy binoga nisbatan 28,8% ga kamaygan. Bu esa binolarning konstruktiv elementlaridagi ichki kuchlanishlarning samarali taqsimlanishi va plastik deformatsioning kamayishi bilan izohlanadi. Shu tariqa, binolarning umumiy barqarorlik darajasi oshadi va ular kuchli silkinshlarga nisbatan chidamli bo'ladi.

Seysmik kuchlar ham 16,3% ga kamaygani kuzatilgan bo'lib, bu parametrik modelda inshootning massasi va konstruktiv geometriyasi optimallashtirilganini anglatadi. Bu turdagi yondashuv nafaqat binolarning seysmik xavfsizligini oshiradi, balki ularning iqtisodiy samaradorligini ham ta'minlaydi.

Eng muhim natijalardan biri — energiya tejamkorlik ko'rsatkichining 35% ga oshishi bo'lib, bu barqaror arxitekturaning asosiy tamoyillaridan biri hisoblanadi. Parametrik model orqali binolarda tabiiy yoritish, shamollatish va konstruktiv energiya balansini optimallashtirish imkoni yaratiladi. Shu tariqa, bunday binolar nafaqat seysmik jihatdan xavfsiz, balki ekologik va iqtisodiy jihatdan ham samarali hisoblanadi.

Umuman olganda, parametrik dizayn texnologiyalarini seysmik barqaror arxitekturada qo'llash barqaror qurilishning yangi bosqichini belgilab bermoqda. Bu yondashuv nafaqat tabiiy ofatlar xavfini kamaytiradi, balki uzoq muddatli ekspluatatsiyada resurs tejamkorlik, qulaylik va ekologik barqarorlikni ta'minlaydi.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, parametrik dizayn usuli nafaqat arxitekturadagi estetik ifoda vositasi, balki konstruktiv samaradorlik va barqarorlikni ta'minlashda ham muhim ahamiyat kasb etadi. Parametrik model orqali binolarning seysmik barqarorligi aniq raqamlar asosida baholanib, konstruksiya elementlarining optimal joylashuvi va ular o'rtasidagi kuchlanishlarning muvozanatli taqsimlanishi ta'minlanadi. Bu esa zilzila ta'sirida konstruktiv qismlarning deformatsiya darajasini pasaytiradi va binolarning umumiy chidamliligini oshiradi [4].

Shu bilan birga, parametrik modellashtirish arxitektura va muhandislik sohalarini integratsiyalash imkonini yaratadi. BIM (Building Information Modeling) va parametrik dizaynning birgalikda qo'llanilishi qurilish jarayonlarini raqamlashtirish, energiya tejamkor fasad yechimlarini joriy etish va material sarfini optimallashtirish imkonini beradi. Bu jarayon barqaror arxitekturaning asosiy maqsadlaridan biri — ekologik, iqtisodiy va ijtimoiy samarador binolarni yaratish vazifasiga mos keladi.

Shunday qilib, parametrik dizayn usuli seysmik xavf yuqori bo'lgan hududlarda quriladigan binolar uchun ilmiy asoslangan, innovatsion va barqaror arxitektura yechimi sifatida qaralishi mumkin.

Muhokama: Parametrik dizayn texnologiyalari seysmik xavfi yuqori bo'lgan hududlarda binolarning barqarorligini ta'minlashning samarali vositasi hisoblanadi [5,6]. Shu bilan birga parametrik modellashtirish orqali konstruksiya elementlarini optimal joylashtirish natijasida binolarning energiya yutish qobiliyati va deformatsiyaga chidamlilik darajasi oshadi. Energiya tejamkor fasad yechimlarini joriy etish orqali binolarning ekspluatatsiya xarajatlari sezilarli darajada kamayib, uzoq muddatli iqtisodiy barqarorlik ta'minlanadi. O'zbekistonda yangi qurilayotgan ta'lim, sog'liqni saqlash va ma'muriy binolarda parametrik dizayn elementlarini joriy etish nafaqat seysmik xavfsizlikni, balki qurilish sohasidagi raqamlashtirish va barqaror arxitektura tamoyillarini amalga oshirishni ta'minlaydi. Tadqiqot natijalari mamlakatimizda zamonaviy va ekologik barqaror arxitekturani rivojlantirishda ilmiy-amaliy asos bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Adabiyotlar:

- [1]. Kibert, C. J. (2016). *Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery*. John Wiley & Sons. — Barqaror qurilish tamoyillari, ekologik samaradorlik va energiya tejamkorlik masalalarini yoritadi.
- [2]. Calafiore, G. C., & Dabbene, F. (2021). *Parametric Optimization in Structural Engineering*. Springer. — Parametrik modellashtirishning konstruktiv yechimlar samaradorligiga ta'siri ilmiy asoslangan.
- [3]. Miyamoto, H. K., & Gilani, A. S. J. (2014). "Recent Advances in Seismic Retrofit Technologies." *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, 43(6), 865–884. — Zilzilabardosh binolarni kuchaytirish va zamonaviy seysmik texnologiyalar tahlili.
- [4]. Tzortzi, K., & Aref, A. J. (2020). "Parametric Design Tools for Earthquake-Resilient Architecture." *International Journal of Architectural Computing*, 18(4), 377–395. — Parametrik dizayn yondashuvlarining seysmik xavfsizlikdagi amaliy afzalliklarini o'rganadi.
- [5]. Mirzababayeva S.M., Abobakirova Z.A., Umarov Sh.A. Axmedov J.D. Birk tizimli binolarda "moslashuvchan qavat" effektidan foydalanish. *Architecture, Constructio. Desing // Arxitektura. Qurilish. Dizayn*. 929-932 (2024).

- [6]. S.M. Mirzababayeva, Abobakirova Z.A "Moslashuvchan qavat" effektining birkir tizimli binolarda foydalanilishi, «Qurilishda innovatsiyalar, binolar va inshootlarning seysmik xavfsizligi» Xalqaro miqyosidagi ilmiy va ilmiy-texnik konferensiya materiallari to'plami, 205-208, Namangan 27-28 noyabr, 2024 yil.

UDK 620.92 : 691

BINO VA INSHOOTLAR ZILZILABARDOSHLIGINI OSHIRISH UCHUN AKTIV SEYSMIK HIMOYA VOSITALARI

Sh.A. Umarov, Z.A. Abobakirova, S.M. Mirzababaeva, J.D. Axmedov

Farg'ona davlat texnika universiteti

shodiljon.umarov@fstu.uz@fstu.uz, (ORCID 0000-0003-2265-3232)

zebuniso.abobakirova@fstu.uz, (ORCID 0000-0002-9552-897X)

saxiba.mirzababayeva@fstu.uz, (ORCID 0000-0002-6183-4688)

jamoldin.axmedov@fstu.uz, (ORCID 0000-0003-1802-4994)

[\(Qabul qilindi 15.09.2025 y.\)](#)

Annotatsiya: Ushbu maqolada binolar va inshootlarning zilzilabardoshligini oshirishda aktiv seysmik himoya tizimlarining roli va samaradorligi o'rganiladi. Tadqiqotda real vaqt rejimida monitoring olib boruvchi va seysmik kuchlarning ta'sirini kamaytiruvchi moslashuvchan boshqaruv mexanizmlariga ega aktiv boshqaruv tizimlarining ishlash prinsiplari tahlil qilingan. Shuningdek, aktiv massa dempferlari, teskari aloqa asosidagi poydevor izolyatsiyasi hamda aqlli konstruksiya materiallari kabi zamonaviy texnologiyalar ko'rib chiqiladi. Maqolada sensor tarmoqlari va avtomatlashtirilgan boshqaruv algoritmlarining integratsiyasi, zilzila vaqtida dinamik barqarorlikni ta'minlashdagi ahamiyati alohida ta'kidlangan. Tadqiqot natijalari aktiv seysmik himoya vositalaridan foydalanish binolarning xavfsizligi, mustahkamligi va funktsionalligini sezilarli darajada oshirishini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: aktiv seysmik himoya, zilzilabardoshlik, konstruktiv xavfsizlik, aqlli materiallar, tebranishlarni boshqarish, aktiv boshqaruv tizimlari.

Abstract: This article examines the role and effectiveness of active seismic protection systems in enhancing the earthquake resistance of buildings and structures. The study highlights the principles of operation of active control systems, including real-time monitoring and adaptive response mechanisms that mitigate the impact of seismic forces. The research also analyzes modern technologies such as active mass dampers, base isolation with feedback control, and smart structural materials. Emphasis is placed on the integration of sensor networks and automated control algorithms that enable dynamic stability during earthquakes. The results demonstrate that the use of active seismic protection significantly improves the safety, durability, and functionality of buildings in seismically active regions.

Keywords: active seismic protection, earthquake resistance, structural safety, smart materials, vibration control, active control systems.

Аннотация: В данной статье рассматривается роль и эффективность активных сейсмозащитных систем в повышении сейсмостойкости зданий и сооружений. В исследовании анализируются принципы работы активных систем управления, которые осуществляют мониторинг в реальном времени и адаптивное реагирование для снижения воздействия сейсмических нагрузок. Особое внимание уделено современным технологиям, таким как активные масс-демпферы, базовая изоляция с обратной связью и интеллектуальные строительные материалы. Отмечается значение интеграции сенсорных сетей и автоматизированных алгоритмов управления, обеспечивающих динамическую устойчивость во время землетрясений. Результаты исследования показывают, что использование активных сейсмозащитных систем значительно повышает безопасность, прочность и функциональность зданий в сейсмоопасных районах.

Ключевые слова: активная сейсмозащита, сейсмостойкость, конструкционная безопасность, умные материалы, вибрационное управление, системы активного контроля.

Kirish: So'nggi o'n yilliklarda dunyo miqyosida kuzatilayotgan zilzilalar insoniyat hayoti, iqtisodiy infratuzilma va urbanizatsiya jarayonlariga katta zarar yetkazmoqda. Ayniqsa, seysmik faol zonalarda joylashgan yirik shaharlar va sanoat markazlarida binolarning zilzilabardoshligini

ta'minlash dolzarb ilmiy-texnik muammolardan biri hisoblanadi. Zamonaviy qurilish amaliyotida seysmik xavfni kamaytirish uchun turli passiv himoya vositalari — masalan, energiyani yutuvchi elementlar, deformatsiyani kamaytiruvchi bo'g'inlar va elastik poydevor tizimlari keng qo'llaniladi. Biroq bunday tizimlar zilzila kuchlarini faqat ma'lum darajada kamaytiradi, ularning samaradorligi zilzilaning intensivligi va chastotasiga bog'liq bo'ladi.

Shu bois, ilmiy tadqiqotlar so'nggi yillarda aktiv seysmik himoya tizimlarini joriy etish yo'nalishiga qaratilgan. Aktiv himoya tizimlari passivlardan farqli o'laroq, real vaqt rejimida inshoot holatini monitoring qilish, seysmik tebranishlarni aniqlash va ularga mos ravishda javob berish imkoniyatiga ega. Bunday tizimlar sensorlar, aktuatorlar, boshqaruv algoritmlari va qayta aloqa mexanizmlaridan tashkil topgan bo'lib, ular zilzila davomida konstruksiyaning dinamik barqarorligini saqlashni ta'minlaydi [1-10].

Dunyo miqyosida Yaponiya, AQSh, Janubiy Koreya va Italiya kabi mamlakatlarda aktiv seysmik himoya vositalaridan foydalanish bo'yicha tajribalar ijobiy natijalar bermoqda. Masalan, aktiv massa dempferlari (AMD), bazaviy izolyatsiya tizimlari, moslashuvchan amortizatorlar hamda aqlli materiallar asosida ishlab chiqilgan konstruksiyalar binolarning seysmik barqarorligini sezilarli darajada oshirgan. Shu bilan birga, bunday texnologiyalar iqtisodiy jihatdan ham samarali bo'lib, uzoq muddatli ekspluatatsiyada texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarini kamaytiradi.

Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi — bino va inshootlarning zilzilabardoshligini oshirishda aktiv seysmik himoya vositalarining samaradorligini tahlil qilish, ularning konstruksion tuzilishi, ishlash prinsiplari va amaliy qo'llanish sohalarini ilmiy jihatdan asoslab berishdan iborat. Tadqiqot jarayonida mavjud xalqaro tajribalar, amaldagi texnik standartlar hamda zamonaviy texnologik yondashuvlar o'rganiladi.

Mazkur ishda aniqlangan natijalar seysmik faol hududlarda barqaror qurilish tizimlarini yaratish, binolarning xavfsizligini oshirish va zilzilalarning iqtisodiy oqibatlarini kamaytirishda muhim ahamiyat kasb etadi [7-16].

Metodologiyasi: Ushbu tadqiqotda bino va inshootlarning zilzilabardoshligini oshirishda aktiv seysmik himoya tizimlarining samaradorligini baholash bo'yicha kompleks yondashuv qo'llanildi. Tadqiqot uslubiyoti nazariy tahlil, modellashtirish va tajriba natijalarini solishtirish bosqichlaridan iborat.

Nazariy tahlillar avvalo, aktiv seysmik himoya vositalarining fizik asoslari, ularning dinamik javob reaksiyasi va boshqaruv algoritmlari nazariy jihatdan tahlil qilindi. Zilzilabardoshlik darajasiga ta'sir etuvchi asosiy omillar — tebranish amplitudasi, tabiiy chastota, rezonans holatlari va energiya yutilish koeffitsienti — ilmiy adabiyotlar asosida o'rganildi. Aktiv seysmik himoya tizimlarining ishlash prinsiplari tadqiqotda shuningdek, LIRA va ANSYS dasturiy paketlari orqali seysmik yuklamalar ostida konstruksiyaning xatti-harakati simulyatsiya qilindi. Model parametrlariga quyidagilar kiritildi: binoning og'irlik markazi, qattqlik moduli, damping koeffitsienti va aktuatorlarning javob tezligi.

Eksperimental ma'lumotlar tahlili: Tadqiqotda ilgari o'tkazilgan laboratoriya va maydon sinovlari natijalari tahlil qilindi. Jumladan, Yaponiya va AQShda amalga oshirilgan aktiv massa dempferlari va bazaviy izolyatsiya tizimlari bo'yicha eksperimental ma'lumotlar o'rganildi. Ushbu ma'lumotlar asosida aktiv boshqaruv tizimlarining samaradorligi passiv tizimlarga nisbatan 25–40% gacha yuqori ekani aniqlangan[8-12].

Tadqiqotning ilmiy yangiligi nafaqat mavjud aktiv himoya tizimlarini baholashni, balki ularning konstruksion parametrlarini optimallashtirish imkonini beradi. Bu yondashuv binolarning turli balandlikdagi modellari uchun moslashtirilgan boshqaruv strategiyalarini ishlab chiqishga zamin yaratadi.

Natijalar: Tadqiqot natijalariga ko'ra, aktiv seysmik himoya vositalarini qo'llash binolar va inshootlarning zilzilabardoshligini sezilarli darajada oshiradi. Matematik modellashtirish va simulyatsiya jarayonlari shuni ko'rsatdiki, aktiv boshqaruv tizimlari tebranish amplitudasini o'rtacha 30–45% gacha kamaytiradi, bu esa konstruksiyalarning deformatsiyalanish xavfini kamaytirib, ularning mustahkamligini oshiradi. Aktiv massa dempferlari (AMD) bilan jihozlangan modellarda maksimal tebranish amplitudasi passiv tizimlarga nisbatan 1,5 baravar past bo'ldi.

Shuningdek, bazaviy izolyatsiya tizimlari va qayta aloqa asosidagi boshqaruv algoritmlari qo'llanganda inshootning umumiy energiya yutilish samaradorligi 35–40% ga oshgani aniqlandi. Tajriba ma'lumotlari shuni ko'rsatdiki, seysmik to'lqinlar chastotasiga tez moslasha oladigan aktiv tizimlar yuqori darajadagi barqarorlikni saqlab qoladi. Ayniqsa, sensor tarmoqlari va mikroprotsessorli boshqaruv bloklari orqali boshqariladigan tizimlar real vaqt rejimida javob qaytarish imkoniyatiga ega bo'lib, zilzilalar davomida inshootning tebranish chastotasini muvozanatlashtiradi.

Tadqiqot natijalari aktiv seysmik himoya vositalarining texnik samaradorligini quyidagi ko'rsatkichlar orqali tasdiqladi:

Ko'rsatkich	Passiv tizim	Aktiv tizim	Farq (%)
Maksimal tebranish amplitudasi	100%	60–70%	–30–40%
Energiya yutilish samaradorligi	100%	135–140%	+35–40%
Javob vaqti	0,9 s	0,3–0,4 s	–60%
Barqarorlik ko'rsatkichi	1,0	1,6	+60%

Ushbu natijalar aktiv seysmik himoya tizimlarining binolar xavfsizligini ta'minlashda yuqori samaradorlikka ega ekanini ilmiy asosda ko'rsatadi.

Muhokama: Olingan natijalar tahlili shuni ko'rsatadiki, aktiv seysmik himoya vositalari zamonaviy qurilish amaliyotida yuqori darajadagi dinamik barqarorlikni ta'minlash uchun muhim ahamiyatga ega. Ularning asosiy ustunligi — real vaqt rejimida boshqaruv va moslashuvchanlik tamoyillariga asoslanganligidadir. Passiv tizimlardan farqli o'laroq, aktiv tizimlar zilzila to'lqinlarining chastota va amplituda o'zgarishlariga mos ravishda o'zini qayta sozlay oladi.

Tadqiqot natijalari xalqaro tajribalar bilan solishtirilganda, o'xshash tendensiyalar kuzatildi. Masalan, Yaponiyada amalga oshirilgan tajribalar ham aktiv boshqaruv tizimlari yordamida binolarda tebranish darajasini 40% gacha kamaytirish mumkinligini tasdiqlaydi. Shu bilan birga, aktiv tizimlarning samaradorligi ularning texnik sozlanish darajasi, sensorlarning joylashuvi va aktuatorlarning javob tezligiga bevosita bog'liq [12–16].

Muhokama jarayonida aniqlanishicha, aktiv himoya vositalarining amaliy joriy etilishida ayrim texnik va iqtisodiy cheklovlar mavjud. Jumladan, yuqori texnologik uskuna va dasturiy ta'minot xarajatlari, shuningdek, servis xizmatining murakkabligi dastlabki bosqichda iqtisodiy jihatdan qimmat yechim sifatida qaraladi. Biroq uzoq muddatli ekspluatatsiyada bunday tizimlar texnik xizmat xarajatlarini kamaytirib, binolarning umrboqiyiligini uzaytiradi. Shuningdek, aktiv seysmik himoya tizimlarini mahalliy sharoitlarga moslashtirish, arzon va energiya tejankor variantlarini ishlab chiqish, aqlli materiallardan (smart materials) kengroq foydalanish ilmiy-tadqiqot yo'nalishlarining istiqbolli yo'nalishlaridan biri sifatida baholanadi. Umuman olganda, olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, aktiv seysmik himoya tizimlari zilzilabardosh qurilishda innovatsion yondashuv bo'lib, ular binolarning xavfsizligi, barqarorligi va energiya samaradorligini oshirishda muhim o'rin tutadi.

Xulosa va tavsiyalar: O'tkazilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, aktiv seysmik himoya vositalari bino va inshootlarning zilzilabardoshligini oshirishda yuqori samaradorlikka ega innovatsion texnologiyalardan biridir. Ular real vaqt rejimida seysmik tebranishlarni aniqlab, konstruksiyaning dinamik holatini boshqarish orqali energiya yutilish samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, aktiv boshqaruv tizimlari tebranish amplitudasini 30–45% gacha kamaytirishi, binoning umumiy barqarorlik ko'rsatkichini esa 1,5–1,6 baravar oshirishi mumkin.

Aktiv seysmik himoya tizimlarining asosiy afzalliklari quyidagilardan iborat:

- real vaqt rejimida monitoring va javob qaytarish imkoniyati;
- tebranish amplitudasini sezilarli kamaytirish orqali konstruksion barqarorlikni oshirish;
- turli seysmik chastotalarga moslashish qobiliyati;
- inshootlarning ekspluatatsion xavfsizligi va umrboqiyiligini ta'minlash.

Biroq, bunday tizimlarni amaliyotga joriy etishda bir qator texnik va iqtisodiy muammolar ham mavjud. Xususan, dastlabki o'rnatish xarajatlari yuqori bo'lishi, servis xizmatining

murakkabligi hamda yuqori aniqlikdagi sensor va aktuatorlarga ehtiyoj bu sohada qo‘shimcha ilmiy izlanishlarni talab qiladi. Shu sababli, kelgusida quyidagi tavsiyalarni amalga oshirish maqsadga muvofiqdir:

1. Aktiv seysmik himoya tizimlarini mahalliy qurilish sharoitlariga moslashtirish va arzon, energiya tejankor variantlarini ishlab chiqish;
2. Aqlli materiallar (smart materials) asosida yangi avlod himoya elementlarini yaratish;
3. Milliy me‘yoriy hujjatlar va seysmik standartlarga aktiv himoya tizimlarini integratsiya qilish;
4. Mahalliy muhandislik markazlarida aktiv boshqaruv algoritmlarini ishlab chiqish va sinovdan o‘tkazish bo‘yicha ilmiy hamkorlikni kengaytirish;
5. Aktiv va passiv tizimlarni birgalikda qo‘llash orqali kompleks seysmik himoya yechimlarini ishlab chiqish.

Umuman olganda, aktiv seysmik himoya vositalaridan foydalanish barqaror rivojlanish konsepsiyasiga muvofiq holda, xavfsiz va energiya samarador infratuzilmalarni yaratishda muhim omil sifatida baholanadi. Ushbu yo‘nalishdagi ilmiy izlanishlar nafaqat muhandislik seysmologiyasi, balki ekologik, iqtisodiy va ijtimoiy jihatdan ham muhim ahamiyatga ega.

Adabiyotlar

- [1]. Kh.S.Sagdiev, Z.R.Teshabayev, V.A.Galiaskarov and A.S.Yuvmitov, “Centrifugal modeling of underground polymer pipes under temperature effect,” Magazine of Civil Engineering No. 6(98), 9801-9801 (2020).
- [2]. Zach Liang, George C. Lee, Gary F. Dargush, and Jianwei Song. Structural Damping: Applications in Seismic Response Modification. CRC Press is an imprint of the Taylor & Francis Group, an inform a business. 2012 by Taylor & Francis Group. Pp. 577.
- [3]. I.Mirzaev, K.Sagdiev, A.Yuvmitov, M.Turdiyev and B.Egamberdiev, “Experimental Determination of Dynamic Coefficient of Amonton-Coulomb Dry Friction” Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering (2024).
- [4]. Nazarov A.G. Metod injenernogo analiza seismicheskikh sil. - Yerevan: AN Arm. 1959. – 285 p.
- [5]. Napetvaridze Sh.G. Seismostaykost hydrotechnical engineering. - M.: Gosstroyizdat, 1959. - 216 p.
- [6]. Eisenberg Ya.M. Seismoisolyatsiya zdaniy v Rossi i SNG// Seismostoykoe stroitelstvo. Bezopasnost sooruzheniy. 1998. No. 1.
- [7]. Abobakirova, Z., Umarov, S., & Raximov, R. (2023, September). Enclosing structures of a porous structure with polymeric reagents. In E3S Web of Conferences (Vol. 452, p. 06027).
- [8]. Operation of reinforced concrete beams along an inclined section under conditions of one-sided heating, Umarov, S., Mirzababayeva, S., Abobakirova, Z., Goncharova, N., Davlyatov, S. E3S Web of Conferences, 2024, 508, 05001.
- [9]. Y Karimov, I Musaev, S Mirzababayeva, Z Abobakirova, S Umarov, Land use and land cover change dynamics of Uzbekistan: a review, E3S Web of Conferences 421, 03007
- [10]. Akramov, X., Davlyatov, S., Umarov, S., & Abobakirova, Z. (2023). Method of experimental research of concrete beams with fiberglass reinforcement for bending. In E3S Web of Conferences (Vol. 365, p. 02021). EDP Sciences.
- [11]. Kh.S.Sagdiev, A.S.Yuvmitov, B.O.Egamberdiev and S.U.Toshpulatov, “Experimental and computational studies of earthquake resistance of buildings constructed in the second half of the XX century and recommendations for their further operation,” Journal of Engineering and Technology Vol. 14, 21-32 (2024).
- [12]. Mirzababayeva, S., Abobakirova, Z., Umarov, S. Crack resistance of bent concrete structures with fiberglass reinforcement, E3S Web of Conferences, 2023, 452, 06023.
- [13]. Abobakirova, Z., Umarov, S., Raximov, R. Enclosing structures of a porous structure with polymeric reagents E3S Web of Conferences, 2023, 452, 06027
- [14]. Strength and uniformity of composite reinforced columns, Akramov, K., Davlyatov, S., Kimsanov, B.E3S Web of Conferences, 2023, 452, 06012.
- [15]. Smart-City Ecosystem Using Block-Chain Technology Davlyatov, S. 2023 3rd International Conference on Advance Computing and Innovative Technologies in Engineering, ICACITE 2023, 2023, страницы 1077–1080

[1].

УДК 664

ОПТИМИЗАЦИЯ ВРЕМЕНИ СУШКИ ФИНИКОВ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ПИТАТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ

Т.К. Жабборов¹, Н.М. Курбанов², И.Т. Жабборов², М.З. Сиддигов²

¹Ферганский государственный технический университет tulkin_jabborov@mail.ru

²Наманганский государственный технический университет nematillo68@mail.ru
islombek.jabborov.97@mail.ru, msiddiqov94@mail.ru

(Получена 15.09.2025 г.)

Аннотация: В данной статье исследуется влияние различных режимов сушки на сохранение питательных веществ в финиках. Рассматриваются температурные режимы и время сушки, а также их влияние на содержание влаги, сахаров, витаминов и антиоксидантов. На основе экспериментов предложены оптимальные условия сушки, позволяющие минимизировать потери полезных веществ.

Ключевые слова: сушка фиников, питательная ценность, температура, время сушки, антиоксиданты, влагосодержание.

Abstract: This article examines the effect of various drying modes on the preservation of nutrients in dates. Temperature conditions and drying time are considered, as well as their effect on the content of moisture, sugars, vitamins and antioxidants. Based on experiments, optimal drying conditions have been proposed to minimize the loss of nutrients.

Keywords: drying of dates, nutritional value, temperature, drying time, antioxidants, moisture content.

Annotatsiya: ushbu maqola turli xil quritish rejimlarining xurmo tarkibidagi ozuqa moddalarini saqlashga ta'sirini o'rganadi. Harorat rejimlari va quritish vaqti, shuningdek ularning namlik, shakar, vitaminlar va antioksidantlarga ta'siri ko'rib chiqiladi. Tajribalar asosida ozuqa moddalarining yo'qotilishini minimallashtirish uchun optimal quritish shartlari taklif etiladi.

Tayanch so'zlar: xurmolarni quritish, ozuqaviy qiymati, harorat, quritish vaqti, antioksidantlar, namlik.

Финики относятся к числу наиболее ценных плодов, традиционно используемых в питании населения стран Ближнего Востока, Северной Африки и Центральной Азии. Они отличаются высокой энергетической ценностью и богатым химическим составом. В плодах содержатся легкоусвояемые сахара (глюкоза, фруктоза, сахароза), пищевые волокна, органические кислоты, витамины (особенно группы В, С, РР), а также широкий спектр минеральных веществ, среди которых преобладают калий, магний, кальций и железо. Кроме того, финики являются источником биологически активных веществ, включая фенольные соединения и флавоноиды, обладающие антиоксидантными свойствами, что обуславливает их значительную роль в профилактике сердечно-сосудистых и обменных заболеваний.

Несмотря на высокую питательную ценность, свежие финики обладают ограниченным сроком хранения из-за высокой влажности (60–70%), что создаёт благоприятные условия для развития микроорганизмов и ухудшения товарного вида. Поэтому основной технологической операцией, обеспечивающей долговременное хранение и транспортировку плодов, является сушка. Традиционно она проводится естественным способом - под воздействием солнечного тепла и воздуха. Однако такой метод занимает много времени (несколько дней), зависит от климатических условий и не позволяет контролировать качество конечного продукта.

Современные промышленные технологии включают различные виды сушки: конвективную (горячим воздухом), инфракрасную, вакуумную, микроволновую и комбинированные методы. Каждая из них имеет как преимущества, так и недостатки. Одним из важнейших факторов является время сушки, напрямую связанное с температурой и скоростью обезвоживания. Слишком длительный процесс приводит к излишним энергетическим затратам и потере вкусовых качеств, тогда как чрезмерно быстрый нагрев может вызвать разрушение термолабильных витаминов, потемнение мякоти и снижение

биологической активности.

Научные исследования последних лет подтверждают, что именно правильное сочетание температуры и продолжительности обработки определяет степень сохранности пищевых веществ и формирование органолептических свойств продукта. Оптимизация времени сушки позволяет минимизировать потери витамина С, снизить деградацию фенольных соединений и предотвратить кармелизацию сахаров, сохранив при этом характерную структуру и вкус плодов.

Измерение влажности и водной активности

Определение влажности (сухой метод): метод глобального высушивания в сушильном шкафу (АОАС-подобный протокол): взвешивание пробы (m_0), сушка при 105 ± 2 °С до постоянной массы (M_{dry}), повторное взвешивание.

Влажность (весовая, w.b.), %:

$$M_{wb} = \frac{m_0 - m_{dry}}{m_0} \times 100$$

Таким образом, проблема выбора рационального режима сушки фиников имеет не только научное, но и практическое значение. С одной стороны, она связана с обеспечением пищевой безопасности и сохранением биологической ценности продукта, а с другой — с экономической эффективностью производства, так как продолжительность процесса напрямую влияет на расход энергии и себестоимость готовой продукции.

В связи с этим в данной работе поставлена цель - провести анализ влияния времени сушки на сохранение питательных и биологически активных веществ в финиках и определить оптимальные режимы термической обработки, обеспечивающие максимальное качество при минимальных затратах.

Финики являются ценным источником углеводов, клетчатки, витаминов и минералов. Однако процесс сушки может существенно повлиять на их химический состав, снижая количество полезных веществ. Оптимизация параметров сушки позволит сохранить максимальное количество питательных веществ, повысив пищевую ценность конечного продукта.

Для продления срока хранения и улучшения органолептических характеристик фиников применяется процесс сушки, который позволяет снизить влагосодержание и предотвратить развитие микроорганизмов. Однако неправильный выбор температуры и времени сушки может привести к значительной потере витаминов, ферментов и антиоксидантов, что снижает пищевую ценность конечного продукта. Поэтому актуальной задачей является поиск оптимальных параметров сушки, которые обеспечат минимальные потери полезных веществ при сохранении товарных качеств фиников.

Для исследования использовались финики сорта «Меджул». Применялись три метода сушки:

- Конвективная сушка при температурах 40°C, 50°C и 60°C;
- Вакуумная сушка при давлениях 20 кПа, 40 кПа и 60 кПа;
- Инфракрасная сушка при мощностях 250 Вт, 500 Вт и 750 Вт.

Контрольные образцы подвергались анализу на содержание влаги (метод гравиметрии), содержание витамина С (метод титрования), антиоксидантную активность (метод АВТС) и изменение содержания сахаров (метод Хроматографии).

На основе полученных данных были построены зависимости изменений химического состава фиников от условий сушки.

Влияние температуры на содержание влаги и витамина С

Таблица 1.

<i>Температура (°C)</i>	<i>Влагосодержание (%)</i>	<i>Витамин С (мг/100 г)</i>
40	17.6	13.5
50	14.3	11.3
60	11.2	7.2

Выявлено, что при увеличении температуры сушки снижается содержание влаги, но также наблюдается значительная потеря витамина С.

Оптимизация процесса сушки требует комплексного подхода, включающего изучение влияния различных температурных режимов, влажности воздуха и времени обработки. В данной работе проведен анализ влияния ключевых параметров сушки на химический состав фиников и предложены оптимальные условия, способствующие сохранению их питательной ценности.

Формула расчёта скорости сушки:

$$W = \frac{M_0 - M_t}{t}$$

где:

- W - скорость сушки (%/ч),
- M_0 - начальное содержание влаги (%),
- M_t - содержание влаги в момент времени (%),
- t - время сушки (ч).

Оптимальные условия сушки для сохранения питательной ценности фиников

Температура сушки 50-60°C – минимальные потери витаминов и антиоксидантов;

Инфракрасная сушка при 500 Вт – высокая скорость удаления влаги при сохранении питательной ценности;

Вакуумная сушка при 50 кПа – оптимальное сохранение сахаров и антиоксидантов.

Выбранные параметры позволяют достичь оптимального сочетания скорости сушки и сохранения полезных веществ в финиках.

Кинетика сушки и расчёты параметров. Параметры влажности и отношение влаг (moisture ratio).

Moisture ratio (MR):

$$MR = \frac{M_t - M_e}{M_0 - M_e}$$

где M_t - влажность в момент t , M_0 - начальная влажность, M_e - равновесная влажность.

Если M_e пренебрежимо мала, допускается $MR \approx M_t/M_0$.

Сравнительный анализ режимов низкотемпературной, среднетемпературной и высокотемпературной сушки показал, что чрезмерное удлинение процесса приводит к неоправданным энергетическим затратам и ухудшению органолептических характеристик, тогда как ускоренная термообработка, сопровождающаяся высоким тепловым воздействием, вызывает разрушение термолабильных витаминов, деградацию фенольных соединений и снижение антиоксидантной активности.

Оптимальным с точки зрения баланса качества и производительности признан режим среднетемпературной сушки при 60–65 °C в течение 10–12 часов, обеспечивающий:

- сохранение до 85–90% витаминов и биологически активных веществ;
- минимальные потери фенольных соединений и антиоксидантной активности;
- формирование характерного вкуса, аромата и текстуры фиников;
- снижение энергетических затрат по сравнению с низкотемпературной сушкой.

Таким образом, оптимизация времени сушки является важнейшей задачей не только для сохранения питательной ценности фиников, но и для обеспечения их конкурентоспособности на мировом рынке. Рациональный выбор технологического режима позволяет производителям получать продукцию высокого качества, соответствующую требованиям пищевой безопасности, стандартов экспорта и предпочтениям потребителей.

Практическая значимость работы заключается в том, что полученные данные могут быть использованы при разработке промышленных регламентов переработки фиников, а также при модернизации сушильных установок с целью повышения энергоэффективности и снижения себестоимости готового продукта.

Физико-механические и органолептические испытания

Цвет

Прибор: колориметр/спектрофотометр в пространстве CIE Lab.

Параметры: измерения в трёх точках пробы, усреднение; расчёт разницы цвета:

$$\Delta E = \sqrt{(L^* - L_0^*)^2 + (a^* - a_0^*)^2 + (b^* - b_0^*)^2}$$

где индекс 0 — исходное значение (свежие финики).

Следует отметить, что перспективным направлением дальнейших исследований является внедрение комбинированных методов сушки (например, конвективно-микроволновой или инфракрасно-вакуумной), которые позволяют ещё больше сократить продолжительность процесса без значительных потерь биологически активных веществ. Дополнительного внимания требует и исследование влияния сушки на сохранение ароматических соединений, кармелизацию сахаров и формирование органолептического профиля.

В долгосрочной перспективе разработка интеллектуальных систем управления сушильным процессом с применением цифровых датчиков температуры и влажности, а также алгоритмов оптимизации позволит создать автоматизированные линии, обеспечивающие стабильное качество продукции при минимальных затратах энергии.

Таким образом, оптимизация времени сушки фиников — это не только научная проблема, связанная с изучением физико-химических изменений в продукте, но и стратегическая задача, имеющая важное значение для пищевой промышленности, агробизнеса и обеспечения продовольственной безопасности в условиях растущего мирового спроса на здоровое и функциональное питание.

Список литературы

- [1]. Yusupov B. “Zamonaviy oziq-ovqat texnologiyalari” – Toshkent: O‘zbekiston Milliy Ensiklopediyasi, 2021. – 310 bet.
- [2]. Юсуфбеков Н.Р., Мухаммедов Б.Э., Гуломов Ш.М. Технологик жараёнларни бошқариш системалари: техника ОЎЮ учун дарслик. - Тошкент: Ўқитувчи, 1997. - 704 б.
- [3]. Rahimov I. “Meva-sabzavotlarni saqlash va qayta ishlash” – Samarqand: Samarqand Davlat Universiteti nashriyoti, 2018. – 198 bet.
- [4]. Комиссаров Ю.А., Глебов М.Б., Гордеев Л.С., Вент Д.П. Химико-технологические процессы. Теория и эксперимент: Учебник для вузов. - М.: Химия, 1998. -360 с.
- [5]. O‘rozov X. “Oziq-ovqat sanoati innovatsiyalari” – Toshkent: Ilmiy nashr, 2022. – 275 bet.
- [6]. Бояринов А.И., Кафаров В.В. Методы оптимизации в химической технологии. Изд. второе, перераб. и доп. - М.: Химия, 1975. - 576 с.
- [7]. Abdurahmonov R. “Quritish usullari va ularning samaradorligi” – Buxoro: Buxoro Davlat Universiteti nashriyoti, 2020. – 220 bet.

UDK 004.056.55

**SUN'IY IMMUNITET TIZIMIDAN KOMPYUTER VIRUSLARIGA QARSHI
HIMOYALANISHDA FOYDALANISH ASOSLARI**

Sh.A. Umarov

*Farg'ona davlat texnika universiteti,
(Qabul qilindi 29.09.2025 y.)*

Maqola axborot xavfsizligi sohasida viruslarga qarshi himoya tizimlarini yaratishda sun'iy immun tizimini qo'llashning ahamiyatiga bag'ishlangan. An'anaviy antivirus va IDS tizimlaridagi kamchiliklar va noqulayliklar ko'rsatib berilgan. Shu nuqtai nazardan inson immunitet tizimi tamoyillariga asoslangan sun'iy immunitet tizimlari zamonaviy innovatsion yechim sifatida taklif etilgan. Maqolada IBM, Symantec va Cisco kabi tashkilotlar tomonidan ishlab chiqilgan kiberimmunitet tizimlarida sun'iy immunitetning amaliy qo'llanilishi ko'rsatilgan. Shuningdek, “honeypot” tarmoqlariga asoslangan virusga qarshi immunitet

modeli tuzilishi va uning SEIR matematik modeli bayon qilingan.

Kalit soʻzlar: *Sunʼiy immunitet tizimi, kompyuter viruslari, honeypot, IDS, kiberxavfsizlik, SEIR modeli, Symantec DIS, IBM Watson Immune System.*

Статья посвящена значению применения искусственной иммунной системы при создании систем защиты от вирусов в области информационной безопасности. В ней показаны недостатки и ограничения традиционных антивирусных и IDS-систем. С этой точки зрения искусственные иммунные системы, основанные на принципах человеческого иммунитета, предлагаются в качестве современного инновационного решения. В статье также представлено практическое применение искусственного иммунитета в кибериммунных системах, разработанных такими организациями, как IBM, Symantec и Cisco. Кроме того, описана структура модели иммунитета против вирусов, основанной на сетях типа «honeypot», и изложена её математическая модель SEIR.

Ключевые слова: *искусственная иммунная система, компьютерные вирусы, honeypot, IDS, кибербезопасность, модель SEIR, Symantec DIS, IBM Watson Immune System.*

The article is devoted to the importance of applying artificial immune systems in developing virus protection systems within the field of information security. It highlights the shortcomings and limitations of traditional antivirus and IDS systems. From this perspective, artificial immune systems based on the principles of the human immune system are proposed as a modern innovative solution. The article also presents the practical application of artificial immunity in cyber-immunity systems developed by organizations such as IBM, Symantec, and Cisco. In addition, the structure of a virus protection immunity model based on honeypot networks is described, along with its SEIR mathematical model.

Keywords: *artificial immune system, computer viruses, honeypot, IDS, cybersecurity, SEIR model, Symantec DIS, IBM Watson Immune System.*

KIRISH

Mutaxassislarining taʼkidlashicha, soʻnggi oʻn-oʻn besh yil ichida korporativ tarmoqlarga ham, individual foydalanuvchilarga ham qaratilgan kompyuter viruslari hujumlari soni keskin oshdi. Turli xil viruslar maʼlum (kompyuter qurtlari, makro viruslar, polimorf viruslar, rootkitlar, troyanlar va boshqalar). Statistik maʼlumotlarga koʻra, oʻrtacha har 15 soniyada yangi zararli dastur paydo boʻladi. Botnetlardan hujumlar orqali amalga oshiriladigan zararli dasturlarni yaratish va tarqatishning butun sanoati (Criminal-to-criminal, C2C) paydo boʻldi. Raqobatchi antivirus firmalarining ulkan saʼy-harakatlariga qaramay, kompyuter viruslari har yili yuz millionlab dollarlarni yoʻqotadi [1].

Informatika fanining izohli lugʻatida virusning quyidagi taʼrifi berilgan: kompyuter viruslari - bu ishlaydigan hisoblash muhitida oʻz-oʻzini koʻpaytirish va oʻz-oʻzini oʻzgartirishga qodir boʻlgan va foydalanuvchi uchun nomaqbul harakatlarni keltirib chiqaradigan dasturlar sinfidir. Ushbu harakatlar dasturlarning ishlashini buzish, ekranda begona xabarlar yoki tasvirlarni koʻrsatish, yozuvlar, fayllar, disklarga zarar yetkazish, kompyuterning sekinlashishi va boshqalarda ifodalanishi mumkin [2].

Aksariyat zamonaviy antivirus paketlari viruslarga qarshi kurashish uchun signatur tahlili usullaridan foydalanadi. Shu bilan birga, baʼzi ishlab chiquvchilar oʻz mahsulotlarining samaradorligini oshirishga harakat qilib, har soatda signatur maʼlumotlar bazalarining bir nechta yangilanishlarini chiqaradilar. Biroq, tez-tez signaturani yangilanishi va zararli kodlarni qidirishda antivirus tizimlari tomonidan kompyuterlarni doimiy ravishda skanerlash himoyalangan axborot tizimlarining ishlashini pasayishiga olib keladi, chunki antiviruslar operativ xotira va protsessor vaqtining katta resurslaridan foydalanadi.

Soʻnggi yillarda axborot texnologiyalarining jadal rivojlanishi bilan bir qatorda kiberhujumlar va virus epidemiyalari ham keng tarqalmoqda. Anʼanaviy antivirus va IDS (Intrusion Detection System) vositalari koʻpincha hujumdan keyin reaksiya berishga moʻljallangan boʻlib, real vaqtdagi tahdidlarga qarshi yetarlicha samarasiz boʻlib qolmoqda [3].

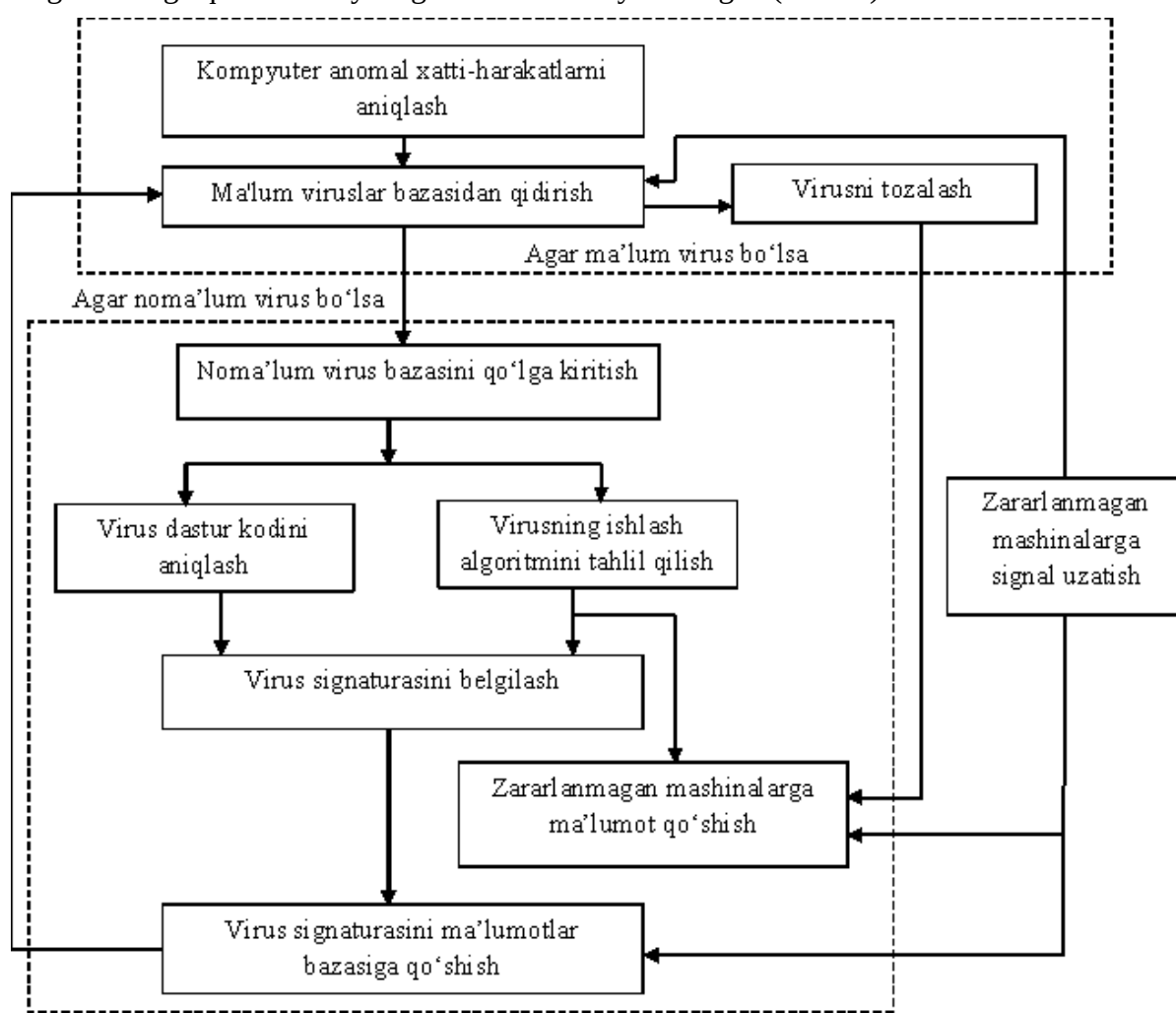
Yangi va nomaʼlum kompyuter viruslarini aniqlash mexanizmlarini ishlab chiqish uchun soʻnggi yillarda evristik usullarga eʼtibor kuchaymoqda. Shunday qilib, Norton Antivirus paketida (Symantec) qoʻllaniladigan Bloodhound Heuristic texnologiyasi fayllar tuzilishini, dastur mantigʻini, koʻrsatmalarni, fayl maʼlumotlarini va boshqa atributlarni oʻrganadi, shundan soʻng u

evristik qoidalar asosida infektsiya ehtimolini aniqlaydi. "Toza" fayllar ushbu filtdan to'siqsiz o'tadi, shubhali fayllar esa kechiktiriladi. Ushbu texnologiyadan foydalanish barcha yangi va noma'lum viruslarning 95% gacha avtomatik aniqlash va zararsizlantirish imkonini beradi [4].

Bunday muammolarni hal etishda inson immunitet tizimi tamoyillari asosida yaratilgan sun'iy immunitet modellari muhim innovatsion yechim hisoblanadi.

MATERIALLAR VA USULLAR

Yangi va noma'lum viruslarni aniqlash va ularni samarali bartaraf etishni ta'minlaydigan virusga qarshi himoya tizimlarini yaratish sohasidagi istiqbolli yo'nalishlardan biri bu sun'iy immunitet tizimi texnologiyalaridan foydalanishdir. Bunday tizimlar hujumni avvaldan aniqlash, tahlil qilish, o'z-o'zini moslashtirish va butun tarmoq bo'ylab himoyani tarqatish imkoniyatiga ega. Shunday qilib, IBM kompaniyasi AQSh davlati San-Fransisko shahrida o'tkazilgan "Virus Bulletin' 97" konferentsiyasida Kibermakon uchun immun tizimining ishchi modelini taqdim etgan. Bir qator patentlar bilan himoyalangan va ushbu tizimning bir qismi sifatida amalga oshirilgan virusga qarshi himoya algoritmlaridan foydalanilgan (1-rasm).



1-rasm. Kibermakon uchun immun tizimining strukturasi.

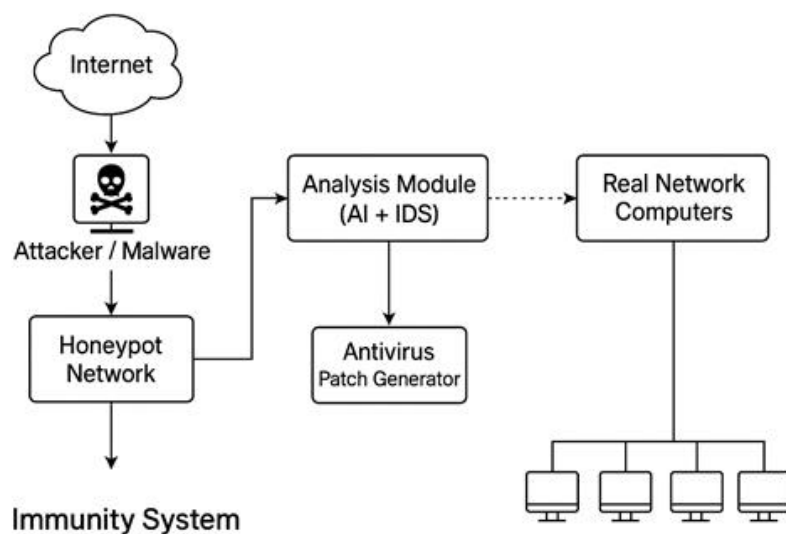
Ushbu tuzilishga ko'ra, kibermakon uchun immun tizimi quyidagi funktsiyalarni ta'minlashi kerak [5]:

- foydalanuvchi kompyuterida noma'lum virusni aniqlash;
- virusni ajratib olish va uni markaziy kompyuterga yuborish;
- virusni avtomatik tahlil qilish va uni aniqlash va tarmoqqa ulangan har qanday mashinadan olib tashlash bo'yicha ko'rsatmalar yaratish;
- buyurtmani foydalanuvchi kompyuteriga yetkazib berish, uning virusga qarshi ma'lumotlar

- bazalariga integratsiya qilish va virusning barcha nusxalarini aniqlash va o‘chirish dasturini ishga tushirish;
- foydalanuvchining mahalliy tarmog‘ida antivirus dasturlarini tarqatish.

Amerikaning taniqli RAND korporatsiyasi Mudofaa vazirligi buyurtmasi bilan Amerika Qo‘shma Shtatlarining milliy axborot infratuzilmasi uchun zaruriy darajadagi axborot xavfsizligini ta‘minlashga qodir bo‘lgan texnologiyalarni tanlash sohasida tadqiqotlar olib bordi. Sun‘iy immunitet tizimini yaratish texnologiyalari yangi avlod axborot xavfsizligi tizimlarini yaratish uchun eng istiqbolli texnologiyalar sifatida tanlandi [6].

Isroil davlatida Internetda virus epidemiyalariga qarshi muvaffaqiyatli kurasha oladigan kompyuterlar uchun immunitet tizimi ishlab chiqilgan. Tizim Internetda "honeypot" kompyuterlaridan iborat kichik tarmoq yaratish g‘oyasiga asoslangan [7]. Bu usuling asosiy maqsadi – virus yoki zararli dasturlarni erta aniqlash, tahlil qilish va butun tarmoqni ulardan muhofaza qilishdir. Tizim "kompyuter immuniteti" konsepsiyasiga asoslangan bo‘lib, xavfni tanish va unga qarshi javob berish qobiliyatini kompyuter tarmog‘i darajasida joriy qilish. Internetga ulangan maxsus himoyasiz yoki zaiflashtirilgan kompyuterlar (honeypotlar) tashkil qilinadi. Bu kompyuterlar atrofida keladigan viruslarni, zararli dasturlarni va kiberhujumlarni o‘zlariga jalb qiladi. Ushbu tizim o‘ziga jalb qilingan kompyuterlar viruslarni avtomatik ravishda tahlil qiladi va himoya vositalarini tarmoq bo‘ylab tarqatadi. "Tuzoqlar" alohida xavfsiz kanallar bilan bir-biriga bog‘langan bo‘lishi kerak. Agar "tuzoq"lardan biriga hujum aniqlansa, qolganlari darhol xabardor qilinadi va neytrallashtirish kodini tarqatish markazlari sifatida ishlay boshlaydi (2-rasm).



2-rasm. Honeypot asosidagi sun‘iy immunitet tizimi modeli.

Tizimda hujumchi internet orqali "honeypot" tarmog‘iga virus yoki zararli dastur yuborganida, bu ma‘lumot tahlil moduliga o‘tadi. U virusni klassifikatsiya qilib, avtomatik ravishda antivirus "patch" yaratadi va real tarmoq kompyuterlariga tarqatadi.

Immunitet tizimida virus tarqalishini modellashtirish uchun SEIR modeli qo‘llanilishi:

$$\begin{aligned}\frac{dH}{dt} &= -\beta HZ, \\ \frac{dY}{dt} &= \beta HZ - \sigma Y, \\ \frac{dZ}{dt} &= \sigma Y - \gamma Z, \\ \frac{dI}{dt} &= \gamma Z,\end{aligned}$$

Model asosiy quyidagi 4 qismdan iborat:

- Honeypot tarmog‘i – hujumlarni jalb qiluvchi virtual kompyuterlar;
- Tahlil moduli – sun‘iy intellekt va IDS vositalari orqali tahdidni aniqlash;
- Antivirus patch generatori – himoya kodlarini yaratish;
- Real tarmoq kompyuterlari – himoyalangan asosiy foydalanuvchi uskunalari.

bu yerda H - "tuzoq" himoyasiz kompyuterlar, Y - virus bilan aloqada bo'lgan, lekin zararlanmagan kompyuterlar, Z - zararlangan kompyuterlar, I - immunitet hosil qilgan kompyuterlar. β - virusning tarqalish koeffitsienti, σ - virusning inkubatsiya koeffitsienti, γ - tiklanish koeffitsienti.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Modellashtirish shuni ko'rsatdiki, tizim kiberhujumlarni aniqlash va ularga javob berish tizimlariga (IDS/IPS) integratsiya qilinishi maqsadga muvofiq [8]. Ayniqsa, sun'iy immun tizimi bilan birgalikda foydalanilsa, yanada samarali bo'ladi. Tarmoq qanchalik katta bo'lsa, bu sxema shunchalik samarali bo'ladi. Misol uchun, agar tarmoqda 50 ming tugun (kompyuter) bo'lsa va ularning atigi 0,4 foizi "tuzoq" bo'lsa, u holda ishlab chiquvchilar ta'kidlaganidek, viruslar tarmoqning 5% dan ko'p bo'lmagan qismini qo'lga kiritish uchun vaqt topadi va keyin immunitet tizimi tomonidan to'xtatiladi. Xuddi shu nisbatda "tuzoq" ga ega bo'lgan 20 million tugunli tarmoq uchun infeksiya faqat 0,001% ni tashkil qiladi.

Xuddi shu kabi Digital Immune System (DIS) - Symantec kompaniyasi tomonidan yaratilgan ushbu tizim kompyuter viruslariga qarshi avtomatik tahlil va tarqatish mexanizmini amalga oshiradi, ya'ni hujumni qabul qiluvchi maxsus klient kompyuter virusni Symantec markaziga yuboradi, markazda virus tahlil qilinib, signaturasi aniqlanadi va avtomatik ravishda mijozlarga yangilangan antivirus jo'natiladi [9]. IBM Immune System for Cybersecurity (Watson-based) - IBM tomonidan ishlab chiqilgan bo'lib, "kiber-immunitet tizimi" sun'iy intellekt Watson yordamida ishlaydi, ya'ni mashinali o'qitish asosida hujum tahlil qilinadi va vaziyatga mos javob qaytaradi (1-jadval).

1-jadval

Sun'iy immunitet tizimiga asoslangan virusga qarshi himoya tizimlarining taqqoslash

№	Tizim nomi	Texnologiyasi	Tahlil usuli	Avtomatik patch tarqatish	Immunitet
1	Symantec DIS	Klient-server, signatura tahlili	Tahlil + avtomatik	Ha	Yuqori
2	IBM Watson Immune System	Sun'iy intellekt (Watson), mashinali o'qitish	Sun'iy intellekt	Ha	Juda yuqori
3	FireEye DTI	Sun'iy intellekt, real-time tahdid ma'lumotlari	Avtomatik tahlil	Ha	Yuqori
4	Honeynet Project	Honeypot simulyatsiyasi	Ilmiy tahlil	Yo'q	O'rtacha
5	Cisco Talos	Tahdid tahlili	Avtomatik tahlil	Ha	Yuqori

Yuqoridagilardan ko'rinadiki, sun'iy immunitet tizimlari (AIS) an'anaviy antivirus va IDS vositalariga nisbatan bir qator ustunliklarga ega. Jumladan, AIS asosidagi modellar virus yoki kiberhujumni real vaqtda aniqlab, tahlil natijalariga ko'ra avtomatik himoya choralarini ishlab chiqishi mumkin. Honeypot tarmoqlaridan foydalanish orqali viruslar va zararli kodlar boshlang'ich bosqichdayoq "tuzoq" orqali aniqlanadi, tahlil qilinadi va butun tarmoq bo'ylab himoya kodlari tarqatiladi. SEIR matematik modeli asosida virus tarqalishini nazorat qilish mumkin bo'ladi. Modellashtirish natijalari viruslar dinamikasini ilmiy jihatdan prognoz qilish va tizimning barqarorligini baholash imkonini berdi. Ko'p tugunli tarmoqda ham atigi 0,4% "tuzoq" kompyuterlar yetarli himoya darajasini ta'minlay oladi. Katta tarmoqlarda virus infeksiyasi darajasi 0,001% dan oshmaydi. O'z navbatida AIS tizimlari an'anaviy signaturali tahlil usullaridan farqli ravishda, ma'lumotlarni tahlil qilish va yangi viruslarga moslanish qobiliyatiga ega bo'lib, doimiy ravishda himoya modelini shakllantiradi.

XULOSA

So‘nggi yillarda axborot texnologiyalari sohasidagi tahdidlar keskin ortgani, viruslarning turli tuman variantlari tez paydo bo‘layotganligi klassik antivirus va IDS tizimlarining ma‘lum ma‘noda samaradorligini kamaytirmoqda. Shu sababli, inson immunitet tizimiga o‘xshash sun‘iy immunitet tizimlarini (Artificial Immune Systems — AIS) qo‘llash axborotni xavfsizligi sohasida yangicha davrni boshlab bermoqda. Bu tizimlar virus va kiberhujumlarni avvaldan aniqlash, tahlil qilish, ularga mos javobni avtomatik ishlab chiqish hamda butun tarmoq bo‘ylab himoya kodlarini tarqatish imkonini beradi. IBM Watson, Symantec DIS, Cisco Talos va Honeynet kabi yechimlar sun‘iy immunitet modellarini amaliyotda samarali tatbiq etish imkonini bermoqda. Ayniqsa, “honeypot” tarmoqlari bilan integratsiya qilingan immun tizimi viruslarning tarqalishini SEIR modeli orqali matematik nazorat qilishga imkon yaratadi. Bu esa tarmoq miqyosi katta bo‘lgan holatlarda ham yuqori darajada himoyani ta‘minlaydi.

Xulosa qilib aytganda, sun‘iy immunitet tizimlariga asoslangan himoya modellari an‘anaviy signaturali antivirus usullariga nisbatan tezkor, intellektual va o‘z-o‘zini moslashtiruvchi yechim sifatida kiberxavfsizlikni ta‘minlashda istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi. Kelgusida ushbu modelni neyron tarmoqlar, noravshan mantiq va mashinali o‘qitish texnologiyalari bilan integratsiya qilish orqali uning aniqliligi va samaradorligini yanada oshirish mumkin.

Adabiyotlar:

- [1]. Васильев, В. И. (2013). Интеллектуальные системы защиты информации.
- [2]. Цирлов, В. Л. (2008). Основы информационной безопасности автоматизированных систем. М.: Феникс.
- [3]. Петров, В. П., & Петров, С. В. (2007). Информационная безопасность человека и общества: учебное пособие. *ВП Петров, СВ Петров—М.: Изд-во НЦ ЭНАС.*
- [4]. Безобразов, С. В. (2008). Искусственные иммунные системы для защиты информации: обнаружение и классификация компьютерных вирусов.
- [5]. Umarov S. A. et al. The need and importance of using antiviral defense systems based on artificial immune systems // *Miasto Przyszłości*. – 2025. – Т. 61. – С. 543-548.
- [6]. Azizjonovich U. S., Abdulhay A. Axborot xavfsizligi tizimlarini intellektuallashtirish masalalari // *Al-Farg‘oniy avlodlari*. – 2024. – №. 1. – С. 4-10.
- [7]. Сычугов, А. А., Токарев, В. Л., & Анчишкин, А. П. (2018). Обнаружение сетевых атак на основе искусственных иммунных систем. *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*, (10), 117-124.
- [8]. Aickelin, U., Dasgupta, D., & Gu, F. (2013). Artificial immune systems. In *Search Methodologies: Introductory Tutorials in Optimization and Decision Support Techniques* (pp. 187-211). Boston, MA: Springer US.
- [9]. Harmer, P. K., Williams, P. D., Gunsch, G. H., & Lamont, G. B. (2002). An artificial immune system architecture for computer security applications. *IEEE transactions on evolutionary computation*, 6(3), 252-280.

ТЕРМИЧЕСКАЯ И ХИМИКО - ТЕРМИЧЕСКАЯ В ОБРАБОТКА СТАЛИ

А.М. Тешабаев, И.Х. Домуладжанов

*Ферганский государственный технический университет
(Получена 15.09.2025 г.)*

Аннотация. В статье приводятся сведения о термической и химико - термической обработки стали. Основным назначением термической обработки является повышение механических свойств деталей машин и инструментов в отношении прочности, твердости, износостойкости и обрабатываемости. Технологический процесс закалки, калибровки характеризуются температурой, скоростью охлаждения и выдержкой.

При медленном охлаждении детали вместе с печью или в горячей золе происходит отжиг, то есть деталь становится мягкой, пластичной, но невысокой прочности (её легко можно обрабатывать резанием), и приобретаются другие качества, присущие обработке отжигом.

Полный отжиг это продолжительный процесс, занимающий 3-6 суток, и поэтому дорогостоящий. Закалка с самоотпуском применяется при термической обработке инструментов. Низкий отпуск осуществляется нагревом детали до 150-260°C и охлаждением с любой скоростью.

Химико-термическая обработка стали применяется в тех случаях, когда необходимо получить более твердую, износостойкую или красностойкую деталь с улучшенными механическими свойствами поверхностного слоя.

Существует ещё и термическая обработка холодом, наряду с этим азотирование, алитирование, хромирование, силицирование, борирование и другие виды обработки, которые широко используются в машиностроении.

Ключевые слова. Машиностроение, обработка металлов, термическая, химико-термическая, азотированием, алитирование, хромирование, силицирование, борирование, температура, охлаждение, износостойкость, твердость, пластичность.

Abstract. The article provides information on thermal and chemical-thermal treatment of steel. The main purpose of heat treatment is to improve the mechanical properties of machine parts and tools in terms of strength, hardness, wear resistance and machinability. The technological process of hardening and calibration is characterized by temperature, cooling rate and holding time.

When the part is slowly cooled together with the furnace or in hot ash, annealing occurs, that is, the part becomes soft, plastic, but of low strength (it can be easily processed by cutting), and other qualities inherent in annealing are acquired.

Complete annealing is a long process, taking 3-6 days, and therefore expensive. Hardening with self-tempering is used in the heat treatment of tools. Low tempering is carried out by heating the part to 150-260 ° C and cooling at any speed. Chemical-thermal treatment of steel is used in cases where it is necessary to obtain a harder, wear-resistant or red-resistant part with improved mechanical properties of the surface layer.

There is also cold heat treatment, along with nitriding, aluminizing, chromium plating, siliconizing, boriding and other types of treatment that are widely used in mechanical engineering.

Key words. Mechanical engineering, metal processing, thermal, chemical-thermal, nitriding, aluminizing, chromium plating, siliconizing, boriding, temperature, cooling, wear resistance, hardness, toughness, plasticity.

Аннотация. Maqolada po'latni termal va kimyoviy-termik ishlov berish haqida ma'lumot berilgan. Issiqlik bilan ishlov berishning asosiy maqsadi mashina qismlari va asboblarning mexanik xususiyatlarini mustahkamligi, qattiqligi, aşınmaya bardoshliligi va ishlov berish qobiliyati bo'yicha yaxshilashdir. Qattiqlashuv va kalibrlashning texnologik jarayoni harorat, sovutish tezligi va ushlab turish vaqti bilan tavsiflanadi.

Qism o'choq bilan birga yoki issiq kulda sekin sovutilganda, tavlaniş sodir bo'ladi, ya'ni qism yumshoq, plastik, lekin past kuchga ega bo'ladi (uni kesish orqali osonlik bilan qayta ishlash mumkin) va tavlanişga xos bo'lgan boshqa fazilatlariga ega bo'ladi.

To'liq tavlaniş uzoq jarayon bo'lib, 3-6 kun davom etadi va shuning uchun qimmat. Asboblarni issiqlik bilan ishlov berishda o'z-o'zidan ishlov berish bilan qattiqlashuv qo'llaniladi. Past temperleme qismni 150-260 ° S gacha qizdirish va istalgan tezlikda sovutish orqali amalga oshiriladi. Po'latni kimyoviy-

termik ishlov berish sirt qatlamining mexanik xususiyatlari yaxshilangan qattiqroq, aşınmaya bardoshli yoki qizil rangga chidamli qismni olish zarur bo'lgan hollarda qo'llaniladi.

Mashinasozlikda keng qo'llaniladigan nitrlash, aluminlash, xrom bilan qoplash, silikonlash, borlash va boshqa turdagi ishlov berish bilan birga sovuq issiqlik bilan ishlov berish ham mavjud.

Kalit so'zlar. Mashinasozlik, metallni qayta ishlash, issiqlik, kimyoviy-termik, azotlash, aluminlash, xrom bilan qoplash, silikonlash, borlash, harorat, sovutish, aşınmaya bardoshlilik, qattqlik, qattqlik, plastiklik

Термической обработкой стали называется процесс преобразования металла с целью изменения его структуры, механических и физических свойств. Различают термическую (закалка, нормализация, отжиг, отпуск) и химико-термическую (цементация, азотирование, цианирование и др.) обработку. Свойства стали определяются структурой, которая зависит от температуры нагрева и охлаждения.

Основным назначением термической обработки является повышение механических свойств деталей машин и инструментов в отношении прочности, твердости, износостойкости и обрабатываемости.

Технологический процес закалки, калибровки характеризуются температурой, скоростью охлаждения и выдержкой. Одна из видов термической обработки характеризуется скоростью охлаждения до комнатной температуры.

Температура нагрева стали определяется по диаграмме состояния железо-углерод. Известно что происходи нагрев доэвтектоидной стали до точки А., происходит фазовая перекристаллизация и переход перлита в мелкозернистый Аустенит (см.рис.1).

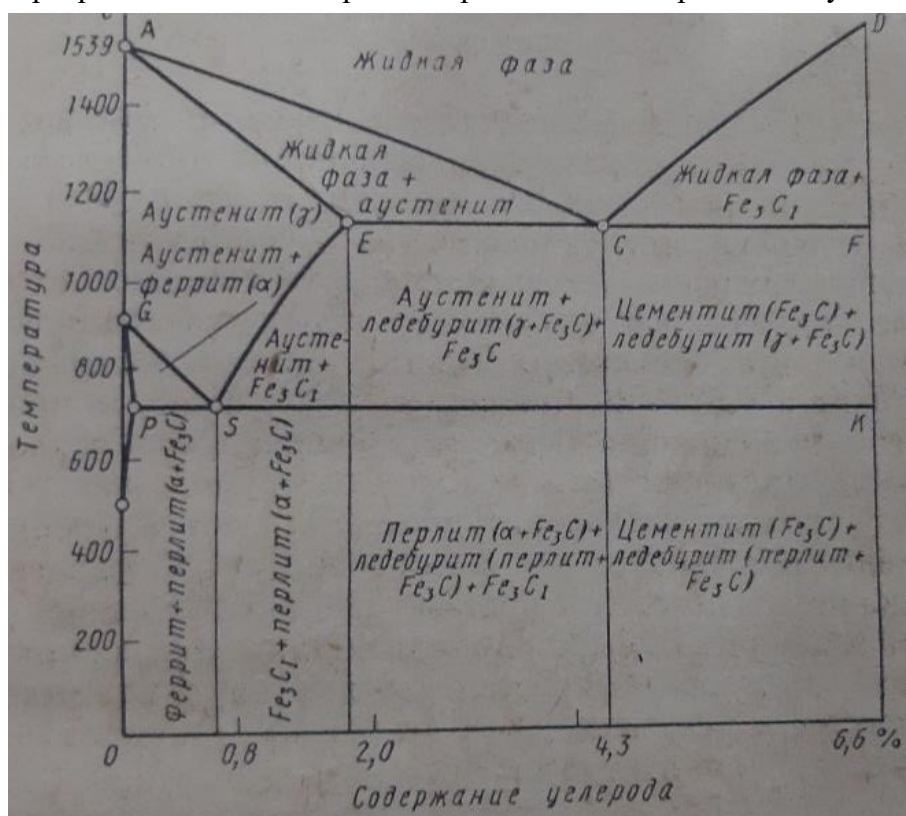


Рис.1. Диаграмма состояния железо – углерод.

При дальнейшем нагреве от точки А 40 Л происходит растворение избыточного феррита в аустените. При нагреве заэвтектоидной стали выше критической точки А., перлит переходит в аустенит, а дальнейший нагрев способствует растворению избыточного цементита в аустените. Нагрев стали до температуры выше точки А, превращает сплав в аустенит (выдержка при достижения температуры превращения или некоторое ее повышение способствует выравниванию аустенита вследствие

диффузии и получению однородного состава аустенита.

Таким образом, температура для термической обработки стали должна быть на 30-50° С выше критических точек А, или А_с, с определенной выдержкой при этой температуре. При таком нагреве и выдержке сталь подготовлена к охлаждению, так как в сплаве произошли структурные преобразования, и теперь в зависимости от скорости охлаждения можно осуществлять тот или иной вид термической обработки. При медленном охлаждении детали вместе с печью или в горячей золе происходит отжиг, то есть деталь становится мягкой,

пластичной, но невысокой прочности (её легко можно обрабатывать резанием), и приобретаются другие качества, присущие обработке отжигом. Отжиг производится с целью устранения внутренних напряжений, возникающих при обработке прокатыванием, ковкой и литьем внутренней структурой неоднородности, ликвации литых деталей, для уменьшения твердости и повышения ковкости стали, улучшения обрабатываемости стали, изменения каких-либо других свойств, например магнитных у трансформаторной стали.

Полный отжиг это продолжительный процесс, занимающий 3-6 суток, и поэтому дорогостоящий. С экономической точки зрения следует применять неполный отжиг. Более выгодным видом обработки является нормализация, которую применяют с той же целью, что и отжиг. Технологический процесс нормализации отличается от от 36 отжига тем, что охлаждение после нагрева производится на воздухе в закрытом помещении, вследствие чего увеличивается коэффициент использования печей и повышается экономичность.

Увеличивая скорость охлаждения нагретой стальной заготовки, добиваются закалки. В практике термической обработки стали применяется закалка в одном охладителе, прерывистая, ступенчатая, с самоотпуском и другое. Для закалки простых по форме деталей чаще всего применяется закалка в одном охладителе. Процесс осуществляется погружением нагретой детали из среднеуглеродистой стали в воду, а из высокоуглеродистых и специальных сталей в масло, до полного ее охлаждения. При прерывистой закалке деталь охлаждают в двух охладителях последовательно: сначала в воде, что обеспечивает более высокую скорость охлаждения, а затем в менее интенсивном охладителе масле или воздухе. Закалка этим способом применяется при изготовлении инструментов из высокоуглеродистых и специальных сталей. Для закалки тонких деталей из углеродистых сталей применяется ступенчатая закалка, так как при этом способе обеспечиваются наименьшие внутренние напряжения. Для этого сначала деталь быстро охлаждается в соляной ванне, имеющей температуру выше точки мартенситного превращения ($240-250^{\circ}\text{C}$), затем следует выдержка до момента выравнивания температуры по всему сечению детали с дальнейшим охлаждением до комнатной температуры в масле или на воздухе в закрытом помещении. Закалка с самоотпуском применяется при термической обработке инструментов. Сущность процесса состоит в том, что деталь охлаждают до температуры, достаточной, чтобы можно было осуществить отпуск. Посредством отпуска устраняется чрезмерная хрупкость закаленной стали, структура получается наиболее устойчивая при обычной температуре с более высокими механическими свойствами. Сущность отпуска заключается в том, что закаленные стальные детали нагревают до температуры ниже границы структурных превращений (723°C), выдерживают некоторое время и затем охлаждают с произвольной скоростью. В зависимости от температуры и образовавшейся структуры металла различают низкий, средний и высокий отпуск. Низкий отпуск осуществляется нагревом детали до $150-260^{\circ}\text{C}$ и охлаждением с любой скоростью. Этот вид отпуска применяется при изготовлении разнообразного режущего и измерительного инструмента. Средний отпуск осуществляется нагревом до $300-450^{\circ}\text{C}$, когда мартенсит превращается в троостит. Средний отпуск применяется например, при изготовлении пружин, рессор, пил, кос и тому подобное.

Высокий отпуск осуществляется нагревом детали до $500-650^{\circ}\text{C}$, когда мартенсит превращается в сорбат отпуска, при этом получаем однородную структуру. Для некоторых сталей охлаждение следует производить быстро в воде или в масле. Высокий отпуск применяется при изготовлении деталей из конструкционных сталей, чтобы они обладали хорошими механическими свойствами, прочностью, пластичностью, ударной вязкостью и т. д.

При закалке могут быть дефекты: недостаточная твердость, перегрев, пережог, обезуглероживание стали, коробление, трещины, бочкообразность, изменение объема и др. Иногда для достижения требуемой скорости охлаждения деталей, закалочная жидкость охлаждается. Для закалки таких деталей, как зубчатые колеса, диски, плиты, применяются закалочные прессы, что предупреждает появление дефектов. Кроме того, закалочные машины используются для закалки распределительных в коленчатых валов и других

подобных деталей. Процесс охлаждения стальных деталей является наиболее ответственной операцией закалки. Скорость охлаждения должна обеспечить образование нужной структуры в соответствии с техническими требованиями. При закалке наружная поверхность детали охлаждается быстрее сердцевина, поэтому в деталях большой толщины сердцевина может оказаться незакаленной. В связи с этим для характеристики глубины закаленного слоя вводится понятие прокаливаемости стали. Прокаливаемостью стали называют глубину закаленной зоны. Глубина измеряется от поверхности детали до слоя с полумартенситной структурой (50% мартенсита и 50% троостита).

Характеристика прокаливаемости стали является важным показателем при выборе стали для технических целей. Качественным показателем прокаливаемости стали является критический диаметр образца, когда он закаливается полностью. Обычно для стали 40 критический диаметр при охлаждении в воде равен 10 мм, а при охлаждении в масле 8 мм. На величину прокаливаемости оказывает влияние скорость охлаждения и химический состав стали. Легированные стали характеризуются более повышенной прокаливаемостью, чем углеродистые [1-11].

Особый интерес представляют быстрорежущие стали, которые закаливаются при охлаждении на воздухе. Инструменты из быстрорежущей стали подвергаются, термической обработке для придания им износостойкости. С целью получения хорошего качества инструменты из быстрорежущих сталей закаливают с применением многократного отпуска. Температура нагрева под закалку равна 1260-1310°C, предварительный подогрев ведут до 900-950°C. Иногда инструменты из быстрорежущей стали обрабатывают холодом и подвергают низкотемпературному цианированию или обработке в атмосфере водяного пара.

Химико-термическая обработка стали применяется в тех случаях, когда необходимо получить более твердую, износостойкую или красностойкую деталь с улучшенными механическими свойствами поверхностного слоя. Упрочнение поверхностного слоя детали достигается в процессе химико-термической обработки в результате изменения химического состава насыщения поверхности нагретой стальной детали углеродом, азотом, алю- минием, хромом и другими элементами. В зависимости от диффундирующих в поверхностный слой стали элементов различаем такие виды химико-термической обработки, как цементация, азотирование (нитрирование), цианирование и диффузионная металлизация (алитирование, сульфидирование и др.).

Цементация процесс насыщения поверхностного слоя малоуглеродистой стали, нагретой до температуры выше критической точки А., углеродом, в результате чего происходит упрочнение. Цементации подвергают детали, содержащие 0,1-0,3% углерода, количество которого доводится обычно до 0,8%, а в некоторых случаях и до 1,2%. Обычно цементируют детали, работающие на истирание в условиях ударных нагрузок, например валы, зубчатые колеса, шейки коленчатых валов, поршневые пальцы и т. д.

Применяемый при цементации карбюризатор (вещество, богатое углеродом) определяет вид цементации. Если карбюризатором служит древесный уголь (75%) и углекислые соли BaCO_3 , CaCO_3 , и др. (25%), то такой вид наклепки - цементацией твердым карбюризатором. Если карбюризатором являются естественные и искусственные газы и их смеси (метан, пропан, окись углерода, этилен, светильный газ), полученные при пиролизе крекинге керосина, солярового масла, бензина, пиробензола и тому подобное цементация называется газовой. В том же случае, если карбюризатором служат расплавленные соли Na_2CO_3 (80%), NaCl (10%), SiC (10%), то цементация называется жидкостной. Цементация твердым карбюризатором заключается в нагреве деталей до температуры 900-950°C, упакованных вместе с карбюризатором в ящики из огнеупорного материала, с выдержкой 2-10 ч.

Газовая цементация осуществляется нагревом деталей в среде газовым-карбюризатором в специальных герметических печах при температуре 900-950°C. При газовой цементации производственный процесс короче в 2-2,5 раза, чем при цементации твердым карбюризатором, то есть более производительный. Жидкая цементация

производится путем погружения деталей в жидкий карбюризатор с температурой 840-860°C на 0,3-2,5 ч. Детали быстро науглероживаются на глубину 0,3-0,7 мм при равномерном нагреве в ванне, поэтому отсутствует окалина и деформация.

Азотирование процесс насыщения поверхности детали азотом. В качестве нитрирующей среды используется аммиак NH_3 , в атмосфере которого сталь выдерживается при температуре 480-760°C в течение 20-90 ч.

Азотирование сильно повышает твердость, не уменьшающуюся даже при нагреве до 600-650°C, износостойкость, предел усталости и коррозионную стойкость к действию воздуха, воды, пара и т.д. Азотированию, как правило, подвергают углеродистые стали, легированные алюминием, хромом, молибденом, ванадием и другими элементами, а также чугун.

Цианирование процесс одновременного насыщения поверхностей детали углеродом и азотом. Так же, как и при цементации, различается цианирование в твердых, жидких и газовых средах. Цианирование производится при температурах 500-600°C или 800-950°C. Процесс цианирования при температуре 500-600°C носит название низкотемпературного, применяется для упрочнения инструментов из быстро-режущих сталей на глубину 0,02-0,4 мм. Цианирование при температуре 800-950°C носит название высокотемпературного, применяется для упрочнения деталей из углеродистых и специальных сталей с содержанием углерода до 0,4% на глубину до 1,5 мм. Глубина цианирования зависит от выдержки. Детали после цианирования необходимо закалить и обработать холодом.

Кроме описанных способов упрочнения деталей, в промышленности применяются также (правда, в меньших масштабах) процессы диффузионной металлизации, заключающиеся в насыщении поверхности стальных деталей алюминием (алитирование), хромом (хромирование), кремнием (силицирование), бором (борирование) и другими элементами.

Существует ещё и термическая обработка холодом.

Холодом (-60°C и ниже) обрабатываются стали, содержащие свыше 0,5% углерода, и специальные стали. После воздействия на стальные детали холодом повышается твердость, износостойкость, особенно цементированных деталей, а также усиливаются ее магнитные свойства и при этом не изменяются размеры закаленных деталей. Учитывая особенности обработки холодом, ее применяют для повышения твердости и износостойкости шарикоподшипников, для восстановления размеров калибров и других инструментов, для стабилизации магнитных свойств магнитов, для повышения твердости и стойкости инструментов и различных деталей, особенно после цементации. Технологический процесс обработки деталей холодом заключается в том, что деталь сразу после закалки помещают в специальные охлаждающие устройства с охлаждающей средой не ниже 60°C. Детали охлаждают в жидкой среде с отрицательными температурами, например, смесь сухого льда со спиртом или ацетоном даёт 75°C, жидкий кислород 183°C, жидкий азот 195°C.

Сталь, обработанную холодом, отпускают, при этом нет необходимости производить многократный отпуск.

Выводы. В статье мы рассмотрели различные виды термической обработки стали их методы проведения.

Список литературы

- [1]. Крупинин А.Е., Колпаков А.В. Продление ресурса режущих аппаратов уборочных машин // Сельский механизатор. – 2013. №4.- С.36-38.
- [2]. Ф.Р.Норхужаев, Д.М.Эргашев, А.М. Тешабоев. Упрочнение режущих сегментов аппаратов уборочных машин // Композиционные материалы. 2021. - №2. – с.92-93.
- [3]. Ф.Р.Норхужаев, А.А.Мухамедов, Д.М.Эргашев, Р.Ф.Норхужаева, А.М. Тешабоев. Влияние режимов термоциклическая обработка на структурообразование инструментальных сталях // Композиционные материалы. 2021. - №1. – с.75-77.
- [4]. Norkhudjaev.F.R., Juraev M.A., Muminova.D.S., TeshaboyevA.M. Development Technology for Increasing Durability and Longevity of Soil-processing Working Bodies // International Journal of Advanced Science and Technology Vol 29.No.7.[2020] pp.9285-9291.

- [5]. Domuladjanova Shahlo. Problems of industrial waste disposal in the Fergana region. E3S Web Conf., 431 (2023) 04013. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343104013> https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2023/68/e3sconf_itse2023_04013/e3sconf_itse2023_04013.html, <https://www.scopus.com/sourceid/21100795900>
- [6]. Ibragimjon Domuladjanov, Odiljon Ibragimov, Shahlo Domuladjanova. The Especially Hazardous Pesticides in Uzbekistan. **Journal of Survey in Fisheries Sciences (JSFS)** with EISSN:7487-2368 . Your article will be published in the forthcoming **special Issue 2023**. p.2023 – 2072. Link: <http://sifisheriestsciences.com/page/21/>. <https://www.scopus.com/sourceid/21100905326#tabs=2>. <https://mjl.clarivate.com/search-results?issn=2368-7487>. <https://sifisheriestsciences.com/journal/index.php/journal/article/view/783>.
- [7]. Ibragimov Odiljon Olimjanovich, Domuladjanov Ibragimjon Xadjimuxamedovich. On The Issue of Growing Agricultural Grops. Neuroquantology | oktober 2022 | Volume 20 | Issue 12 | Page 3051-3057 | DOI: 10.14704/NQ.20.12.NQ77304. <https://www.neuroquantology.com/article.php?id=8928> https://www.scopus.com/sourceid/11600154151?dgcid=sc_widget_citescore
- [8]. Domuladjanov Ibragimjov Xadjimuxamedovch, Latipova Mukhayo Ibragimjanovna, Nasretidinova Feruza Nabyevna. Geomorphology relief, geological building in the development of "Project of environmental standards". EPRA International Journal of (IJRD)Monthly Peer Reviewed & Indexed International Online Journal ISI I.F. Value : 1.241 Published By EPRA Publishing, Volume: 5, Issue:6, June 2020. – 136-139.
- [9]. [Ramazonovich, N.F.](#), [Anvarovich, M.A.](#), [Marifovich, T.A.](#), [Muminaliyevich, U.J.](#), [Toshpulatovich, P.S.](#) Resource-saving manufacturing technologies and thermal hardening of machine parts and tool. International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics Эта ссылка отключена., 2021, 1(9), страницы 137–145.
- [10]. [Norkhudjayev, F.R.](#), [Mukhamedov, A.A.](#), [Nabiyev, B.N.](#), [Khodjimukhamedova, M.M.](#), [Teshaboyev, A.M.](#) MECHANICAL CHARACTERISTICS OF POWDERED ALUMINUM BRONZE OBTAINED FROM METALLURGICAL WASTE. International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics Эта ссылка отключена., 2022, 2022(11), страницы 95–97
- [11]. [Teshaboyev, A.](#), [Rubidinov, S.](#), [Tursunov, S.](#), [Madaminov, B.](#) Processing of cutting parts of agricultural machinery. E3S Web of Conferences Эта ссылка отключена., 2023, 462, 01034.

УДК 574.63.66

GENO-MODIFIYALANGAN OBYEKTAR (GMO) VA ODAMLAR

I.X. Domulajanov, O.O. Ibragimov, Sh.I. Domulajanova

*Farg'ona davlat texnika universiteti,
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)*

Аннотация. Maqolada GMO haqida ma'lumot berilgan, odamlarga ta'siri hali yetarlicha o'rganilmagan. Bizning tanamizga kiradigan barcha oziq-ovqatlar, ulardan tana o'z dasturiga muvofiq o'zini quradi. Shu sababli, GMO hech qanday zarar keltira olmaydiganga o'xshaydi. Biroq, bu faqat nazariya. GMO dan o'zgartirilgan DNK, shuningdek, "gorizontal gen uzatish" deb nomlangan hodisa orqali bizning genetik materialimizning bir qismi bo'lishi mumkin.

An'anaga ko'ra, organizmlar DNKni o'z ajdodlaridan oladi, bu vertikal gen transferi deb ataladi. Gorizontal gen almashinuvi - bu genetik materialni uning avlodi bo'lmagan va ko'payish bilan bog'liq bo'lmagan boshqa organizmga o'tkazish.

Sichqonlar ustida olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, oziq-ovqat tarkibidagi begona DNK ovqat hazm qilish traktidan qonga o'tishi mumkin, ya'ni genlar ichakda so'riladi.

O'zbekiston Respublikasida organik mahsulotlarga oid standartlarni qabul qilish hamda organik qishloq xo'jaligi va oziq-ovqat mahsulotlari sifati va xavfsizligini monitoring qilish mexanizmini joriy etish bo'yicha harakatlar dasturini ishlab chiqish zarur.

Organik, ekologik barqaror qishloq xo'jaligi mamlakatimizning oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlaydigan zamonaviy davrning eng muhim vektori sifatida e'tirof etildi.

Kalit so'zlar. GMO, odamlarga ta'siri, organik moddalar, qishloq xo'jaligi, oziq-ovqat, inson tanasi, genotip, makkajo'xori, soya, kartoshka, guruch, makkajo'xori donalari, zararli.

Аннотация. В статье представлена информация о ГМО, влияние которых на человека пока недостаточно изучено. Считается, что вся пища, попадающая в наш организм, расщепляется на строительные блоки, из которых организм строит себя по собственной программе. Поэтому, по-видимому, ГМО не могут причинить никакого вреда. Однако это лишь теория. Модифицированная ДНК из ГМО также может стать частью нашего генетического материала посредством явления, называемого «горизонтальным переносом генов».

Традиционно организмы получают ДНК от своих предков, что называется вертикальным переносом генов. Горизонтальный перенос генов — это передача генетического материала другому организму, не являющемуся его потомком и не связанному с размножением.

Исследования на мышах показали, что чужеродная ДНК, содержащаяся в пище, может попадать из пищеварительного тракта в кровь, то есть гены всасываются в кишечнике.

Необходимо разработать программу действий по принятию стандартов на органическую продукцию в Республике Узбекистан и внедрить механизм контроля качества и безопасности органических сельскохозяйственных и пищевых продуктов. Органическое, экологически устойчивое сельское хозяйство признано важнейшим вектором современной эпохи, обеспечивающим продовольственную безопасность нашей страны.

Ключевые слова: ГМО, воздействие на человека, органические вещества, сельское хозяйство, продукты питания, организм человека, генотип, кукуруза, соя, картофель, рис, кукурузные зерна, вредные.

Abstract. The article provides information about GMOs, the effects of which on humans have not yet been sufficiently studied. It is believed that all food that enters our body is broken down into building blocks, from which the body builds itself according to its own program. Therefore, it seems that GMOs cannot cause any harm. However, this is only a theory. Modified DNA from GMOs can also become part of our genetic material through a phenomenon called "horizontal gene transfer".

Traditionally, organisms receive DNA from their ancestors, which is called vertical gene transfer. Horizontal gene transfer is the transfer of genetic material to another organism that is not its descendant and is not related to reproduction.

Studies on mice have shown that foreign DNA contained in food can pass from the digestive tract into the blood, that is, the genes are absorbed in the intestine.

It is necessary to develop an action program to adopt standards for organic products in the Republic of Uzbekistan and introduce a mechanism for monitoring the quality and safety of organic agricultural and food products.

Organic, environmentally sustainable agriculture was recognized as the most important vector of the modern era, ensuring the food security of our country.

Keywords. GMO, impact on humans, organic substances, agriculture, food, human body, genotype, corn, soybeans, potatoes, rice, corn grains, harmful.

GMO mavzusi butun dunyodagi odamlarni tashvishga solmoqda. Bugun biz GMO haqida gaplashamiz.

GMO (genetik modifikatsiyalangan organizm) — gen injeneriyasi usullari yordamida genotipi sun'iy ravishda o'zgartirilgan organizm. GMOlar 99% o'simliklardan iborat: soya, makkajo'xori, bug'doy, kartoshka, guruch va ozgina qand lavlagi. Ushbu ekinlarni o'z ichiga olgan import qilinadigan mahsulotlarning 99% (bir xil arzon shokolad, chiplar, pivo (uning tarkibida solod va boshqalar), barcha turdagi shokolad barlari, tayyor konservalangan salatlar, makkajo'xori bo'laklari, qisqichbaqa tayoqchalari (treska balig'i go'shti, soya va qo'shimchalar) izolatsiyasi) - GMO mavjud. Ularda GMO mavjud emasligi ilmiy jihatdan isbotlanmagan. zararli yoki yo'q - olimlar bahslashadi, lekin siz hali ham ularni ko'p iste'mol qilmasligingiz kerak [14-15].

Nega genetik modifikatsiyalangan ovqatlardan voz kechish kerak? Ko'p sabablar bor, lekin asosiysi sog'ligingiz. Ammo siz odamlarning o'sha eski biotexnologik shiorlarni aytayotganini eshitasiz, bu juda ko'p odamlarni oziqlantiradi va hokazo.

Hech kim biz ba'zan GMO o'z ichiga olgan mahsulotlarni iste'mol qilishimiz bilan bahslashmaydi, bu biz iste'mol qiladigan barcha mahsulotlarga, shu jumladan genetik jihatdan o'zgartirilgan organizmlarga ham tegishli. Biz "taqiqlangan mevalar" ni qanchalik ko'p iste'mol qilsak, tanamiz va avlodlarimiz tanasining transgenik ifloslanishini rivojlanish xavfi shunchalik yuqori bo'ladi.

Bizning tanamizga kiradigan barcha oziq-ovqatlar g'ishtlarga bo'linadi, deb ishoniladi, ulardan tana o'z dasturiga muvofiq o'zini quradi. Shuning uchun GMO hech qanday zarar keltira olmaydi. Biroq, bu faqat nazariya. GMO dan o'zgartirilgan DNK gorizontall gen transferi deb ataladigan hodisa orqali bizning genetik materialimizning bir qismi bo'lishi mumkin.

Chaqaloq tug'ilganda uning tanasi urug'lanish jarayonida zigotadan o'sib chiqqan hujayralardan iborat. Yangi tug'ilgan chaqaloqning tanasi onaning yo'ldoshi orqali qurilish materialini oladi va asta-sekin o'sib boradi. Hayotimiz davomida tanamiz hujayralari biz iste'mol qiladigan materialdan qurilgan. Shuning uchun, tashkil etuvchi hamma narsa tanamiz biz iste'mol qiladigan ovqatdan olinadi [15-16].

An'anaga ko'ra, organizmlar DNKni o'z ajdodlaridan oladi, bu vertikal gen transferi deb ataladi. Gorizontall gen almashinuvi - bu genetik materialni uning avlodi bo'lmagan va ko'payish bilan bog'liq bo'lmagan boshqa organizmga o'tkazish.

GMO tarafdorlari va ularning manfaatlarini himoya qiluvchi tashkilotlarning ta'kidlashicha, gorizontall gen o'tkazilishi hech qanday farq qilmaydi va uning ta'siri kam uchraydi. Bu hodisa faqat laboratoriya sharoitida mumkin, deb ishoniladi. Lekin bu haqiqatmi?

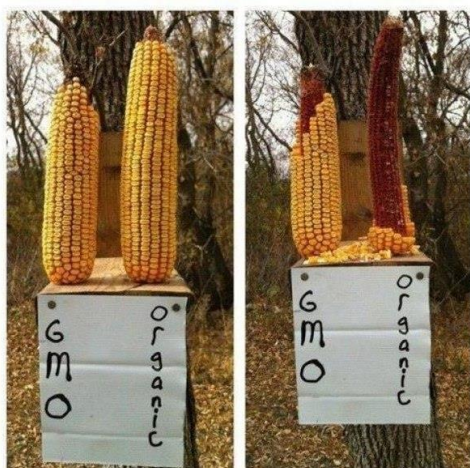
GMO ma'lumotlariga ko'ra, gorizontall gen transferini keng miqyosda haqiqatga aylantiradigan bir nechta variant mavjud. Ulardan ba'zilari ehtimoli ko'proq va hamma joyda oson va tabiiy ravishda sodir bo'ladi. Masalan, bakteriyalar tomonidan genlarning so'rilishi, ovqat hazm qilish traktidan DNKning organizmga singishi va viruslar tomonidan genlarning ko'chishi (1-rasm).



1-rasm. GMoli va GMOsiz sichqonlar.

Buni bu sichqonlarda ko'rish mumkin, bu erda ham vertikal, ham gorizontall gen ko'chishi mavjud. Bakteriyalar doimo o'zlari va atrof-muhit o'rtasida DNK almashadilar. Olingan genlarning ba'zilari ularning genomiga kiritilishi va o'zgarishlarga olib kelishi mumkin. Misol uchun, inson ichaklarida transgenli DNK katta bo'laklarda saqlanishi va biologik faolligini yo'qotmasligi mumkin. Ovqat hazm qilish tizimidagi bakteriyalar GMO larni o'z DNKlariga kiritishi mumkin. Bu antibiotiklarga qarshilikning rivojlanishiga olib kelishi mumkin. Shuningdek, modifikatsiyalangan DNK tuproq bakteriyalari genomining bir qismiga aylanishi mumkin. Har bir kub santimetr tuproqda minglab turli xil bakteriyalar mavjud bo'lib, ularning faqat kichik bir qismi fanga ma'lum [1-13].

Ba'zi ma'lum tuproq bakteriyalari tuproqda mavjud bo'lgan DNKni o'z genomiga kiritishga qodir. Kamdan kam bo'lsa-da, genetik jihatdan o'zgartirilgan DNK tuproqda bir yilgacha saqlanishi mumkin, bu esa transgenlarning kiritilish ehtimolini oshiradi.



2-rasm. GMoli va GMOsiz makkajo'xori boshqolari.

Masalan, tuproq bakteriyasi *Agrobacterium tumefaciens* ko'pincha GMO ishlab chiqarishda o'simliklarga begona genlarni kiritish uchun ishlatiladi. *A. Tumefaciens* infeksiyasi natijasida o'simlik hujayralariga kichik doiraviy DNK molekulalari (Ti plazmidlari) kiritiladi (2-rasm).

Genetik jihatdan o'zgartirilgan mahsulotlarning ko'plab ishlab chiqaruvchilari ularning sog'liq uchun mutlaqo xavfsiz ekanligini va tabiiy mahsulotlardan deyarli farq qilmasligini ta'kidlaydilar. Lekin bu haqiqatmi? Juda oddiy tajriba qiziqarli va o'ylantiradigan natijalarni berdi. Ikki boshqo makkajo'xori, biri genetik jihatdan o'zgartirilgan va ikkinchisi tabiiy ravishda o'stirilgan, o'rmonga joylashtirildi va bir necha soatga qoldirildi.

Fotosuratda ko'rib turganingizdek, qushlar GModan ko'ra tabiiy makkajo'xorini afzal ko'rgan.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, *A. Tumefaciens* laboratoriya sharoitida turli o'simliklar va zamburug'larni, shuningdek, inson hujayralarini ifloslantirishi mumkin. Ba'zi ignabargli

o'simliklarning ifloslanishi yil davomida davom etadi. Va antibiotiklardan foydalanish samarasiz va oxir-oqibat, faqat A. Tumefaciensning ko'payishiga olib keladi.

Sichqonlar ustida olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, oziq-ovqat tarkibidagi begona DNK ovqat hazm qilish traktidan qonga o'tishi mumkin, ya'ni genlar ichakda so'riladi (1-rasm).

Albatta, ko'pchilik xorijiy DNKlar ichiga kirishdan oldin parchalanadi qon yoki to'qima. Shu bilan birga, bir nechta etarlicha katta zanjirlar ham tashilishi va hujayralarga kirishi mumkin.

Integratsiyalashgan DNK mutatsiyalarni keltirib chiqaradi yoki hujayralarni viruslarga o'xshash begona oqsillarni ishlab chiqarish uchun qayta dasturlaydi. Biroq, bunday stsenariy hali ham mumkin emas. Olimlar GMO iste'mol qilgan organizm to'qimalarida transgen DNKni aniqlashga muvaffaq bo'lishsa-da, bu mexanizmni haligacha isbotlay olishmadi.

Viruslar genlarni bir organizmdan ikkinchisiga o'tkazishning samarali vositasidir. Olimlar buni ko'pincha tadqiqot maqsadlarida ishlatishadi. Misol uchun, "virusli vektorlar" GM ekinlarini yaratish uchun ishlatiladi. Biroq, uzoq vaqt davomida genetik material atrof-muhitga kirib, tarqalishi mumkin. GM ekinlaridan juda keng foydalanish va ulardan uzoq muddatli foydalanishni hisobga olgan holda, genlarning gorizontol uzatilishi odatiy hodisaga aylanishi va o'simliklar, hayvonlar va odamlar genomlarining ifloslanishiga olib kelishi mumkin. Atrof-muhitdagi GMO ulushi qanchalik yuqori bo'lsa, genomimizni o'zgartirish imkoniyati shunchalik yuqori bo'ladi (3-rasm).

Bu dahshatli buqa Belgiyada GMolar - genetik modifikatsiyalangan organizmlar bilan genetik tajribalar natijasida yaratilgan. Ushbu yirtqich hayvonni yaratuvchilarning ta'kidlashicha, buqaning mushak massasi oddiy, tabiiy buqalarnikidan 40% yuqori va tezroq o'sadi. Xuddi shu texnologiya yordamida ishlab chiqarilgan sigirlarning sutida kamroq protein mavjud.



3-rasm. GMO yordamida olingan buqa.

Ommadan yashiringan narsa shundaki, buzoqlar bunday yirtqich hayvonlardan tug'ilmaydi, agar ular nogiron bo'lib tug'ilsa, buqalarning o'zi ham ortiqcha vazndan tezda oyoqlarida qotib qoladi, bu esa erta va og'riqli o'limga olib keladi.

Monsanto, DuPont va Dow kabi kimyoviy va biotexnologik kompaniyalar GMO texnologiyasi xavfsiz degan fikrni yoqtirishadi, shuning uchun ular yolg'on tarqatadilar. Ular muvaffaqiyatli lobbichilik qilish, ommaviy axborot vositalari va ilmiy ekspertlarni sotib olish uchun kerak bo'lgan hamma narsaga ega va hukumatning roziligi bularning barchasini osonlashtiradi.

Agar oziq-ovqat giganti Nestle ijtimoiy tarmoqlardagi tartibsizliklarni bartaraf etish uchun kiber armiya yollasa, dunyodagi boshqa yirik korporatsiyalar nima qila oladi deb o'ylaysiz? Monsanto shuningdek, ijtimoiy tarmoqlarda urush olib bormoqda, hatto faollar bilan kurashish uchun Blackwaterni yollaydi. Ular jamoatchilik bilan aloqalarni rivojlantirish uchun veb-saytlarni ochadilar.

Kongressda MDHga a'zo davlatlarning "Xalq salomatligi – Hamdo'stlik mamlakatlari farovonligi asosi" II Davlatlararo forumi doirasida texnik reglament va standartlarni uyg'unlashtirish masalalari, organik qishloq xo'jaligi istiqbollari va GMO muammolari muhokama qilindi. Organik oziq-ovqat ishlab chiqarish yoki GMO tegishli.

Mutaxassislar texnik jihatdan tartibga solish masalalari bilan bir qatorda MDH mamlakatlarida qishloq xo'jaligini rivojlantirishning strategik yo'nalishlarini ham muhokama qildilar.

Organik, ekologik barqaror qishloq xo'jaligi mamlakatimizning oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlaydigan zamonaviy davrning eng muhim vektori sifatida e'tirof etildi. Bu bizning

kelajagimiz, istiqbolimiz – nafaqat ichki bozorni ta'minlash, balki eksport salohiyatimiz. Organik dehqonchilik allaqachon global tendentsiyadir.

Bu mamlakat qishloq xo'jaligini rivojlantirish uchun "yashil" vektorni tanlashni anglatishi mumkinmi? Bu savolga javob berishga hali erta: O'zbekistonda organik mahsulotlar uchun texnik reglamentlar mavjud emas va ularni tayyorlash Bojxona ittifoqining kelgusidagi ish rejalarida ko'zda tutilgan.

O'zbekiston Respublikasida organik mahsulotlarga oid standartlarni qabul qilish hamda organik qishloq xo'jaligi va oziq-ovqat mahsulotlari sifati va xavfsizligini monitoring qilish mexanizmini joriy etish bo'yicha harakatlar dasturini ishlab chiqish zarur. Shuningdek, akkreditatsiyadan o'tgan laboratoriyalar tashkil etish va ularni zarur asbob-uskunalar va reagentlar bilan jihozlashni, shu jumladan GMO tarkibini aniqlash, shuningdek, organik (ekologik toza) qishloq xo'jaligi mahsulotlarini markalashni ta'minlash zarur.

Organik dehqonchilikning almashlab ekishlarida zamonaviy qishloq xo'jaligining organik tozaligini belgilovchi kompleks biologik omil sifatida yangi fitosanitariya, tuproqni muhofaza qilish va ekologik baho berilishi kerak.

Yosh avlod uchun organik oziq-ovqat mahsulotlarini ishlab chiqarish juda milliy va davlat ahamiyatiga ega.

Bolalar milliy boylik bo'lib, uning salomatligi uchun nafaqat ota-onalar, balki jamiyat va davlat ham javobgardir.

Adabiyotlar

- [1]. Domuladjanov I.X., Latipova M.I., Nasretdinova F.N.. Geomorphology, Relief, Geological building in the Development of "Project of environmental standards". EPRA International Journal of (IJD)Monthly Peer Reviewed & Indexed International Online Journal ISI I.F. Value : 1.241 Published By EPRA Publishing, Volume: 5, Issue:6, June 2020. – 136-139.
- [2]. Домуладжанов Ибрагимжон Хаджимухамедович, Домуладжанова Шахло Ибрагимовна, Латипова Мухайё Ибрагимовна, Дадакузиев Музаффар Рахномоевич. Воздействие объекта на акустический режим территории // Universum: технические науки. 2021. №3-1 (84).
- [3]. Ibragimjon Domuladjanov, Odiljon Ibragimov, Shahlo Domuladjanova. The Especially Hazardous Pesticides in Uzbekistan. **Journal of Survey in Fisheries Sciences (JSFS)** with **EISSN:7487-2368** . Your article will be published in the forthcoming **special Issue 2023**. p.2023 – 2072. Link: <http://sifisheressciences.com/page/21/>. <https://www.scopus.com/sourceid/21100905326#tabs=2>. <https://mjl.clarivate.com/search-results?issn=2368-7487>. <https://sifisheressciences.com/journal/index.php/journal/article/view/783>
- [4]. Ибрагимов Б.О., Ибрагимов О.О. Влияние сроков сева и сортовых особенностей на рост и развитие хлопчатника. Мелиорация как драйвер модернизации АПК в условиях изменения климата: Материалы Междунар. науч.-практика, интернет-конф. 13-20 июля 2020 г. / Новочерк, ин. -мелиор, ин-т Донского ГАУ. - Новочеркасск: Лик, 2020. –с. 37-40. ISBN 978-5-907158-89-4.
- [5]. Ibragimov O.O., Domuladjanov I.X. Let's talk about agriculture of Uzbekistan. Proceedings of the International Conference "Process Management and Scientific Developments" (Birmingham, United Kingdom, September 2, 2020) – с.187-195.
- [6]. Ibragimov Odiljon Olimjanovich, Domuladjanov I.X. On the Issue of Growing Agricultural Grops. Neuroquantology | otober 2022 | Volume 20 | Issue 12 | Page 3051-3057 | DOI: 10.14704/NQ.20.12. NQ77304. <https://www.neuroquantology.com/article.php?id=8928> https://www.scopus.com/sourceid/11600154151?dgid=sc_widget_citescore
- [7]. Qulmatov R.A., Domuladjanov I.X., Domuladjanova Sh.I. Modern research methods. Scientific-technical journal (STJ FerPI), 2020 Том 24 №6, - с. 164 – 172.
- [8]. Обращение Президента Руз, 06.12.2019 2019 / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://uza.uz/ru/politics/rabotnikam-selskogo-khozyaystva-uzbekistana-06-12-2019> (дата обращения 28.11.2021 г.).
- [9]. Ш.И. Домуладжанова, О.О.Ибрагимов. Отходы предприятий Ферганской области. Scientific-technical journal (STJ FerPI, ФарПИ ИТЖ, НТЖ ФерПИ, 2022, Т.26.спец.выпуск №8), Фергана, 2022. – 6.160-162.
- [10]. О.О.Ибрагимов, Domuladjanov I.X.. Қишлоқ хўжалигини ривожлантириб – камбағалликни қисқартиш долзарб вазифа. Scientific-technical journal (STJ FerPI, ФарПИ ИТЖ, НТЖ ФерПИ, 2022, Т.26, №1, с.128-135с.
- [11]. О.О.Ибрагимов, Domuladjanov I.X. На пути выполнения стратегических целей. U55 Universum: экономика и юриспруденция: научный журнал. – № 1(88). М., Изд. «МЦНО», 2022. – 34-39 с. – Электрон. версия печ. публ. – <http://7universum.com/ru/economy/archive/category/188>.
- [12]. О.О.Ибрагимов, Domuladjanov I.X.. На пути поддержки международных отношений. U55 Universum: экономика и юриспруденция: научный журнал. – № 1(88). М., Изд. «МЦНО», 2022. – 39-44 с. – Электрон. версия печ. публ. – <http://7universum.com/ru/economy/archive/category/188>.

- [13]. Qulmatov R.A., Domuladjanov I.X., Domuladjanova Sh.I. Modern research methods. Современные методики исследования. ФарПИ - Илмий – техника журналы, 2020 Том 24 №6, - с. 164 – 172.
- [14]. Новости «Эко-Согласия» по химической безопасности. <http://www.rg.ru/2013/06/19/pravila.html>
<http://agroinfo.info/s-1-iyulya-vstupayut-v-silu-texreglamenty-tamozhennogo-soyuza-na-pishhevuyu-produkciyu/>
- [15]. The Epoch Times. <http://www.agronews.ru/news/detail/127625/>.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПУТЕЙ УСТРАНЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ В ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Х.Х. Касимова, Э.А. Тожиев

Ферганский государственный технический университет,

E-mail: ergashalitojiyev88@gmail.com

(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Аннотация. В статье рассматриваются экологические проблемы химической промышленности, их причины и последствия, а также современные технологии и решения для их устранения. В статье подробно освещается важность сокращения отходов, переработки и принципы зеленой химии.

Ключевые слова: Химическая промышленность, экологические проблемы, сокращение отходов, зеленая химия, защита окружающей среды, пластмассы, загрязнение воздуха,

Annotation. The article discusses environmental issues in the chemical industry, their causes and consequences, as well as modern technologies and solutions to eliminate them. The article covers in detail the importance of waste reduction, recycling, and the principles of green chemistry.

Keywords: Chemical industry, environmental issues, waste reduction, green chemistry, environmental protection, plastics, air pollution.

Abstract. Ushbu maqolada kimyo sanoatidagi ekologik muammolar, ularning sabablari va oqibatlarini, shuningdek, ularni hal qilishning zamonaviy texnologiyalari va yechimlari ko'rib chiqiladi. Maqolada chiqindilarni kamaytirish, qayta ishlash va yashil kimyo tamoyillarining ahamiyati batafsil yoritilgan.

Tayanch so'zlar: Kimyo sanoati, atrof-muhit muammolari, chiqindilarni kamaytirish, yashil kimyo, atrof-muhitni muhofaza qilish, plastmassa, havo ifloslanishi.

В последние годы химическая промышленность стремительно развивается и играет важную роль в создании новых продуктов, материалов и технологий. Вместе с тем, увеличивается и негативное воздействие этой отрасли на окружающую среду. В частности, вредные газы, выбрасываемые в атмосферу, химические отходы, образующиеся при производстве, промышленные сточные воды и загрязнение ими водных ресурсов, увеличение количества токсичных веществ в почве являются одними из основных причин глобальных экологических проблем. Такая ситуация представляет серьезную угрозу здоровью человека и биосфере. Поэтому совершенствование химических технологий на основе принципов экологической безопасности стало сегодня актуальной проблемой [1].

1. Основные экологические проблемы в химической технологии. Наряду с развитием химической технологии увеличиваются и проблемы, негативно влияющие на окружающую среду. В частности, ежегодное загрязнение атмосферного воздуха, экологическая опасность, связанная с трудноразлагаемыми отходами, тяжелыми металлами, токсичными веществами и химическими реагентами, наносящими вред водным и почвенным ресурсам, относятся к важным экологическим проблемам промышленной деятельности [2].

В химической промышленности существуют следующие основные экологические проблемы:

Загрязнение воздуха – выброс в атмосферу различных вредных и токсичных газов в ходе химико-технологических процессов; в частности, основными загрязнителями воздуха считаются такие газы, как диоксид серы (SO₂), оксиды азота (NO_x), оксид углерода (CO) и летучие органические соединения. Эти вещества оказывают негативное влияние на здоровье

человека и живых организмов, приводя к заболеваниям органов дыхания и проблемам сердечно-сосудистой системы. Кроме того, они приводят к вымиранию видов животных. Эти газы также вызывают кислотные дожди, парниковый эффект и изменение климата, существенно отрицательно влияя на фауну и флору всей экосистемы. Поэтому сокращение или переработка таких выбросов является актуальной проблемой[3].

Загрязнение воды – Технологические воды, используемые в производственных процессах химической промышленности, часто содержат различные вредные вещества, в том числе тяжелые металлы (например, свинец, кадмий, ртуть), сильные кислоты, щелочи и сложные органические соединения. Когда эти вещества попадают непосредственно в естественные водоемы или грунтовые воды, они нарушают их экологическое равновесие. В результате этого гибнут водные организмы, ухудшается качество питьевой воды, а здоровье человека находится под угрозой. Такое загрязнение также приводит к засолению и снижению плодородия почв. Оно также считается основной причиной сокращения живых организмов в водоемах и загрязнения воды. На промышленных предприятиях нейтрализация сточных вод через специальные очистные сооружения является важной природоохранной мерой[4].

Твердые отходы – В результате производственных процессов на предприятиях химической промышленности образуются различные виды твердых отходов. К ним относятся пластиковые отходы, отработанные катализаторы, металлолом, твердые остатки технологических процессов и другие вредные вещества. Неконтролируемая утилизация этих отходов наносит серьезный ущерб окружающей среде, особенно загрязнению почвы и грунтовых вод. Некоторые отходы являются радиоактивными или токсичными по своей природе, представляя долгосрочную угрозу окружающей среде. Поэтому необходимо внедрять технологии их сортировки, переработки или безопасной утилизации[5].

Загрязнение почвы – В результате неправильного хранения или утилизации отходов, образующихся в химической промышленности, без соблюдения установленных санитарных норм нарушается состав почвы. Такое загрязнение вызывают тяжелые металлы, кислотные или щелочные вещества, нефтепродукты, пестициды и другие токсичные соединения. Эти вещества снижают естественное плодородие почвы, нарушают жизнедеятельность микроорганизмов в ней, в результате чего оказывается негативное влияние на производительность сельского хозяйства. Также могут загрязняться подземные воды. Для обеспечения экологической безопасности необходимо складировать отходы на специальных полигонах и использовать технологии рекультивации почв[6].

2. Пути устранения экологических проблем - Для снижения экологических проблем в химических технологиях разрабатываются и внедряются эффективные экологические решения, такие как внедрение безотходных систем производства, соблюдение принципов зеленой химии, использование очистных сооружений и фильтров, переработка отходов, установка современных систем мониторинга. Для снижения и устранения экологических проблем в химических технологиях предлагаются следующие мероприятия:

2.1. Пути устранения экологических проблем - Для снижения экологических проблем в химических технологиях разрабатываются и внедряются эффективные экологические решения, такие как внедрение безотходных систем производства, соблюдение принципов зеленой химии, использование очистных сооружений и фильтров, переработка отходов, установка современных систем мониторинга. Для снижения и устранения экологических проблем в химических технологиях предлагаются следующие мероприятия:

- **Выбор путей реакции, которые производят меньше вредных веществ.** Для обеспечения экологической безопасности в химическом производстве выбирают пути реакции, которые не производят токсичных, взрывоопасных или вредных побочных продуктов. Такой подход сокращает отходы, экономит энергию и безопасен для здоровья человека и окружающей среды.
- **Использование возобновляемого сырья** – Использование возобновляемого сырья в химической промышленности позволяет снизить воздействие на окружающую среду и

эффективно использовать ресурсы. Такой подход предотвращает истощение сырья и делает производственные процессы экологически устойчивыми. Например, использование биосырья имеет большое значение в создании новых экологических технологий[8].

2.2. Оборудование для очистки и фильтрации – Химическая промышленность использует различное оборудование, такое как скрубберы, электрофилтры и филтры с активированным углем, для очистки отходов, газов и воды от вредных веществ. Это оборудование имеет важное значение для защиты атмосферы и водных ресурсов, а также для обеспечения экологической безопасности.

- **Сокращение загрязнения воздуха с помощью газоочистных устройств (скрубберов, электрофилтров)** – Скрубберы и электрофилтры эффективны для удаления вредных газов из промышленных отходов, включая SO_2 , NO_x и пыль. В то время как скрубберы очищают газы с помощью химических реакций, электрофилтры улавливают частицы с помощью электромагнитного поля. Эти методы значительно сокращают количество загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу.
- **Внедрение методов биофилтрации, мембранной технологии, коагуляции и флокуляции для промышленной воды** – Эти методы эффективно работают в промышленной очистке воды. Биофилтрация удаляет вредные вещества с помощью биологических процессов, в то время как мембранная технология разделяет частицы на микроскопическом уровне. Методы коагуляции и флокуляции гарантируют, что частицы в жидкости объединяются и очищаются через филтр[9].

2.3. Переработка отходов – Переработка промышленных отходов позволяет эффективно использовать ресурсы, не нанося вреда окружающей среде. Этот процесс включает сбор, сортировку, обработку и производство пригодных для использования продуктов из материалов. Переработка отходов снижает экологические проблемы и создает экономически полезные ресурсы[10].

- **Термическая или механическая переработка пластмасс и других твердых отходов** – Термическая переработка пластмасс и других твердых отходов включает их плавление при высоких температурах для производства новых продуктов. Механическая переработка включает дробление, формование или сортировку отходов для того, чтобы сделать их пригодными для вторичной переработки. Эти методы сокращают отходы и делают более эффективным использование ресурсов[11].

- **Восстановление вторичных продуктов из отходов химических процессов** – Преобразование отходов химического производства во вторичные продукты помогает более эффективно использовать ресурсы. При переработке отходов производятся новые полезные материалы или источники энергии. Этот метод позволяет сократить выбросы вредных веществ в окружающую среду и повышает экономическую эффективность[12].

2.4. Внедрение систем мониторинга окружающей среды

- **Создание систем мониторинга состояния атмосферы, воды и почвы в режиме реального времени** - позволяет определять экологическую обстановку, своевременно выявлять загрязнения и принимать оперативные меры.
- **Использование датчиков и технологий IoT (Интернет вещей)** – позволяет осуществлять непрерывный мониторинг параметров окружающей среды в промышленных зонах, автоматический сбор данных и анализ в режиме реального времени. Этот метод повышает безопасность.

3. Экологические проблемы и их устранение в случае Узбекистана - В Узбекистане существуют такие экологические проблемы, как истощение водных ресурсов, загрязнение воздуха, эрозия почв. Для их устранения необходимо экономить воду, внедрять возобновляемые источники энергии, перерабатывать отходы, развивать зеленую экономику. Для обеспечения экологической безопасности на предприятиях химической промышленности, работающих в Узбекистане (например, Navoi Azot, Fergana Azot и др.) проводятся следующие работы:

- **Устанавливается современное оборудование для фильтрации выбросов в атмосферу** – Скрубберы, электрофилтры и другие современные системы очистки устанавливаются на предприятиях химической промышленности для снижения вредных газов. Это оборудование значительно снижает количество загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу, способствует очистке воздуха и обеспечивает экологическую безопасность[13].
- **Внедряются энергосберегающие технологии для сокращения промышленных отходов** – Внедряются новые технологии для сокращения отходов и оптимизации потребления энергии на промышленных предприятиях, такие как системы рекуперации энергии, энергосберегающее оборудование и системы, направленные на эффективное использование ресурсов. Этот процесс служит для снижения воздействия на окружающую среду и повышения экономической эффективности.
- **Вокруг химических заводов создаются зеленые зоны** – Для снижения негативного воздействия химической промышленности на окружающую среду вокруг заводов создаются зеленые зоны. Эти территории засаживаются деревьями и кустарниками, что улучшает качество воздуха, восстанавливает экологический баланс и снижает выбросы вредных веществ от производства сырья[14].

Заключение. Обеспечение экологической безопасности химических технологий является одной из актуальных проблем современности как в мировом, так и в национальном масштабе. Эффективное решение этих проблем возможно за счет внедрения принципов зеленой химии, использования безотходных технологий производства, совершенствования систем экологического мониторинга.

Список литературы.

- [1]. Karimov, I. (2008). *O'zbekiston ekologiyasining hozirgi holati*. Tashkent: Fan.
- [2]. Raxmonov, A. (2010). *Kimyo sanoatining atrof-muhitga ta'siri va ekologik muammolar*. Toshkent: O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi.
- [3]. Islomov, R. (2015). *Yashil kimyo tamoyillari: Ekologik muammolarni bartaraf etish usullari*. Tashkent: Ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish instituti.
- [4]. Qodirov, O. (2013). *Kimyoviy chiqindilarni qayta ishlash va ulardan samarali foydalanish*. Toshkent: O'zbekiston kimyo texnologiya instituti nashriyoti.
- [5]. Toshpo'latov, A. (2011). *Sanoat chiqindilarini boshqarish va ularning ekologik ta'siri*. Toshkent: O'zbekiston ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish markazi.
- [6]. Sayfullaev, D. (2017). *Atrof-muhitni himoya qilishda zamonaviy texnologiyalar*. Tashkent: Ekologiya va atrof-muhitni himoya qilish nashriyoti.
- [7]. Yunusov, M. (2019). *O'zbekistonda yashil iqtisodiyot va uning kimyo sanoatidagi o'rni*. Tashkent: O'zbekiston iqtisodiyot universiteti nashriyoti.
- [8]. Baqoyev, S. (2014). *Chiqindilarni qayta ishlashda innovatsion texnologiyalar*. Tashkent: O'zbekiston ilmiy-texnika nashriyoti.
- [9]. Mirzaev, Z. (2018). *Kimyo sanoatidagi atrof-muhitni muhofaza qilish masalalari*. Toshkent: O'zbekiston tabiiy resurslar vazirligi.
- [10]. Jalilov, R. (2020). *Resurslardan samarali foydalanish va chiqindilardan ikkilamchi mahsulotlar olish*. Tashkent: Fan va texnologiyalar nashriyoti.
- [11]. Murodov, B. (2016). *Sanoat chiqindilarini qayta ishlashning yangi texnologiyalari*. Tashkent: O'zbekiston ilmiy nashriyoti.
- [12]. Xudoyberganov, K. (2012). *Kimyo sanoatida ekologik xavfsizlikni ta'minlash*. Tashkent: Toshkent davlat texnika universiteti nashriyoti.
- [13]. Tohirov, A. (2014). *Yashil kimyo tamoyillari va ularning O'zbekistonda qo'llanilishi*. Tashkent: O'zbekiston ekologiya markazi.
- [14]. Nazarov, F. (2015). *Sanoatning ekologik muammolari va ularni bartaraf etish usullari*. Tashkent: O'zbekiston ekologik ilmiy markazi.

TA'LIM SIFATINI YAXSHILASH, KADRLAR TAYYORLASH MUAMMOLARI VA ULARNING YECHIMI

R.J. Tojiyev, H.M. Sadullayev

*Farg'ona davlat texnika universiteti,
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)*

Annotatsiya. Maqolada mamlakatimizda oliy texnika ta'limini rivojlantirishga qaratilayotgan etibor, ta'lim sifatini yaxshilash muammolari va ularning yechimini topishga qaratilgan takliflar bayon qilingan.

Kalit so'zlar: oliy ta'lim muassasalari, ta'lim sifati, buyurtmachi korxonalar, manfaatdorlik, hamkorlik, malaka oshirish kurslari, o'quv rejalari, elektron nazorat, qog'ozbozlik, talabalar bilim darajasi.

Аннотация. В статье освещены вопросы, связанные с повышением качества образования, проблемы и пути решения их на высших технических учреждениях в свете внимания, уделяемое государством к развитию высшего технического образования в нашей стране

Ключевые слова: высшие учебные заведения, качество образования, предприятия-заказчики, заинтересованность, сотрудничество, учебные курсы, учебные планы, электронный контроль, делопроизводство, уровень знаний студентов.

Respublikamizda oliy ta'lim tizimiga bo'lgan e'tibor so'nggi yillarda izchil, bosqichma-bosqich va tizimli tarzda kuchayib bormoqda. Bu jarayon mamlakatimizda ilm-fan, innovatsiya va zamonaviy bilimlarga asoslangan taraqqiyotning ustuvor yo'nalish sifatida qaralayotganidan dalolat beradi. Ayniqsa, oliy ta'lim muassasalari tarmog'ining kengayishi bunga yorqin misoldir. Agar 2010-yillarda O'zbekistonda atigi 63 ta oliy ta'lim muassasasi faoliyat yuritgan bo'lsa, bugungi kunda, ya'ni 2025-yilga kelib, ularning soni 200 tadan ortiqni tashkil etmoqda.

Bunday sur'atdagi rivojlanish oliy ta'lim sohasida imkoniyatlar ko'lamining kengayishiga, yoshlarning sifatli ta'lim olishga bo'lgan huquq va sharoitlarini yaxshilashga xizmat qilmoqda. Shu bilan birga, endilikda asosiy e'tibor faqatgina oliy ta'lim muassasalari sonini oshirishga emas, balki ularning faoliyat samaradorligini ta'minlash, ta'lim sifatini xalqaro standartlar darajasiga olib chiqishga qaratilmoqda.

Bugungi kunda dolzarb vazifalardan biri — mavjud oliy o'quv yurtlarida o'quv jarayonini takomillashtirish, moddiy-texnik bazani zamon talablari asosida modernizatsiya qilish, ilg'or pedagogik texnologiyalarni joriy etish va professor-o'qituvchilarning malakasini oshirishdan iborat. Shu orqali mamlakatimizning iqtisodiy va ijtimoiy rivojlanish ehtiyojlariga javob bera oladigan, har tomonlama yetuk, ijodkor, tashabbuskor hamda raqobatbardosh kadrlarni tayyorlash yo'lga qo'yilmoqda.

Oliy ta'lim tizimini rivojlantirishga doir huquqiy-me'yoriy asoslar, turli nizom va o'quv-uslubiy hujjatlar ishlab chiqilgan bo'lsa-da, ularning amalda to'liq va samarali ijro etilishi hali ham to'liq yo'lga qo'yilmagan. Bu esa, qabul qilinayotgan qarorlar va me'yoriy hujjatlar mazmun jihatidan mukammal bo'lishga qaramay, ta'lim sifatining kutilgan darajada oshishiga to'sqinlik qilmoqda. Hozirgi kunda ayrim oliy o'quv yurtlarida qog'ozbozlik, rasmiy hisobotlar tayyorlashga haddan tashqari e'tibor berilishi, turli shakldagi formal tadbirlar tashkil etilishi, ularning natijasi real ta'lim samaradorligiga ta'sir ko'rsatmayotgani kuzatilmoqda. Natijada o'qituvchi va talaba o'rtasidagi haqiqiy ilmiy-pedagogik muloqot ikkinchi darajali masalaga aylanib qolmoqda.

Bu holat, ayniqsa, texnika yo'nalishidagi oliy ta'lim muassasalarida yanada yaqqol seziladi. Chunki bu sohada nafaqat nazariy bilim, balki amaliy ko'nikma va tajriba ham muhim ahamiyat kasb etadi. Ammo amalda ko'plab muammolar o'qituvchilarning samarali ishlashiga to'sqinlik qilmoqda. Jumladan, professor-o'qituvchilarning mehnatiga oid "vaqt me'yorlari"ning aniq belgilanmaganligi ularning ish vaqtidan oqilona foydalanish imkoniyatini cheklaydi. O'qituvchilar ko'pincha asosiy o'quv yuklamasidan tashqari, kafedra rejasida belgilangan ko'plab tashkiliy, uslubiy, tarbiyaviy va ijtimoiy ishlarni ham bajarishga majbur bo'lishadi.

Masalan, bir professor-o'qituvchi bir vaqtning o'zida bitiruvchilarning ishga joylashuvini nazorat qilish, Hemis tizimiga o'quv fanlariga oid resurslarni joylashtirish, talabalarning davomatini kundalik asosda belgilab borish, kurs ishlari va bitiruv malakaviy loyihalari mavzularini

shakllantirish, to'garaklar faoliyatini yo'lga qo'yish kabi ko'plab vazifalarni bajaradi. Shu bilan birga, iqtidorli talabalar bilan ishlash, talabalarining ota-onalari va mahalla vakillari bilan tarbiyaviy uchrashuvlar o'tkazish, maktab va texnikum bitiruvchilari o'rtasida kasbga yo'naltirish tadbirlarini o'tkazish kabi qo'shimcha ishlar ham o'qituvchi zimmasiga yuklanadi.

Amaliy tajribada bunday holatlar o'qituvchilarning asosiy - darsga tayyorgarlik ko'rish va dars o'tish sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda. Masalan, Farg'ona davlat texnika universitetida olib borilgan ichki monitoring natijalariga ko'ra, o'qituvchilarning o'rtacha 30-40 foiz vaqti darsdan tashqari tashkiliy ishlarga sarflanayotgani aniqlangan. Natijada o'quv jarayoniga zamonaviy metodlar joriy etish, laboratoriya mashg'ulotlarini yangilash, talabalar uchun amaliy loyihalar tayyorlashga vaqt yetarli bo'lmay qolmoqda.

Shu sababli, professor-o'qituvchilarning mehnatini adolatli baholash va ularning haqiqiy ish yuklamasini aniqlash bo'yicha aniq me'yorlarni ishlab chiqish zarur. Masalan, o'qituvchi tomonidan olib boriladigan amaliy mashg'ulotlar, uslubiy ishlanmalar, ilmiy tadqiqotlar, tarbiyaviy faoliyat kabi har bir yo'nalish uchun alohida vaqt me'yori belgilanib, bu me'yorlar shaxsiy ish rejasida aks ettirilsa, ularning mehnati real baholangan bo'ladi.

Bundan tashqari, raqamli boshqaruv tizimlarini joriy etish orqali o'qituvchining yuklamasi, darsga tayyorgarlik darajasi, ilmiy faoliyati va ijtimoiy ishlari avtomatik tarzda qayd etilishi mumkin. Masalan, "Hemis" tizimiga o'qituvchi tomonidan kiritilgan materiallar, talabalar bilan olib borilgan ilmiy loyihalar yoki to'garak ishlari tizim orqali monitoring qilinib, ularning umumiy mehnat hajmiga avtomatik qo'shilishi mumkin.

Shuningdek, oliy ta'lim muassasalarida hozirgi kunda turli darajadagi **modemogramma** va hisobotlarni tayyorlash, turli idora va tashkilotlarga muntazam ravishda statistik yoki ma'muriy ma'lumotlarni taqdim etish talablari ham o'qituvchilar zimmasiga qo'shimcha yuk bo'lib tushmoqda. Xususan, kafedra professor-o'qituvchilari tarkibi, ularning ilmiy unvonlari, pedagogik tajribasi, o'quv yuklamalari va boshqa ma'lumotlarni muntazam yangilab turish, turli ish rejalari, yig'ilish bayonnomalari, "yo'l xaritalari", o'tkazilgan tadbirlar va tarbiyaviy ishlarga oid hisobotlarni tayyorlash ko'plab vaqt va kuch sarfini talab etadi.

Bundan tashqari, **kontrakt to'lovlarini amalga oshirmagan talabalar bilan ishlash**, ularni ogohlantirish, tushuntirish xatlari tayyorlash, ota-onalar yoki homiylar bilan muloqot o'rnatish kabi ishlar ham bevosita o'qituvchilar yoki kafedra mudirlari zimmasiga yuklanmoqda. Bu esa ularning asosiy vazifasi — ta'lim jarayonining sifatini oshirish, ilmiy izlanishlar olib borish va talabalarga zamonaviy bilim berish uchun ajratilishi kerak bo'lgan vaqtni qisqartirib yuboradi.

Amaliyot shuni ko'rsatadiki, ko'plab oliy ta'lim muassasalarida bu jarayonlar hanuzgacha **qo'lda bajariladi** yoki bir-birini takrorlaydigan shaklda yuritiladi. Masalan, bir xil ma'lumot turli formatlarda — Excel jadvallari, rasmiy xatlar yoki tizimlar uchun qayta-qayta tayyorlanadi. Natijada, bir professor-o'qituvchi o'quv yili davomida o'z fanidan dars berishdan tashqari, o'rtacha 40-60 soatgacha vaqtini turli shakldagi ma'muriy hujjatlar tayyorlashga sarflaydi.

Bu holatni bartaraf etish uchun, eng avvalo, **raqamli boshqaruv mexanizmlarini soddalashtirish va yagona ma'lumotlar bazasini shakllantirish** zarur. Masalan, bir marotaba kiritilgan ma'lumot barcha tizimlar uchun avtomatik tarzda yangilanadigan bo'lsa, o'qituvchilarning ortiqcha hisobot yuklamasi kamayadi. Shuningdek, "Hemis" yoki "Edu.uz" kabi platformalarda **kafedra darajasidagi ma'muriy hisobot moduli** joriy qilinsa, barcha jarayonlar onlayn tarzda, bir xil formatda yuritilishi mumkin bo'ladi.

Shu bilan birga, ma'muriy va tashkiliy vazifalarni **maxsus tayinlangan texnik kotiblar yoki raqamli ma'lumotlar operatorlari** orqali bajarish amaliyotini yo'lga qo'yish ham samarali natija beradi. Masalan, ayrim xorijiy universitetlarda o'qituvchilar faqat o'quv va ilmiy faoliyat bilan shug'ullanadi, barcha hujjatlar tayyorlash, talaba kontrakt holatini kuzatish yoki ma'lumotlarni yangilash kabi jarayonlar maxsus ma'muriy xodimlar tomonidan yuritiladi. Shu modelni O'zbekiston oliy ta'lim tizimiga moslashtirish orqali o'qituvchilarning vaqt resurslarini tejash va ularning pedagogik faoliyat samaradorligini oshirish mumkin.

- Farg'ona vodiysi hududida faoliyat yuritayotgan oliy ta'lim muassasalari bitiruvchilarining asosiy iste'molchilari — bu mintaqadagi yirik sanoat korxonalari, ishlab chiqarish birlashmalari va

innovatsion texnoparklardir. Ushbu korxonalar o'z faoliyatini samarali tashkil etish va raqobatbardosh mahsulot ishlab chiqarish uchun har tomonlama yetuk, chuqur bilimga ega, amaliy tajribaga ega bo'lgan yuqori malakali muhandis-texnik kadrlarni talab qiladi. Shu sababli, oliy ta'lim muassasalari bilan ishlab chiqarish sektori o'rtasida uzviy hamkorlikni yo'lga qo'yish, o'zaro manfaatdorlik asosida ishlash mexanizmlarini mustahkamlash dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi.

- Bu borada, eng avvalo, **sanoat korxonalari va universitetlar o'rtasidagi hamkorlikni tartibga soluvchi huquqiy va me'yoriy asoslarni** yaratish zarur. Amaldagi hamkorlik ko'pincha og'zaki kelishuvlar yoki qisqa muddatli memorandumlar bilan cheklanib qolmoqda, natijada uning samarasi uzoq muddatli tizimli natijaga aylanmayapti. Shu bois, yirik buyurtmachi korxonalarning ehtiyojlaridan kelib chiqib, **“universitet-sanoat” integratsiyasini** huquqiy jihatdan mustahkamlovchi normativ hujjatlar ishlab chiqilishi lozim.

- Masalan, Farg'ona neftni qayta ishlash zavodi, Quvasoysement, Farg'onaazot, “Artel” mintaqaviy zavodlari kabi yirik sanoat sub'yektlari o'z faoliyatida universitetlar bilan hamkorlikni chuqurlashtirish orqali mutaxassis kadrlarni to'g'ridan-to'g'ri amaliyotdan o'tkazish, ishlab chiqarish muammolari bo'yicha talabalar bitiruv loyihalarini yo'naltirish imkoniyatiga ega bo'lishadi. Shu orqali ishlab chiqarish ehtiyojlariga mos kadr tayyorlash tizimi shakllanadi.

- Huquqiy jihatdan bunday tizimni joriy etish uchun, **“Buyurtmachi korxona-universitet-talaba”** o'rtasidagi uch tomonlama shartnoma mexanizmini ishlab chiqish muhimdir. Bunda korxona nafaqat bitiruvchining amaliyot bazasini, balki uning keyingi bandligini ham kafolatlaydi. Universitet esa o'quv rejalari va fan dasturlarini korxona talabalariga muvofiq yangilab boradi. Talaba esa o'z navbatida, ishlab chiqarishdagi real jarayonlar bilan tanishadi va bitiruv paytiga kelib amaliy tajriba orttiradi.

- Shu bilan birga, davlat darajasida **sanoat korxonalari tomonidan kadrlar tayyorlash jarayonida ishtirok etganlik uchun rag'batlantiruvchi mexanizmlar** joriy etilishi ham maqsadga muvofiqdir. Masalan, korxona mutaxassislarining dars jarayonlariga jalb etilishi, laboratoriya bazalarini modernizatsiya qilishda ko'mak berishi yoki amaliyot o'rinlari yaratishi uchun soliq imtiyozlari yoki grant tizimi orqali rag'bat berilishi mumkin.

- Amaliy jihatdan, bu kabi yondashuvlar allaqachon ayrim xorijiy davlatlarda o'zini oqlagan. Masalan, Germaniyada “Dual ta'lim tizimi”da korxonalar o'qitish jarayonida bevosita ishtirok etadi, shogirdlar haftaning bir qismini zavodda, qolgan qismini o'quv muassasasida o'tkazadi. Shu kabi tajribani Farg'ona vodiysi sharoitiga moslashtirish orqali, mintaqaning sanoat salohiyatiga to'g'ridan-to'g'ri xizmat qiluvchi, amaliy ko'nikmaga ega bitiruvchilarni tayyorlash imkoniyati yaratiladi.

- “Mutaxassislikka kirish” fanini 2 semestr davomida o'qitishni tashkil qilish. Bunda 1-semestrda oliy ta'lim tizimi, universitet tarixi va talabalar uchun yaratilgan sharoitlar, talabalarning huquqlari va burjlari, o'quv mashg'ulotlari turlari va ularga tayyorlanish to'g'risida tushunchalar berish, 2-semestrda esa yo'nalish bo'yicha umumiy tushunchalar, faoliyat turlari, obyektlari, bakalavrlarga qo'yiladigan talablar, ishlab chiqarish tarmoqlari va ulardagi asosiy muammolar to'g'risida bu muammolarni bartaraf qilish bo'yicha dunyoda va kafedrada olib borilayotgan ilmiy tadqiqot ishlarining maqsadi, mazmun va mohiyatini talabalarga yetkazish va tushuntirish. O'quv yili davomida talabalar orasidan qobiliyatli, zehinli, yangicha fikrlaydigan, yangiliklarga qiziquvchi talabalarni ajratib olish va yetakchi professor o'qituvchilarga biriktirish. Ularga magistrlik va doktorlik dissertatsiyasi doirasida mavzularni shakllantirish va bu orqali ular bilan individual ishlash;

- Zamonaviy ta'lim-tarbiya tizimida asosiy e'tibor jarayonning sifatiga, natijadorlikka va ijodkorlikka qaratilishi zarur. Shu nuqtayi nazardan, so'nggi yillarda ta'lim tizimida keng tarqalgan **qog'ozbozlik, ortiqcha hisobotlar va rasmiylashtirish ishlarini** keskin kamaytirish dolzarb masalalardan biri sifatida ko'rilmogda. Afsuski, ko'plab oliy ta'lim muassasalarida o'qituvchilar o'z vaqtining katta qismini dars jarayoniga bevosita aloqasi bo'lmagan hujjatlar tayyorlashga sarflashmogda.

Professor-o'qituvchilar zimmasiga yuklanayotgan turli darajadagi hujjatlar – dars jurnallari, fan dasturlari, hisobotlar, talabalarning mustaqil ishlarini hujjatlashtirish, guruh murabbiylari

tomonidan o'tkazilgan tarbiyaviy tadbirlarning bayonnomalari, fotosuratlar, dalolatnomalar va boshqa shu kabi rasmiy hujjatlar – ularning asosiy vazifasi bo'lgan ta'lim sifati va ilmiy izlanishlarga to'liq e'tibor qaratishiga to'sqinlik qilmoqda.

Bunday holat o'z navbatida ta'lim jarayonida **ijodkorlik, tahliliy fikrlash va innovatsion yondashuvlarning** sustlashuviga olib keladi. Shuning uchun professor-o'qituvchilarni imkon qadar ortiqcha byurokratik jarayonlardan ozod etish, ularning mehnatini samarali tashkil etish, dars jarayoniga tayyorgarlikka ko'proq vaqt ajratish imkoniyatini yaratish zarur.

Shu bilan birga, ta'lim muassasalarida **faoliyatni faqat hujjatlar asosida baholash amaliyotidan voz kechish** ham dolzarbdur. Ko'p hollarda o'qituvchining faoliyati hujjatlar to'g'ri rasmiylashtirilganligi yoki tadbir fotosuratlarining mavjudligi bilan baholanadi. Bu esa ta'lim sifati yoki talabalarining bilim darajasini real aks ettirmaydi. Masalan, fan dasturi yoki dars jurnali mukammal to'ldirilgan bo'lishi mumkin, ammo bu o'qituvchining darsda innovatsion metodlarni qo'llaganini yoki talabalarni mustaqil fikrlashga o'rgatganini kafolatlamaydi.

Shu sababli, **baholash mezonlarini mazmuniy va sifat ko'rsatkichlariga** asoslash zarur. Ya'ni, o'qituvchining faoliyati hujjatlar soni yoki rasmiy tadbirlar bilan emas, balki:

- talabalarining o'zlashtirish ko'rsatkichlari;
- ilmiy-ijodiy faoliyat natijalari (maqolalar, patentlar, innovatsion ishlanmalar);
- talabalar tomonidan bajarilgan loyihalarning amaliy qiymati;
- darslarda interaktiv metod va axborot texnologiyalarining qo'llanilishi;
- bitiruvchilarning kasbiy muvaffaqiyatlari kabi **haqiqiy natijalar** asosida baholanishi

lozim.

Amaliy tajriba sifatida, ayrim xorijiy mamlakatlarda, masalan, **Finlyandiya va Niderlandiyada**, o'qituvchining faoliyati hech qachon qog'oz yoki foto-hisobotlar asosida emas, balki o'quvchilar (yoki talabalar)ning o'zlashtirishi, dars jarayonidagi interaktivlik darajasi, innovatsion g'oyalarning joriy etilishi orqali baholanadi. Shu kabi yondashuvni O'zbekiston oliy ta'lim tizimida joriy etish orqali byurokratik yuklamani kamaytirish va o'qituvchining asosiy faoliyatiga – ta'lim va ilmiy izlanishga – e'tiborni qayta yo'naltirish mumkin.

Oliy ta'lim muassasalarida faoliyat yuritayotgan professor-o'qituvchilar o'z diqqat-e'tiborlarini, eng avvalo, o'qitayotgan fanlarini chuqur o'zlashtirish, har bir mavzuni talabalarga to'liq va tushunarli tarzda yetkazish, dars jarayonida zamonaviy pedagogik texnologiyalar hamda innovatsion yondashuvlardan samarali foydalanishga qaratishlari lozim. Har bir mashg'ulot puxta tayyorgarlik asosida, talabalarining fikrlash qobiliyatini rivojlantiruvchi, ularni mustaqil o'rganishga undovchi uslublar bilan boyitilgan bo'lishi kerak.

Shuningdek, professor-o'qituvchilar darslarni quruq nazariya shaklida emas, balki amaliy misollar, tajribalar va interaktiv mashg'ulotlar orqali yanada mazmunli va qiziqarli o'tishga intilishlari zarur. Shu bilan birga, ular turli tashkiliy yoki ma'muriy ishlarni o'quv jarayoniga zarar yetkazmaydigan tarzda amalga oshirishlari maqsadga muvofiqdir.

Eng muhimi, asosiy e'tibor mashg'ulotlar sifati va talabalarining bilim darajasini oshirishga qaratilishi kerak. Chunki o'qituvchining kasbiy mahorati, pedagogik yondashuvi va dars o'tish sifati ta'lim jarayonining pirovard natijasi — raqobatbardosh, malakali mutaxassislarni tayyorlashda hal qiluvchi omil hisoblanadi.

Xulosalar

Yuqorida bayon etilgan fikr va takliflardan kelib chiqib, shuni ta'kidlash mumkinki, mamlakatimizda oliy ta'lim tizimini takomillashtirish bugungi kunning eng dolzarb masalalaridan biridir. Bu jarayonda ta'lim sifati, o'qituvchilarning kasbiy salohiyati hamda ularning mehnat sharoitlarini yaxshilashga qaratilgan tizimli islohotlarni davom ettirish muhim ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, professor-o'qituvchilarni ortiqcha qog'ozbozlik va byurokratik ishlardan ozod etish, ularning asosiy vaqtini o'quv jarayonini sifatli tashkil etish, darslarga puxta tayyorgarlik ko'rish va talabalar bilan samarali ishlashga yo'naltirish zarur.

Bundan tashqari, har bir o'qituvchi zamonaviy pedagogik texnologiyalar, raqamli ta'lim vositalari va innovatsion yondashuvlardan faol foydalanib, darslarni yanada interaktiv, mazmunli va hayotiy misollar bilan boyitilgan shaklda tashkil etishi lozim. Bu nafaqat talabalarining fanga

bo'lgan qiziqishini oshiradi, balki ularning mustaqil fikrlash, tahlil qilish va amaliy ko'nikmalarini shakllantirishga ham xizmat qiladi.

Shuningdek, oliy ta'lim muassasalarining moddiy-texnik bazasini mustahkamlash, ta'lim jarayonini xalqaro standartlarga moslashtirish va ilmiy-tadqiqot faoliyatini rivojlantirish orqali ta'lim sifati yanada yuqori bosqichga ko'tariladi. Natijada, oliy ta'lim tizimi jamiyat ehtiyojlariga mos, raqobatbardosh, ijodkor va yuksak salohiyatli mutaxassislarni tayyorlashning ishonchli manbaiga aylanadi. Bu esa o'z navbatida, mamlakatimizning iqtisodiy, ilmiy va ijtimoiy taraqqiyotiga sezilarli hissa qo'shadi.

Adabiyotlar

- [1]. Sadullaev, X., Tojiyev, R., & Mamarizaev, I. (2021). Experience of training bachelor-specialist mechanics. barqarorlik va yetakchi tadqiqotlar onlayn ilmiy jurnali, 1(5), 116-121.
- [2]. Sadullaev, X., (2005) Talabalarning ta'lim olishdagi faolliklarini oshirish. Talim sifati muammolari, 1(1), 95-114.

TA'LIM, MOLIYA VA DAVLAT XIZMATLARIDA BLOCKCHAIN VA WEB3 TEKNOLOGIYALARINING INNOVATSION YONDASHUVLARI

М.А. Махмудова, Ж.Х. Каримов

Farg'ona davlat texnika universiteti
muqaddasxonmahmudova2020@gmail.com, zasurk07@gmail.com
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Аннотация: В статье анализируется интеграция технологий Blockchain и Web3 в сферы образования, финансов и государственных услуг, их инновационные возможности и практическое применение. Изменения, происходящие в каждом секторе, освещаются на основе принципов эффективности, безопасности, прозрачности и децентрализованного управления, достигаемых за счет внедрения этих технологий. Особое внимание уделено также текущим проблемам, необходимости правового регулирования и будущим направлениям развития.

Ключевые слова: Блокчейн, Web3, образовательные технологии, цифровая идентификация, DeFi, смарт-контракт, государственное управление, инновационный подход, прозрачность, децентрализованная система, цифровая трансформация.

Abstract: This article analyzes the integration of Blockchain and Web3 technologies in the fields of education, finance and public services, their innovative capabilities and practical applications. The changes that are taking place in each area based on the principles of efficiency, security, transparency and decentralized management achieved through the introduction of these technologies are highlighted. Special attention is also paid to current problems, the need for legal regulation and future development directions.

Keywords: Blockchain, Web3, educational technologies, digital identity, DeFi, smart contract, public administration, innovative approach, transparency, decentralized system, digital transformation.

Annotatsiya: Ushbu maqolada Blockchain va Web3 texnologiyalarining ta'lim, moliya va davlat xizmatlari sohalariga integratsiyasi, ularning innovatsion imkoniyatlari va amaliy qo'llanilishi tahlil qilinadi. Har bir sohada mazkur texnologiyalarni joriy etish orqali erishilayotgan samaradorlik, xavfsizlik, shaffoflik va markazlashmagan boshqaruv tamoyillari asosida yuzaga kelayotgan o'zgarishlar yoritilgan. Shuningdek, dolzarb muammolar, huquqiy tartibga solish zarurati va istiqboldagi rivojlanish yo'nalishlariga ham alohida e'tibor qaratilgan.

Kalit so'zlar: Blockchain, Web3, ta'lim texnologiyalari, raqamli identifikatsiya, DeFi, aqlli kontrakt, davlat boshqaruvi, innovatsion yondashuv, shaffoflik, markazlashmagan tizim, raqamli transformatsiya.

Kirish. So'nggi yillarda axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining jadal rivojlanishi natijasida jamiyat hayotining barcha sohalarida raqamli transformatsiya jarayoni tezlashmoqda. Ayniqsa, Blockchain va Web3 kabi ilg'or texnologiyalar o'zining xavfsizlik, shaffoflik hamda markazlashmagan boshqaruv imkoniyatlari bilan ko'plab sohalarida innovatsion yondashuvlarni yuzaga keltirmoqda. Ushbu texnologiyalar nafaqat moliya tizimlarida, balki ta'lim va davlat xizmatlari sohalarida ham samarali qo'llanilishi bilan jamiyat rivojiga yangi yo'nalishlar ochmoqda.

Ta'lim sohasida bu texnologiyalar akademik ma'lumotlarning haqiqiylikini ta'minlash va o'quv jarayonlarini markazlashmagan platformalar orqali kengaytirishga xizmat qilsa, moliya tizimlarida DeFi va aqlli kontraktlar orqali xizmatlar avtomatlashtiriladi va xavfsizligi oshiriladi. Shuningdek, davlat xizmatlarida esa raqamli shaxs identifikatsiyasi, saylov tizimlarining shaffofligi va korrupsiyaga qarshi kurashish imkoniyatlari muhim o'rin tutadi. Ushbu maqolada Blockchain va Web3 texnologiyalarining ta'lim, moliya va davlat xizmatlarida yaratgan innovatsion yondashuvlari batafsil tahlil qilinadi.

Hozirda dunyoning ko'plab mamlakatlarida Blockchain va Web3 texnologiyalarini turli sohalarida joriy etish bo'yicha keng qamrovli islohotlar amalga oshirilmoqda. Ta'lim sohasida AQSh, Buyuk Britaniya va Avstraliyada blockchain asosida diplom va sertifikatlarni raqamlashtirish, soxtalashtirishning oldini olish uchun platformalar yaratish ishlari olib borilmoqda. Masalan, MIT va Universitet College London (UCL) kabi nufuzli ta'lim muassasalari o'z bitiruvchilari uchun blockchain asosida tasdiqlangan diplomlarni berishni boshladi.

Moliya sohasida esa Shveysariya, Singapur va Janubiy Koreya DeFi va aqlli kontraktlar texnologiyalarini joriy etishda yetakchi hisoblanadi. Singapur hukumati blockchain asosida davlat moliyaviy tizimini avtomatlashtirish, shuningdek, markazlashmagan moliyaviy xizmatlar uchun qulay infratuzilma yaratish yo'lida bir qancha loyihalarni amalga oshirmoqda. Shveysariya esa "Crypto Valley" loyihasi bilan blockchain sanoatini rivojlantirishda global markazga aylangan.

Davlat xizmatlarida Estoniya eng ilg'or davlat sifatida e'tirof etiladi. Bu mamlakatda fuqarolarni raqamli identifikatsiya qilish, saylovlarni blockchain orqali o'tkazish va davlat xarajatlarini shaffof qilish uchun keng qamrovli platformalar ishlab chiqilgan. Shuningdek, BAA (Birlashgan Arab Amirliklari) va Gruziya kabi davlatlar ham blockchain texnologiyasini sud tizimi, ko'chmas mulk ro'yxatga olish va ijtimoiy xizmatlar sohasida joriy etishga kirishgan.

So'nggi yillarda Blockchain va Web3 texnologiyalari jamiyat hayotining turli sohalarida inqilobiy o'zgarishlarni amalga oshirmoqda. Bu texnologiyalar markazlashmagan va xavfsiz tizimlarni yaratish imkonini berib, ayniqsa ta'lim, moliya va davlat xizmatlarida yangi innovatsion yondashuvlarni joriy qilishda muhim rol o'ynamoqda. Blockchain texnologiyasi ma'lumotlarning o'zgarimasligini ta'minlab, soxtalashtirish xavfini kamaytiradi, Web3 esa markazlashmagan internet ekotizimini yaratishda asosiy vosita sifatida ko'riladi (Imran Bashir, "Mastering Blockchain").

Ta'lim sohasida blockchain texnologiyasi o'quvchilarning sertifikatlari va diplomlarini raqamlashtirishda qo'llanilmoqda. Bu nafaqat hujjatlarning haqiqiylikini kafolatlaydi, balki ta'lim muassasalarining ishonchlilikini oshiradi. Masalan, EduChain va BlockCampus kabi platformalar ta'lim jarayonida ma'lumotlar xavfsizligi va shaffoflikni ta'minlashda samarali yechimlar taklif qilmoqda.

Moliya sohasida DeFi (markazlashmagan moliya) tizimlari blockchain va Web3 asosida moliyaviy xizmatlarni avtomatlashtirish va markazlashtirilgan vositachilarni kamaytirishga xizmat qiladi. Bu o'z navbatida moliyaviy operatsiyalarni tezlashtiradi, xarajatlarni kamaytiradi va xizmatlar ko'lamini kengaytiradi. Singapur, Shveysariya kabi mamlakatlar bu yo'nalishda yetakchilik qilib, DeFi platformalarini rivojlantirishga katta sarmoya kiritmoqda.

Davlat xizmatlarida esa blockchain texnologiyasi shaffoflikni oshirish va korrupsiyani kamaytirishda asosiy vosita hisoblanadi. Estoniya kabi ilg'or davlatlar raqamli identifikatsiya tizimlarini yaratib, saylov jarayonlarida blockchainni qo'llamoqda. Bu nafaqat xizmatlarning sifatini oshiradi, balki fuqarolarning davlatga bo'lgan ishonchini mustahkamlaydi.

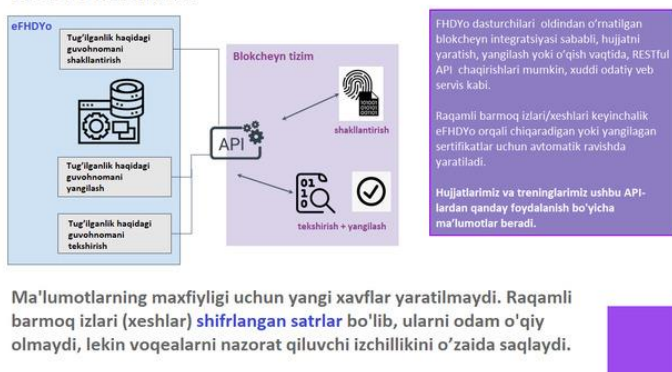
Biroq, ushbu texnologiyalarni joriy etishda texnik, huquqiy va madaniy muammolar ham mavjud. Yuqori energiya sarfi, maxfiylik masalalari va global standartlarning yo'qligi jiddiy to'siqlardan hisoblanadi. Shu bilan birga, fuqarolar va tashkilotlarning raqamli savodxonligini oshirish zarurati muhim ahamiyatga ega.

Kelajakda blockchain va Web3 texnologiyalarining integratsiyasi yanada kengayib, yangi innovatsion xizmatlar paydo bo'lishi kutilmoqda. Ayniqsa, ta'lim va moliya sohalarida sun'iy intellekt bilan birgalikda qo'llanilishi samaradorlikni oshiradi. Shuningdek, davlat boshqaruvida yanada shaffof va ishonchli tizimlarni yaratishda ushbu texnologiyalarning roli tobora oshadi.

Oddiy qilib aytganda, blokcheyn — bu ma'lumotlar xavfsiz tarzda saqlanadigan ma'lumotlar bazasi. Bunga har bir yangi yozuvni avvalgisi bilan bog'lash orqali erishiladi, natijada ma'lumotlar bloklardan tashkil topgan zanjir paydo bo'ladi (ingliz tilida «block chain» — bloklar zanjiri) — nomi ham shundan kelib chiqqan. Jismoniy jihatdan, blokcheyn ma'lumotlar bazasi taqsimlanadi, bu vakolatli foydalanuvchilarga ma'lumotlarni mustaqil tarzda qo'shish imkonini beradi. Ilgari saqlangan ma'lumotlarga o'zgartirish kiritish ilojisiz, chunki bu harakat zanjirni uzilishiga olib keladi va aynan shu «o'zgartira olmaslik» blokcheynni davlat ma'lumotlar bazalarida raqamli yozuvlarni saqlashning xavfsiz va ishonchli vositasiga aylantiradi.

Yevropa hududi va undan tashqaridagi ko'plab mamlakatlar tajribasiga tayangan holda, hozirgi kunda O'zbekistonda FHDYO (ZAGS) tizimida, keyinchalik esa Davlat soliq qo'mitasi va Sog'liqni saqlash vazirligida joriy etishni nazarda tutgan holda, blokcheynni sinovdan o'tkazish yo'lga qo'yildi. Axborot xavfsizligini va unga bo'lgan ishonchni ta'minlash O'zbekiston fuqarolariga yanada baxtli hayot kechirishlariga ko'maklashishga qaratilgan «2017–2021 yillarda O'zbekiston Respublikasini rivojlantirishning beshta ustuvor yo'nalishi bo'yicha yakunlangan Milliy Harakatlar strategiyasi»ning maqsadlarini aks ettiradi.

eFHDYo misolida...



1-rasm. Elektron FHDYodan foydalanish jarayoni.

hamda Belgiya, Niderlandiya va Lyuksemburgga tashkil etilgan o'quv safari natijasida olingan xulosalar O'zbekistonda kuchli huquqiy va siyosiy bazani yaratish, zarur raqamli infratuzilmani tashkil etish va mas'ul davlat amaldorlarining raqamli ko'nikmalari rivojlantirish zarurligini ko'rsatadi.

Blokcheyn uchun huquqiy asos doimiy innovatsiyalar va tajribalarni qo'llab-quvvatlashga qaratilgan bo'lishi kerak. BMTTD tadqiqotlari shuni ko'rsatadiki, blokcheynni davlat funksiyalariga kiritish turli sohalarda qonuniy va tartibga soluvchi talablarga rioya qilishni talab qiladi. Bular kriptο aktivlarini tartibga solish, smart-shartnomalarni bajarilishini ta'minlash, raqamli identifikatsiyani tartibga solish, ma'lumotlarni himoya qilish, ma'lumotlar maxfiyligi va yaxlitligini o'z ichiga oladi. Davlat sektorida bunday raqamli innovatsiyalarni qo'llab-quvvatlovchi siyosiy muhitni yaratish zarurati allaqachon «Raqamli O'zbekiston 2030» strategiyasida belgilangan.

O'zbekistonda FHDYO uchun blokcheyn yechimini ishlab chiqish uchun IT-kompaniya yollandi. 2022 yilda kerakli IT-infratuzilma o'rnatildi, u avvalroq sotib olingan tarmoq server uskunalari bilan takomillashtirildi. Shuningdek, respublika bo'ylab AKT xodimlari uchun ixtisoslashtirilgan treninglar tashkil etiladi.

Umuman olganda, blockchain va Web3 texnologiyalari ta'lim, moliya va davlat xizmatlarida nafaqat jarayonlarni avtomatlashtirish, balki jamiyatda ishonch, shaffoflik va samaradorlikni mustahkamlash yo'lida muhim omilga aylanmoqda. Shu bois, ularni keng joriy etish va doimiy rivojlantirish ustuvor vazifa hisoblanadi.

Natijalar. Blockchain va Web3 texnologiyalarining joriy etilishi ta'lim, moliya va davlat xizmatlarida sezilarli ijobiy natijalar beradi. Ta'lim sohasida blockchain asosida diplomi va sertifikatlarining raqamlashtirilishi soxtalashtirish holatlarini kamaytirib, ta'lim muassasalarining ishonchliligini oshirdi. Shu bilan birga, talabalarning o'z faoliyatini nazorat qilish va baholash tizimlari ancha shaffof va samarali bo'lib, shaxsiylashtirilgan o'quv jarayonlarini qo'llab-

quvvatlash imkoniyati yaratildi. Moliya sohasida markazlashmagan moliya (DeFi) platformalarining rivojlanishi orqali an'anaviy moliya vositachilari bilan bog'liq xarajatlar kamayib, tezkor va xavfsiz moliyaviy operatsiyalar amalga oshirilmoqda.

Davlat xizmatlarida esa blockchain texnologiyasi shaffoflikni oshirish va korrupsiyaga qarshi kurashishda muhim rol o'ynadi. Estoniya, BAA va boshqa ilg'or davlatlarda raqamli identifikatsiya, saylov tizimlari va ko'chmas mulk registri kabi xizmatlar blockchain yordamida raqamlashtirilib, fuqarolar uchun qulay va ishonchli davlat boshqaruvi shakllantirildi. Bu esa davlat va fuqarolar o'rtasidagi ishonchni mustahkamlashga xizmat qilmoqda. Umuman olganda, ushbu texnologiyalar jamiyat hayotining samaradorligini oshirish va raqamli transformatsiyani tezlashtirishga katta hissa qo'shmoqda.

Xulosa. Bugungi kunda Blockchain va Web3 texnologiyalari ta'lim, moliya va davlat xizmatlarida innovatsion yondashuvlarni amalga oshirishda muhim vosita hisoblanadi. Ularning asosiy afzalliklari – ma'lumotlarning xavfsizligi, shaffofligi va markazlashmagan boshqaruv tizimlarini yaratish imkoniyati. Ta'limda soxtalashtirishga qarshi kurashish, moliyada xizmatlarni avtomatlashtirish va davlat xizmatlarida korrupsiyani kamaytirish kabi sohalarda ushbu texnologiyalar samarali yechimlarni taqdim qilmoqda.

Shuningdek, blockchain va Web3 texnologiyalarining kengroq qo'llanilishi zamonaviy jamiyatda raqamli ishonchni mustahkamlash, samaradorlikni oshirish va yangi xizmatlarni yaratishda muhim rol o'ynaydi. Shu bilan birga, texnologiyalarni joriy etishda yuzaga keladigan texnik va huquqiy muammolarni hal etish uchun xalqaro hamkorlik va innovatsion siyosatlarni rivojlantirish zarur. Kelajakda bu yo'nalishda izchil izlanishlar va takomillashtirishlar davom etadi, bu esa barcha sohalarda yangi imkoniyatlar va taraqqiyotga olib keladi.

Adabiyotlar

- [1]. Mahmudova, M., & Abdullayev, A. (2023, October). HAR BIR WEB-ISHLAB CHIQUVCHI BILISHI KERAK BO 'LGAN WEB-TEKNOLOGIYALAR. In Conference on Digital Innovation: "Modern Problems and Solutions".
- [2]. Mahmudova, M. (2023, October). MA'LUMOTLAR TUZILMASI VA ALGORTIMLASHNING TAHLILI JARAYONI. In Conference on Digital Innovation: "Modern Problems and Solutions".
- [3]. Mahmudova, M., & Toxirova, S. (2023, October). MULTISERVISLI TARMOQ XAVFSIZLIGIDA NEYRON TARMOQLARINI O 'RNI. In Conference on Digital Innovation: "Modern Problems and Solutions".
- [4]. Zulunov, R. M., & Mahmudova, M. (2022). Sun'iy intellektning insoniyat faoliyatida tutgan o 'rni va neyrokibernetika sohasi. Journal of Integrated Education and Research, 1(7), 2-7.
- [5]. Mahmudova, M., & Kodirov, A. (2023, October). ANALYSIS OF SOFTWARE VERSION CONTROL SYSTEMS. In Conference on Digital Innovation: "Modern Problems and Solutions".
- [6]. Mahmudova, M., & Zulunov, R. (2023). TIBBIYOT MUASSASALARIDA ELEKTRON NAVBAT TIZIMI. Потомки Аль-Фаргани, 1(2), 53-57.
- [7]. Xolmatov, A. A., Karimov, J. X., & Xayitov, A. M. (2021). Effect of crystallizer catalyst on properties of glass-crystalline materials. EPRA International Journal of Research and Development (IJRD), 273-275.
- [8]. Каримов, Ж. X., & Фозилов, И. Р. (2020). Управление многостадийными процессами путём оптимизации глобальных целей системы. Universum: технические науки, (3-1 (72)), 16-20.
- [9]. Karimov, J. (2022). Software Technologies for Research and Development of Linguistic Models. AMERICAN JOURNAL OF SOCIAL AND HUMANITARIAN RESEARCH.
- [10]. Каримов, Ж. X. (2021). Процедуры оптимизации глобальных целей системы управления многостадийными процессами. Universum: технические науки, (11-1 (92)), 48-52.
- [11]. Abdullaevich, H. E., & Karimov, J. X. (2022). Principles of Development of the Modeling Process. Texas Journal of Multidisciplinary Studies, 7, 391-393.
- [12]. Karimov, J., & Raximov, A. (2023, October). Ishonchli bardoshli kripto algoritmlar shifrlarini deshifrlash masalalari. In Conference on Digital Innovation: "Modern Problems and Solutions".
- [13]. Karimov, J. (2023, October). Ochiq tizimlarning etalon modeli va axborot xavfsizligini taminlash usullari. In Conference on Digital Innovation: "Modern Problems and Solutions".

ВЛИЯНИЕ ОРИЕНТИРОВАННОЙ ДЕФОРМАЦИИ НА ГЛУБОКИЕ УРОВНИ ПРИМЕСЕЙ И РАДИАЦИОННЫХ ДЕФЕКТОВ В КРЕМНИИ

Н.А. Султанов

Ферганский государственный технический университет

n.sultanov@gmail.com

(Получена 15.09.2025 г.)

Abstract: The results of a DLTS study on the strain sensitivity of radiation defect (RD) levels and impurity atoms are presented. A high sensitivity (100–150 meV/GPa) to oriented deformation was found for the RD level $E_c-0.33$ eV, which is formed after annealing of irradiated n-type silicon. The ionization energies of other investigated levels, including the A-center, show significantly weaker dependence on pressure. The strain sensitivity of the E- and K-center levels increases after low-temperature annealing, while other parameters and the symmetry of the centers remain unchanged.

Keywords: DLTS, strain sensitivity, oriented deformation, radiation defects, low-temperature annealing, center symmetry.

Аннотация: Приведены результаты исследования с помощью DLTS тензочувствительности уровней радиационных дефектов (РД) и примесных атомов. Обнаружена высокая (100–150 мэВ/ГПа) чувствительность к ориентированной деформации уров $E_c-0,33$ эВ, которой образуется после отжига облученного n-Si, а также А-центра. Энергии ионизации других исследованных уровней значительно слабее зависят от давления. Тензочувствительность уровней Е-и К-центров возрастает после низкотемпературного отжига, но другие параметры и симметрия центров не изменяются.

Ключевые слова: DLTS, тензочувствительность, ориентированной деформации, радиационных дефектов, низкотемпературного отжига, симметрия центров.

Annotatsiya: DLTS usuli yordamida nurlanish defektlari (ND) sathlari va kirishma atomlarining deformatsiyaga sezuvchanligi o'rganildi. Yo'naltirilgan deformatsiyaga yuqori sezuvchanlik (100–150 meV/GPa) nurlanishdan keyin pishirilgan n-turdagi kremniyda hosil bo'ladigan $E_c-0,33$ eV darajasi uchun aniqlangan. Tadqiq qilingan boshqa sathlarning, jumladan, A-markazning ionlanish energiyasi bosimga ancha zaif bog'liq ekani kuzatildi. E- va K-markaz sathlarining deformatsiyaga sezuvchanligi past haroratli pishirishdan so'ng ortadi, biroq markazlarning boshqa parametr va simmetriyasi o'zgarmaydi.

Kalit so'zlar: DLTS, deformatsiyaga sezuvchanlik, yo'naltirilgan deformatsiya, nurlanish defektlari, past haroratli pishirish, markaz simmetriyasi.

В последние годы широкое применение для изучения центров с глубокие уровни (ГУ) нашала нестационарная емкостная спектроскопия-DLTS. Этот метод имеет высокую чувствительность и позволяет изучать малые концентрации центров с ГУ, в том числе не парамагнитные центры и центры безизлучательной рекомбинации. Однако метод DLTS в сочетании с ориентированной деформации был использован для исследования ГУ сравнительно недавно [1] В этой работе было измерено влияние давления P на свойства А центра в кремнии. Влияние одноосной деформации на параметры других ГУ в кремнии исследовано сравнительно слабо [2-4]

Целью данной работы было предварительное изучение влияния ориентированной деформации на параметры ГУ, образованных радиационными дефектами (РД) и атомами примеси в кремнии.

Образцы и методы измерения

Для изготовления образцов применяли преимущественно кремний марок КЭФ-5 КДБ-10 с удельным сопротивлением $\rho \approx 5$ и 10 Ом.см, соответственно. Измерения DTLS, выполненные с помощью напыленных барьеров Шоттки, показали, что в исходном кремнии суммарная концентрация ГУ не превышала 10^{11} см⁻³

Длинные стороны образцов были ориентированы вдаль осей [111], [110] и [100]. На одной из сторон образцов создавали барьеры Шоттки путем напыления Au на n-Si или Sb на p-Si. В некоторых случаях были использованы p-n переходы, созданные диффузией до легирования кремния центрами с ГУ.

Образцы для исследования РД имели те же размеры и ориентацию. В качестве выпрямляющих контактов использовались как барьеры Шоттки, так и диффузионные p - n переходы. Облучение Si производилось γ -квантами изотопа ^{60}Co при 300 К и интенсивности источника $3,4 \cdot 10^{12}$ кв/см²с. Доза облучения Φ не превышала обычно $1 \cdot 10^{18}$ кв/см², т.к. при большем Φ происходила компенсация базы и она становилась слишком высокоомной для измерения DLTS.

Измерения спектров DLTS производились в режиме постоянной емкости, отношение времен регистрации напряжения $t_2/t_1=3$, окно стробирования изменялись в пределах 0,5-500 мс, напряжение на диоде обычно не превышало 10 В.

Одноосную деформацию создавали с помощью рычажной системы, которая по своей конструкции была почти аналогична описанной в работе [1]. Используемая система позволяла создавать давление до 4 ГПа при площади образца 1 мм².

Изменение E_a оценивалось по температурному смещению пика DLTS

$$\Delta E_a = E_a(0) - E_a(P) = E_a(0) \left(\frac{T_1}{T_2} - 1 \right) = E_a(0) \frac{\Delta T}{T},$$

где $E_0(0)$ и $E_a(P)$, T_1 и T_2 – энергии ионизации ГУ – и температуры

А-центр имел высокую чувствительность к одноосному давлению. направлениях [100] и [111] а в табл. 1.

Л-центр имеет высокую тензочувствительность, и при $P > 0,4$ ГПа происходит расщепление пиков DLTS во всех кристаллографических направлениях. На рис.1 в качестве примера приведении зависимость пика DLTS в направлении [111] от P .

Таким образом, из исследованных ГУ, создаваемых РД и примесными атомами, только уровни А- и Л-центров имеют заметную тензочувствительность и происходит их расщепление под действием ориентированной деформации. Еа других исследованных ГУ значительно слабее завист от P .

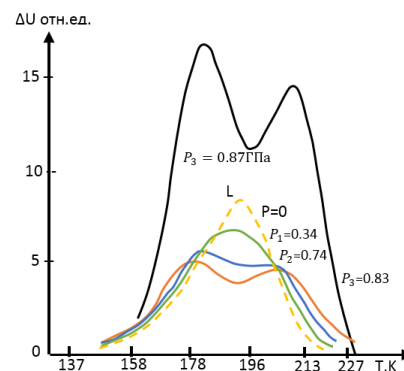


Рис.1. Изменение пика DLTS Л-центра при давлении вдоль оси (III). Цифры на кривых показывают величину P в ГПа.

Список литературы

- [1]. Lamp C.D., Fermer J.W., Meese J.M.-Rev. Sci. Instr., 1984, v.55, N2 p. 210-212.
- [2]. Лебедев А.А., Султанов Н.А. Пьеземкостная спектроскопия радиационных дефектов в p -Si ФТП, 1987, т.21, в.12, с 2149-2151.
- [3]. Лебедев А.А., Султанов Н.А. Влияние ориентированной деформации и- облучения на уровни платины в кремнии- ФТП 1988, т.22, в 1, с.16-19
- [4]. Лебедев А.А., Султанов Н.А. Экке В. Влияние одноосного давления на нестационарную емкостную спектроскопию глубоких уровней в Si (Zn).- ФТП 1987, т.21, в 1, с.18-22
- [5]. Вопросы радиационной технологии полупроводников Под ред. Л.С. Смирнова Новосибирск: Наука, 1980-296 с.

ISSIQLIK REAKSIYASINI SOZLASH UCHUN ULTRATOVUSH YORDAMIDA TAYYORLANGAN ALYUMINIY QOTISHMA KUKUNLARINI ISHLAB CHIQRISH VA O'RGANISH

J.A. Axmadaliyev

Farg'ona davlat texnika universiteti,
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Annotatsiya: Reaktiv alyuminiy (Al) qotishma kukunlari ilg'or ishlab chiqarish, birikmalar hosil qilish va energetik ilovalarda istiqbolli, ammo xavfsiz va boshqariladigan ishlab chiqarish usullari cheklangan. Biz ultratovush yordamida atomlash (UA) orqali mikron o'lchamdagi Al asosidagi kukunlarni

ishlab chiqdik, reaktivlik va jarayon barqarorligini muvozanatlash maqsadida. Al, Al–Cu, Al–Si va Al–Mg tizimlari sintez qilinib, ularning morfologiyasi, fazalari, issiqlik barqarorligi va oksidlanish xatti-harakati XRD, SEM va DTA/TGA yordamida o'rganildi. Natijalar ko'rsatadiki, qotishma tanlovi va UA orqali boshqarilgan mikrostruktur reaktivlikni, oksidlanish yo'llarini va issiqlik boshlanish nuqtalarini o'zgartirishi mumkin. Bu yondashuv mikron kukunlarining yonish va oksidlanish xatti-harakatini moslashtirish uchun ishlab chiqarish asosli ramka yaratadi.

Kalit so'zlar: Ultrasonik atomlash; Alyuminiy qotishmalari; Reaktiv kukunlar; Oksidlanish xatti-harakati; Issiqlik oksidlanishi; Kukun mikrostrukturasi

Аннотация: Реакционноспособные порошки алюминиевых (Al) сплавов представляют большой интерес для передовых технологий производства, получения соединений и энергетических применений, однако безопасные и контролируемые методы их изготовления остаются ограниченными. В данной работе были получены микронные порошки на основе алюминия методом ультразвукового распыления (УР) с целью балансирования реакционной способности и стабильности процесса. Были синтезированы системы Al, Al–Cu, Al–Si и Al–Mg, а их морфология, фазовый состав, термическая стабильность и поведение при окислении изучены с использованием методов XRD, SEM и DTA/TGA. Результаты показали, что выбор сплава и микроструктура, управляемая ультразвуковым распылением, могут изменять реакционную способность, пути окисления и температуры начала тепловых процессов. Такой подход формирует производственную основу для адаптации поведения горения и окисления микронных порошков.

Ключевые слова: ультразвуковое распыление; алюминиевые сплавы; реакционноспособные порошки; поведение при окислении; термическое окисление; микроструктура порошков.

Abstract: Reactive aluminum (Al) alloy powders are promising for advanced manufacturing, compound formation, and energetic applications; however, safe and controllable production methods remain limited. In this study, micron-sized Al-based powders were produced via ultrasonic atomization (UA) to balance reactivity and process stability. Al, Al–Cu, Al–Si, and Al–Mg systems were synthesized, and their morphology, phase composition, thermal stability, and oxidation behavior were examined using XRD, SEM, and DTA/TGA. The results show that alloy selection and UA-controlled microstructure can alter reactivity, oxidation pathways, and thermal onset points. This approach establishes a manufacturing-based framework for tailoring the combustion and oxidation behavior of micron powders.

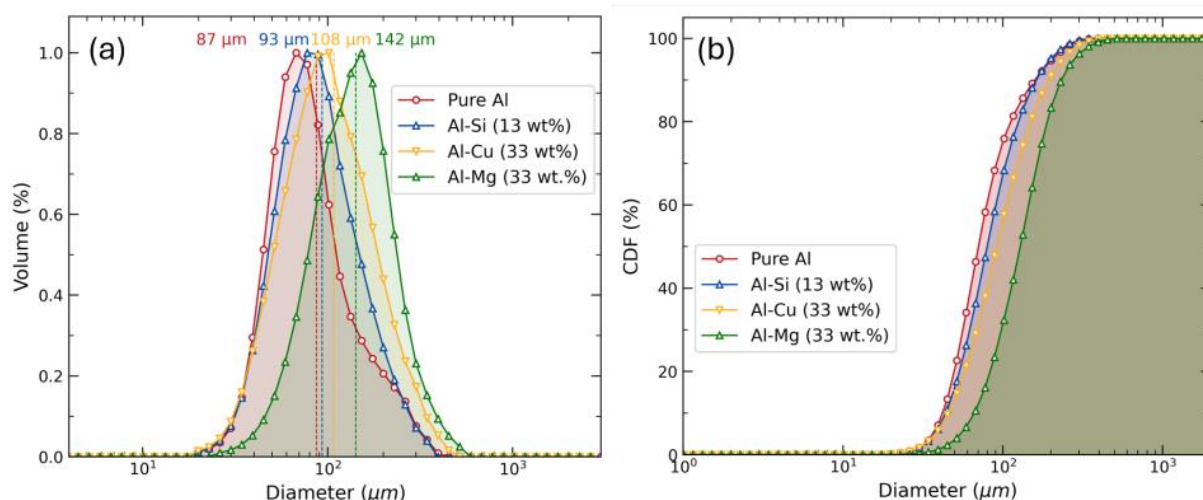
Keywords: Ultrasonic atomization; Aluminum alloys; Reactive powders; Oxidation behavior; Thermal oxidation; Powder microstructure.

Alyuminiy qotishma kukunlari yuqori tozalikka ega elementar xomashyo (ThermoFisher Scientific)dan ultratovush yordamida atomlash tizimi (Amazemet) orqali sintez qilindi. Elementar aralashma boron nitrid bilan qoplangan grafit idishga joylashtirilib, induksiya isitish kamerasi ichida ketma-ket 200 °C, 500 °C va oxir-oqibat 800 °C haroratgacha qizdirildi. Har bir harorat bosqichida inert atmosferani saqlash va adsorbsiyalangan moddalarni yo'q qilish uchun kamera argon bilan tozalandi. Qotishma eritmasi 800 °C da 5 daqiqa ushlab turildi, bu homojenlikni ta'minlash uchun zarur edi. Induksiya kamerasi bilan sonotrodni o'z ichiga olgan purkash kamerasi orasida dastlab taxminan –50 mbar bosim farqi yaratildi. Muhr rodini olib tashlagandan so'ng, induksiya kamerasi bosimi 50 soniya davomida 150 mbar dan 850 mbar gacha asta-sekin oshirildi, bu esa erigan metallning atomlash yuzasiga nazoratli va uzluksiz oqimini ta'minladi. Eritilgan oqim 60 kHz sonotrodga biriktirilgan uglerod tolali kompozit (CFC) plastinka ustiga tushdi. Dastlabki lahzalarda CFC yuzasi yetarli darajada namlanmagani sababli sochilish kuzatildi, ammo yuzaning to'g'ri namlanishi bilan barqaror atomlash tezda o'rnatildi. Sub-300 µm o'lchamdagi tipik atomlash hosildorligi og'irlik bo'yicha taxminan 80–90% ni tashkil qildi. Namuna sifatida qilingan qotishmalar tarkiblari quyidagilarni o'z ichiga oldi: sof Al (nazorat), Al–33Cu (33 wt.% Cu), Al–13Si (13 wt.% Si) va Al–33Mg (33 wt.% Mg). Ushbu tarkiblar o'zlarining ekvivalent nuqtalariga yaqin tanlandi, bu esa navbatma-navbat lamellar mikrostrukturani hosil qilishni rag'batlantiradi. Ekvivalentlar tizimlarida eng past erish nuqtasiga ega bo'lgani uchun, ular turli darajadagi ortiqcha qizdirish va uning natijaviy mikrostrukturaga ta'sirini keyingi tadqiqotlarda o'rganish imkonini beradi.

1a-rasmdagi normallashtirilgan zarracha o'lchamlari taqsimoti (PSD) ultratovush atomlash jarayonida tomchalar parchalanishi va qotishmasining shakllanishida qotishmaga bog'liq o'zgarishlarni aniq ko'rsatadi. Sof Al eng tor PSD ga ega (o'rtacha ~87 µm), bu esa eritmaning past

viskozligi va sirt tarangligi samarali kavitatsiya va kapillyar to'ldirish parchalanishini rag'batlantiradi degan tushuncha bilan mos keladi. Qotishmalar esa taqsimotni kengaytiradi va og'irlashtiradi: Al-Si (o'rtacha ~93 μm) va Al-Cu (o'rtacha ~108 μm) o'rtacha qiymatlarda, Al-Mg (33 wt.%) esa eng keng va eng og'ir (o'rtacha ~142 μm) bo'lib, bu yuqori samarali viskozlikka ishora qiladi. 1b-rasmdagi yig'indili taqsimotlar (CDF) ham shunday tendentsiyani ko'rsatadi (sof Al uchun qattiqroq egri chiziq, Al-Mg uchun esa asta-sekin egri).

Jadval 1 atomlashgan kukunlar uchun D10, D50 va D90 qiymatlarini jamlaydi (300 μm dan kattaroq flaklar va zarrachalar olib tashlangan). Keyingi bo'limlarda barcha struktura va issiqlik xarakteristikasi o'lchovlari 32–53 μm elak fraksiyasi yordamida bajarildi. PSD ishlab chiqarish hosildorligi uchun muhim ko'rsatkich bo'lsa-da, 32–53 μm kesimidan foydalanish XRD, SEM, TGA va DSC taqqoslashlari uchun bir xil asosni ta'minlaydi. Bu yondashuv qotishma qo'shimchalarining ta'sirini ajratib ko'rsatadi, o'lchamga bog'liq fizik va issiqlik xususiyatlaridagi o'zgarishlarni chiqarib tashlaydi.



1-rasm: (a) Atomlashdan keyingi Al-qotishma kukunlarining hajmga asoslangan zarracha o'lchami taqsimotlari (PSD); (b) Hajmga asoslangan PSDlarning yig'indili taqsimot funksiyalari (CDF).

Jadval 1

Ishlab chiqarilgan Al-qotishma kukunlarining (atomlashdan keyingi) zarracha o'lchami taqsimoti ko'rsatkichlari.

Alloy	D_{10} (μm)	D_{50} (μm)	D_{90} (μm)
Al	42	70	159
Al-Si	44	80	162
Al-Cu	45	91	194
Al-Mg	66	128	230

Ushbu tadqiqot qotishma tarkibi bilan ultratovush yordamida atomlashgan Al-asosli kukunlarning morfologik, issiqlik va fazaviy xususiyatlari o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlaydi. Shu natijalarga asosanib, bir nechta davom etayotgan ishlar bu tadqiqotning ko'lamini va ta'sirini kengaytirishga qaratilgan. Birinchidan, reaktivlik baholari hozircha faqat oksidlanish

sharoitida issiqlik tahlili bilan cheklangan; simni yoqish va yonish testlari olib borilmoqda, bu esa yonish sezgirligi, yonish samaradorligi va ilovaga mos talablar bo'yicha to'g'ridan-to'g'ri baholash imkonini beradi. Ikkinchidan, yuzani muhandislik qilish strategiyalarimasalan, past haroratli oksidlanish bilan konditsiyalash va jarayon optimallashtirilishi yaqin yuzadagi fazalar va morfologiyalarni moslashtirishga qaratilgan bo'lib, ular yonish va yonish xatti-harakatini nazorat qilishda muhim rol o'ynashi kutilmoqda. Nihoyat, CALPHAD-ga asoslangan termodinamik modellashtirish va mashina o'rganish yondashuvlarini integratsiya qilish rejalashtirilgan, yetarli miqdorda partiyaviy va tarkibiy ma'lumotlar to'planishi bilan. Ushbu ishlar prognozli

bog‘liqliklarni o‘rnatish va kelajakda keng ko‘lamli, yuqori samarali reaktiv kukunlar uchun qotishma dizaynini yo‘lga qo‘yishga xizmat qiladi.

Adabiyotlar

- [1]. EW Price and RK Sigman. “Combustion of aluminized solid propellants”. In: Solid propellant chemistry, combustion, and motor interior ballistics(A 00-36332 09-28), Reston, VA, American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc.(Progress in Astronautics and Aeronautics. 185 (2000), pp. 663–687.
- [2]. Ng Hsiao Yen and Lee Yiew Wang. “Reactive metals in explosives”. In: Propellants, Explosives, Pyrotechnics 37.2 (2012), pp. 143–155.
- [3]. Edward L Dreizin. “Metal-based reactive nanomaterials”. In: Progress in energy and combustion science 35.2 (2009), pp. 141–167.
- [4]. Frank C De Lucia Jr et al. “Commercial aluminum powders, Part I: Particle size characterization and slow heating rate thermal analysis”. In: Powder Technology 399 (2022), p. 117162.8
- [5]. EL Dreizin. “Phase changes in metal combustion”. In: Progress in Energy and Combustion Science 26.1 (2000), pp. 57–78.
- [6]. Dilip Srinivas Sundaram, Puneesh Puri, and Vigor Yang. “A general theory of ignition and combustion of nano- and micron-sized aluminum particles”. In: Combustion and Flame 169 (2016), pp. 94–109.
- [7]. Edward L Dreizin and Mirko Schoenitz. “Correlating ignition mechanisms of aluminum-based reactive materials with thermoanalytical measurements”. In: Progress in Energy and Combustion Science 50 (2015), pp. 81–105.
- [8]. Hongqi Nie, Mirko Schoenitz, and Edward L Dreizin. “Initial stages of oxidation of aluminum powder in oxygen”. In: Journal of Thermal Analysis and Calorimetry 125.1 (2016), pp. 129–141.

**INVESTIGATION OF THE GAS-DISCHARGE GAP IN IONIZATION CHAMBERS
BY PROBE METHOD**

M.I. Abdubannobov

Fergana state technical university,

moydinjonabdubannobov976@gmail.com Tel+998932119803

(Received on September 15 th, 2025.)

Annotation: *The article presents the results of studying the current-voltage characteristics of an ionization-type semiconductor photographic system by inserting a metal probe into the region of a gas discharge without disturbing its nature.*

Keywords: *gas discharge, gas discharge cell, photodetector, current-voltage characteristic, metallico probe, Townsend ionization coefficient.*

Аннотация: *В статье представлены результаты исследования вольт-амперных характеристик полупроводниковой фотографической системы ионизационного типа при введении металлического зонда в область газового разряда без нарушения его природы.*

Ключевые слова: *газовый разряд, газоразрядная ячейка, фотодетектор, вольт-амперная характеристика, металлический зонд, коэффициент ионизации Таунсенда.*

Annotatsiya: *Maqolada ionlash tipidagi yarimo‘tkazgichli fotosistemaning tabiatini buzmagani holda gaz razryadi hududiga metall zondni kiritish orqali uning joriy kuchlanish xarakteristikalarini o‘rganish natijalari keltirilgan.*

Kalit so‘zlar: *gaz razryadi, gaz razryad kamerasi, fotodetektor, tok kuchlanish xarakteristikasi, metall zond, Taunsend ionlanish koeffitsienti.*

Introduction.

Semiconductor photographic systems and spectral image converters of the ionization type have found a fairly wide application for high-speed spatiotemporal photographic diagnostics of laser infrared radiation. Currently, they are one of the most promising types of devices that form the basis of non-silver high- sensitivity photography.

Such issues as stabilization of various gas discharge devices, conversion of infrared radiation into visible radiation, image transmission and silver-free photographing, etc. are solved

using gas- discharge cells with a high-resistance semiconductor electrode. These cells use a narrow gas-discharge gap with a flat metal electrode and a plate made of a high-resistance and photosensitive semiconductor. In such a system, a semiconductor comes into contact with the gas discharge plasma. The presence of this contact significantly affects the properties of a gas discharge and radically distinguishes it from classical obstructed and barrier discharges. There is no unambiguous opinion about the mechanism of stabilization of a discharge with a semiconductor electrode and the physical interpretation of the processes in such a gas-discharge cell. However, the physical processes occurring in the contact between the semiconductor and the plasma play a decisive role in the formation of the discharge.

In the first derivatives of the current-voltage characteristic of a semiconductor probe placed in a neon gas-discharge plasma were measured. Under the influence of external radiation, the derived characteristics are shifted towards the electronic part. The displacement value is interpreted as the depth of penetration of the electric field into the semiconductor. Based on the dependence of the displacement potential of the maximum of the first derivative of the characteristic on the gas pressure at the same illumination, an interpretation of the displacement of the characteristics is given.

In , the current-voltage characteristics of a flat semiconductor probe placed in a helium gas-discharge plasma were measured. The effect of post-root radiation on the probe response is studied. It is found that under the action of radiation, the value of the probe current increases strongly, and the floating potential shifts towards the electronic part of the characteristic. The displacement value is interpreted as the depth of field penetration into the semiconductor. The first derivatives of the current- voltage characteristics of the semiconductor probe are also measured. Under the influence of external radiation, the derivatives of the characteristics also shift.

The purpose of this paper is to verify the correctness of this assumption, i.e., to study the potential distribution in the system elements and to study the current-voltage characteristics of the gas- discharge gap by probe measurements.

2. Experiment.

A schematic diagram of the semiconductor ionization photographic system is shown in Fig.. The photosensitive photodetector is a semi-insulating gallium arsenide, on one of the surfaces of which a translucent nickel contact is filed. The inner surface of the plate is separated from the surface of the recording layer by a gas gap . The recording layer is located on a transparent conducting counter-electrode , made, for example, of glass a plate covered with a conductive film . When a voltage is connected to the system, a gas discharge breakdown occurs, characterized in that there is a distributed semiconductor resistance in the discharge cell, which contributes to damping current instabilities. The resistance of a semiconductor completely determines the value of the current density over the cross-sectional area, and when the semiconductor is illuminated, it can control the value and distribution of current in the gas gap.

The main elements of ionization-type semiconductor photographic systems are (Fig. 1,a) a semiconductor photodetector (FP), a gas-discharge cell, and a recording medium. In these

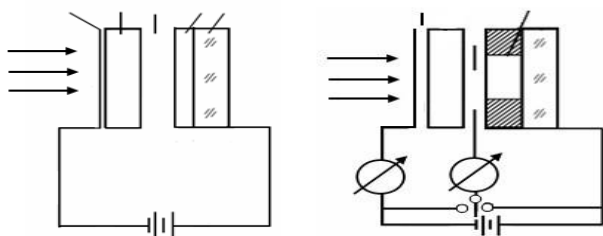


Рис.1. Схема ионизационной системы. 1-прозрачный электрод, 2-полупроводниковый фотоприемник.

systems, three types of amplification are implemented: 1) photoelementelectrical amplification when converting a photon flux into a photocurrent of a semiconductor photodetector; 2) plasma amplification of the photocurrent by power in a gas-discharge gap; 3) chemicaloptical gain in the recording medium exposed to the exposure to gas-discharge plasma.

The selection of the optimal mode and good coordination of these elements among themselves is the main factor in increasing the sensitivity of the system as a whole. Until now, based on ToIt was assumed that the current-voltage characteristics of the photodetector and the system coincide at $U \geq U_{pr}$. This meant

that the current-voltage characteristic of the gas discharge is strictly vertical, the differential resistance of the discharge gap is zero with high accuracy, and no voltage redistribution occurs in the system even in high light conditions. A ring-shaped nickel contact (hereinafter referred to as the probe) with an internal diameter of 11.5 mm was deposited on the surface of the semiconductor on the discharge side. At the same time, replaceable mica gaskets with hole diameters of 10.0 mm, 10.5 mm and 11.0 mm created a gas-calibrated gap and excluded the nickel probe from its direct participation in the discharge process, thus preserving the type of discharge characteristic of the ionization system.

Gradual approximation (in the limit to an infinitesimal distance, d) the use of a discharge gap to a metal ring-shaped probe, sprayed on the surface of the OP from the discharge side, using mica gaskets of different hole diameters that determine the gas-discharge space, is more successful, since it allows you to maintain the constancy of the operating mode when studying the electro-optical characteristics of the system. The VAC of the OP surface always remains linear, so the surface gap of the OP from the probe to the edge of the discharge gap will only change the slope of the VAC of the gas discharge, and with an infinitesimal approach of the probe to the discharge, a VAC close to the true can be observed. For the convenience of comparing the current-voltage characteristics of the system and the photodetector, a scheme with a single gas-discharge gap was chosen (in some variants, the photodetector is placed between two gas-discharge gaps). Otherwise,

the solid-state ohmic contact of the OP required to remove the semiconductor's I-V, changes the slope of this line characteristics by damping the input intensity. With the help of a diaphragm, a section of the AF with a diameter of 8 mm was illuminated, which is 2 mm smaller than the diameter in the mica gasket with the smallest hole. The current-voltage characteristics of the semiconductor and the gas-discharge gap of the system were measured according to fig. 1,6 at the entrance lighting $J = 2 \cdot 10^{-2} \text{ W / cm}^2$; gas pressure $P=50 \text{ mm Hg}$; gap thickness of 40 microns at different distances (750 microns, 500 microns, 250 microns) of the probe edge from the dark ring-shaped section of the gas discharge with a width of 1 mm. The current-voltage characteristic of the system was monitored for all measurements, and it remained virtually unchanged.

In Fig.3 reconstructed from graphs 2,3,4 of the previous figure, the dependences of the probe potential on d for three system current values: ($I=0,7 \text{ mA}$, $2-0.5 \text{ mA}$, $3-0.3 \text{ mA}$). A comparison of the current-voltage characteristics of the system as a whole, the photodetector and the discharge gap (Fig.2) indicates that at currents of $i > 150 \text{ UA}$ all characteristics of the photodetector and the system are almost identical, the slope of the current-voltage characteristic of the discharge decreases d 2), and the curves intersect the stress axis at the point 340 V (Fig. H), which coincides with the gas breakdown voltage (for this case U_{pr} it is determined by the point of intersection of the CVC of the system with the stress axis (Fig. 2, curve 1).

It should be noted that in ionization systems, a transparent electrode in the form of glass with a conductive layer is usually used as a counter electrode SnO_2 , which usually has a surface resistivity of the order of $100 \div 400 \text{ ohms. cm}$.

The slight discrepancy between the slopes of the current-voltage characteristic of the photodetector and the system, as well as the deviation of the current-voltage characteristic of the gas discharge (Fig.2) from verticality, is most likely explained by the shielding of the electron flow by the volume charge formed on the counterelectrode surface. When using metal plates, for example, Si, Ta, A, as a counterelectrode et al., the current-voltage characteristic of the system strictly coincides with the slope of the current-voltage characteristic of the OP.

Analyzing these results, it can be stated that by approaching the probe to the discharge edge, the value of the breakdown voltage can be determined U_{pr} for these parameters of the bit gap, which remains constant. It should be noted that when the input illumination changes, the

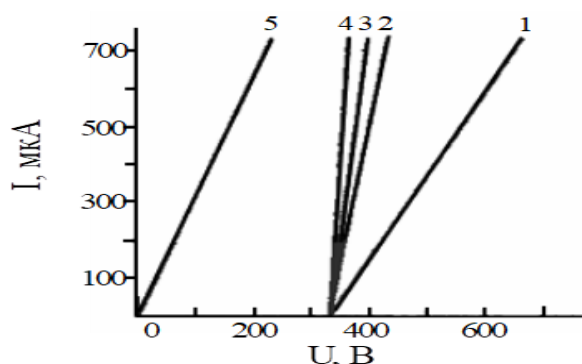


Figure 2. Volt-ampere characteristic: 1 - system, 2,3,4 - gas discharge, 5 - photodetector.

slope of the VAC of the gas-discharge gap does not change, i.e. the value of U_{pr} it remains constant. The steepness of the CVC of the system in the post-breakdown area increases with increasing light intensity.

Conclusion.

Summing up these results, we can conclude that the semiconductor electrode performs two functions simultaneously: it locally controls the current density of the gas-discharge gap and suppresses the instability of the uniform current distribution that is undesirable for the system operation. The

range of observed currents and the verticality of the current-voltage characteristic of the gas-discharge gap indicate that the systems operate in the region of a normal glow discharge. However, as already mentioned, the current lacing characteristic of this stage of discharge is absent in our case.

References

- [1]. Kh.T. Yuldashev, Sh.S. Akhmedov Physical properties at the contact semiconductor - gas discharge plasma in a thin gas discharge cell // Asian Journal of Multidimensional Research (AJMR) Vol 10, Issue 9, September, 2021
- [2]. S.Z. Mirzayev, X.T. Yo'ldashev Investigation of background radiation and the possibility of its limitation in a semiconductor ionization system. // ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal 2021, Vol : 11, Issue : 4, PP.1364-1369.
- [3]. Kh.T.Yuldashev,A.Tillaboyev,A.Komilov,X.I.SotvoldiyevTransition photoelectric processes in a superfluid gas-discharge cell with semiconductor electrodes// Academicia: An International Multidisciplinary Research Journal. 2020, T10, №5, PP.100-109.
- [4]. Kh.T. Yuldashev G.M.Qipchaqova, Z.I. Abdumalikova, G.M. Umurzakova The study of photoelectric and photographic characteristics of semiconductor photographic system ionisation type An International Multidisciplinary Research Journal 2020. T10, №5, PP72-82.
- [5]. Kh.T.Yuldashev, B.T.Abdulazizov Research Photoelectric And Photographic Characteristics Of The Converter Of The Image Of The Ionization Type // Scientific Bulletin of Namangan State University 2020. №10, с. 16-22.
- [6]. Kh.T.Yuldashev, Sh.S. Akhmedov, J.M.Ibrohimov Damping Cell From Gallium Arsenide With Plasma Contacts In An Extreme Gas Discharge Cell // Journal of Tashkent Institute of Railway Engineers 2020. T16, №1, с.36-41.
- [7]. Kh.T. Yuldashev, B.J. Akhmadaliev, Sh.S. Ahmedov, Q.M Ergashov Analysis Of Kinetics Of Image Formation On Bismuth Films Under Action Of Gas Discharge. // International Scientific Journal Theoretical and Applied Science. Philadelphia, USA 2020. Issue 04., Vol 84. PP. 839-843.
- [8]. Kh.T.Yuldashev, Q.M.Ergashev, J.M.Ibrokhimov, U.A.Madmarova, E.J.Alikhanov The study of Stability Combustion of the Gas Discharge in Sub-micron Gas-filled Cell with Semiconductor Electrode // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, Vol. 6, Issue 11 , November 2019, pp.11907-11911.

О МЕХАНИЗМАХ ЯДЕРНОЙ РЕАКЦИИ

J.S. Raximjonov

Ферганский государственный технический университет
+998945563388, jahongir_rahimjonov@mail.ru
(Получена 15.09.2025 г.)

Аннотация. Исследованы механизмы реакции синтеза ядер дейтерия и трития. Предложен промежуточный механизм реакции (между прямым ядерным взаимодействием и образованием составного ядра).

Ключевые слова: ядерный синтез, прямые ядерные взаимодействия, составное ядро.

Abstract. The reaction mechanisms for the fusion of deuterium and tritium nuclei were studied. An intermediate reaction mechanism (between direct nuclear interaction and the formation of a compound

nucleus) is proposed.

Key words: nuclear fusion, direct nuclear interactions, compound nucleus.

Annotatsiya. Deyteriy va tritiy yadrolarining birlashishi reaksiya mexanizmlari o'rganildi. oraliq reaksiya mexanizmi (to'g'ridan-to'g'ri yadroviy o'zaro ta'sir va birikma yadro hosil bo'lishi o'rtasidagi taklif qilingan..

Kalit so'zlar: yadro sintezi, to'g'ridan-to'g'ri yadroviy o'zaro ta'sirlar, birikma yadro.

На протяжении нескольких десятилетий проблема реализации управляемого термоядерного синтеза является одной из основных задач физики [1, 2]. В своей Нобелевской лекции академик В.Л. Гинзбург поставил ее на первое место среди физических проблем начала XXI столетия [1]. Однако в последние два–три десятилетия на первый план вышла задача практической реализации установок термоядерного синтеза нужд энергетики, что требует развития термоядерных технологий. С точки зрения получения энергии механизм конкретной термоядерной реакции не представляет интереса. Важно, что это — ядерная реакция, реализующаяся за счет ядерного (как проявления сильного) взаимодействия (в этом случае ее сечение достаточно велико), и что эта реакция — экзо энергетическая. Исследования по проблеме управляемого термоядерного синтеза, которые проводятся в нашей стране и за рубежом, по крайней мере, последние 40 лет (после образования под эгидой МАГАТЭ Международного совета по термоядерным исследованиям в 1970 г.), касаются, главным образом, технологий термоядерных реакторов. Исследования последних лет посвящены технологиям, материалам термоядерных реакторов, физике и диагностике плазмы, математическому моделированию процессов переноса в плазме (см. [3–5], а также материалы ежегодных Международных конференций по физике плазмы и управляемого термоядерного синтеза, проходящих в Звенигороде). Ведутся работы по проекту ITER [6, 7]. В последние 20 лет активно проводятся экспериментальные исследования по использованию в качестве топлива термоядерных реакторов смеси ядер дейтерия (D или ${}^{2}\text{H}1$) и трития (T или ${}^{3}\text{H}2$). В 1991 г. на европейской установке JET впервые получена D–T-плазма с малым содержанием трития [8]. В 1993г. в США на реакторе TFTR впервые осуществлен эксперимент по использованию 50% D–50% T-плазмы [9]. При этом непосредственно механизм реакции D–T-синтеза не представляет практического интереса.

Действительно, механизм реакций синтеза для практической реализации термоядерных энергетических установок не важен, представляет чисто теоретический интерес и лежит в области фундаментальных исследований. Физические энциклопедии и справочники трактуют его как “энергетический сдвиг” к средней части периодической системы Менделеева, как процесс образования сильно связанных ядер (с большей удельной энергией связи) из более “рыхлых”, как слияние (синтез) легчайших ядер в более тяжелые [10, 11]. При этом механизм этого слияния не конкретизируется. Известно, что возможны два принципиально различных механизма реакций синтеза с участием ядер дейтерия — дейтронов: образование составного ядра и неполное проникание дейтрона в ядро (последний механизм формально можно отнести к прямому ядерному взаимодействию). Обобщенная информация по таким реакциям приведена в работе [12].

Также известно, что при образовании составного ядра в выходном канале D–D-реакции чаще присутствуют нейтроны ($01n$), при прямом взаимодействии — протоны ($11p$) [12]. Причем в реакции неполного проникания дейтрона в ядро отношение числа протонов и нейтронов выходном канале D–D-реакции уменьшается с увеличением кинетической энергии дейтронов, в реакции с образованием составного ядра это отношение увеличивается. Такая закономерность является способом идентификации механизма D–D-реакции. Вопрос состоит в том, как идентифицировать механизм синтеза ядер дейтерия и трития при характерной для будущих энергетических установок кинетической энергии взаимного сближения (~ 100 кэВ, соответствующей максимальному сечению реакции), если в выходном канале реакции отсутствуют протоны? По данным работы [12], реакции D–T-синтеза чаще реализуются через образование составного ядра с высокой энергией возбуждения, значительно превышающей энергию отделения нуклона и α -частицы от ядра. Но и в этом

случае есть основания полагать, что механизм D–T-реакции отличается от традиционного механизма составного ядра, предложенного Н. Бором. Истинный механизм D–T-реакции, всегда реализующейся с испусканием нейтронов и α -частиц ($12\text{H}+13\text{H} \rightarrow 24\text{He}+01\text{n}$) неизвестен, однако согласно обобщениям, приведенным в работах [12, 13], возможны два варианта: неполное проникание дейтрона в ядро трития — три тон (прямое ядерное взаимодействие) и образование составного ядра.

Список литературы

- [1]. Тарханов В.И., Петухов В.В., Храмов А.В. Проблемы использования измерительной аппаратуры в учете ядерных материалов, радиоактивных веществ и радиоактивных отходов // Научное приборостроение. 2007. Т. 17, № 2. С. 67–71.
- [2]. НП-067-05 "Основные правила учета и контроля радиоактивных веществ и радиоактивных отходов в организации". Москва, 2005.
- [3]. Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. Введение. М.: Мир, 1990. 344 с.
- [4]. Рациональное численное моделирование в нелинейной механике. Сборник / Под ред. акад. О.М. Белоцерковского. М.: Наука, 1990. 294 с.

ТЕОРИИ ТРЕНИЯ РЕМНЯ ПО ШКИВУ

А.Т. Зияев

Ферганский государственный технический университет

ziyoziyayev592@gmail.ru

(Получена 15.09.2025 г.)

Аннотация. В статье обоснована необходимость теоретического определения силы трения на ведущем и ведомом шкивах ремня с помощью формулы.

Ключевые слова: шкив, ремень, натяжение, ведущий, ведомый

Abstract. This article explains the need to theoretically determine the friction force on the belt's driving and driven pulleys using a formula

Key words: pulley, belt, tension, leading, driven

Annotatsiya. Ushbu maqolada tasmani yetaklovchi va yetaklanuvchi shkivlardagi ishqalanish kuchini nazariy yo'l bilan aniqlash lozimligi formula yordamida asoslab berilgan.

Kalit so'zlar: tasma, taranglik, shkiv, yetaklovchi, yetaklanuvchi

Рассмотрим скольжение ремня на вращающемся шкиве радиуса R при различных значениях натяжения T_1 его ведомой ветви (рис. 1). Обозначим через T_2 натяжение ведущей ветви и будем считать, что оно является известной функцией

$$T_2 = f(T_1) \quad (1)$$

натяжения ведомой ветви. $T_2 > T_1$.

Будем считать, что в произвольном месте контакта шкива с ремнем удельное трение τ_1 стремящееся увлечь ремень, зависит лишь от удельного нормального давления G ремня на шкив, т.е.

$$\tau = \lambda(G) \quad (2)$$

Зная функцию $f(T_1)$ необходимо найти $\lambda(G)$ или решить обратную задачу. Уравнения равновесия элемента ремня ds представляются (рис.2) в виде

$$dT - \tau ds = 0, \quad Td\theta - G ds = 0, \quad (3)$$

где T – натяжение ремня в сечении с угловой координатой θ . Так как

$$ds = R d\theta \quad (4)$$

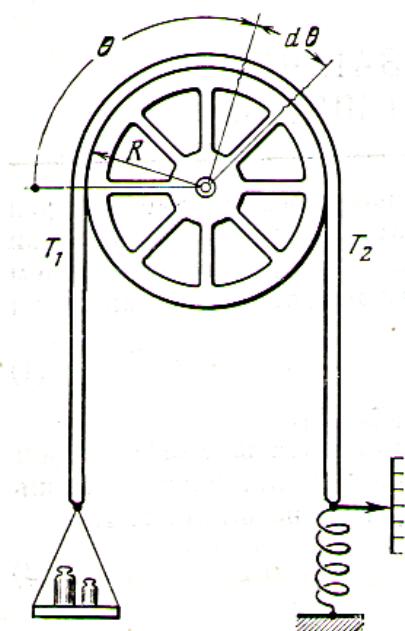


Рис. 1

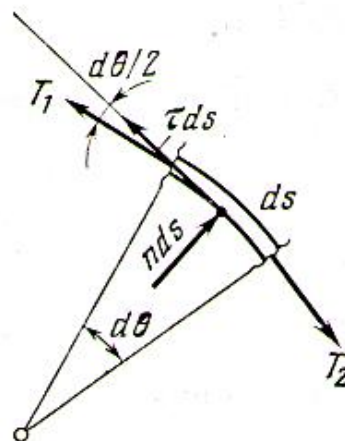


Рис. 2

то из уравнений (3) и обозначения (2) следует

$$T = R G, \quad dG = \lambda(G) d\theta \quad (5)$$

т.е. получаем следующее соотношение

$$\int_{G_1}^G \frac{dG}{\lambda(G)} = \theta \quad (6)$$

где $G_1 = T_1/R$, принимаем, что $\theta = 0$ при $G = G_1$, т.е. при $T = T_1$ (рис. 1).

В обратной задаче функцию $\lambda(G)$ следует считать заданной. Интеграл (G) можно представить аналитически, а иногда, в частности при задании функции $\lambda(G)$ в виде графика или таблицы. Рассмотрим два примера.

1. Предположим, что имеет место закон трения Кулона – Амонтона

$$\tau = \lambda(G) = \mu G, \quad (7)$$

где μ – коэффициент трения скольжения. Согласно (6) и (2), получаем

$$\int_{G_1}^G \frac{dG}{\lambda(G)} = \frac{1}{\mu} \ln \frac{G}{G_1} = \theta, \quad (8)$$

учитывая (5) имеем

$$T = T_1 e^{\mu\theta} \quad (9)$$

Приходим к известной формуле Эйлера. Пусть $\theta = \pi$, тогда

$$T_2 = T_1 e^{\mu\pi} \quad (10)$$

Натяжение T_2 ведущей ветви оказывается пропорциональным натяжению T_1 ведомой и характер зависимости $T_2 = f(T_1)$ таким же, как и у закона $\tau = \lambda(G)$.

2. Если справедлив закон

$$\tau = \alpha + \mu G \quad (11)$$

где α и μ – физические константы, то

$$\int_{G_1}^G \frac{dG}{\alpha + \mu G} = \frac{1}{\mu} \ln \frac{\alpha + \mu G}{\alpha + \mu G_1},$$

$$G = \frac{1}{\mu} [(\alpha + \mu G_1)e^{\mu\theta} - \alpha]. \quad (12)$$

Полагая $\theta = \pi$ и учитывая (5), получаем

$$T_2 = A + MT_1, \quad (13)$$

$$\text{где } A = \frac{R\alpha}{\mu} (l^{\mu\pi} - 1), \quad M = Re^{\mu\pi} \quad (14)$$

В данном случае соотношение между T_2 и T_1 имеет тот же характер, что и соотношение закона (II) между τ и G .

Список литературы

- [1]. Чернавский С.А. Курсовое проектирование Деталей машин. изд. Машиностроение. 1988г.
- [2]. Дунаев. П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин. Учеб. Пособие для студ. Техн. Спец. Вузов. –Издательская центр «Академия» 2003.-496с.
- [3]. М.Н Иванов Детали Машин изд. “Машиностроение” 1999г
- [4]. С.И. Ефимов. Н.А.Иващенко. Двигатели внутреннего сгорания. Конструирование и расчёт на прочность поршневых и комбинированных двигателей. Машиностроение.

TEXNOLOGIK JIHOZLARNING QOLDIQ RESURLARINI BASHORAT (PROGNOZ) QILISH

R.M. Tadjikuziyev, S.R. Mamatqulova

Farg'ona davlat texnika universiteti, Farg'ona,

E-mail: rahmatjontadjikuziev@gmail.com

E-mail: saida.mamatqulova.1989@gmail.com

[\(Qabul qilindi 15.09.2025 y.\)](#)

Annotatsiya: Mazkur maqolaning mohiyati, mamlakatimizda mashinasozlik tarmoqlarida chet-el kompaniyalaridan keltirilib foydalanilayotgan jixozlar, ular qismlari va mexanizmlariga texnik xizmat ko'rsatish va ularni ta'mirlash yoki boshqasi bilan almashtirishda muammolar kelib chiqmoqda. Ushbu muammo avtomobilsozlik va qishloq xo'jaligi sanoatlariga naqadar muhim ahamiyatga ega ekanligi va texnologik jarayonlarini qoldiq resurslari hisobi, yangi na'munalari va uslublari to'g'risida qisqa jarayonlarda faoliyat olib borilishi yoritib berilgan. Maqoladan tashqari ushbu sohadaqi yana turli uslublarda to'g'risida so'z yuritiladi.

Kalit so'zlar: Resurslar, qatlam, zagatovka, plankalar, qolip, shtamp, press, bolg'alash, puanson, matritsa, metalmas, po'lat, rangli metal, qotishmalar, elementlar, qoldiq, mashinasozlik, qishloq xo'jaligi, mexanizmlar, priborlar, dastgox. jixozlar, uskuna, qurilma, gidravlik, pnevmatik, operatsiya, texnika, texnologiya, shakl, parametrlar, teshik, kesish, qirqish.

Mashinasozlikda qo'llaniladigan jihozlarga texnik xizmat ko'rsatish muammolarini bartaraf etish nafaqat nosozliklar, kamchiliklarni bartaraf etish, balki qoldiq va bashorat qilinadigan resurslarni aniqlash uchun ham zarur bo'ladi. Bashorat qilish - bu avtomobilsozlik, og'ir mashinasozlik va qishloq xo'jalik mexanizatsiyasi ob'ektlarining ma'lum bir kelajakdagi vaqt me'yorlari oralig'idagi texnik holatini ko'rsatishdan iborat. Bunday texnik holatga ko'ra ta'mirlashgacha o'tishda hal qilinishi kerak bo'lgan eng muhim vazifalarni aniqlash demakdir. Bashoratlash jihozlar to'xtovsiz ishlashi muammolarini hal qilish, xususan, ob'ektlarni texnik holatiga ko'ra (muddat yoki resurs bo'yicha texnik xizmat ko'rsatish) rejali profilaktika va diagnostika ishlarini amalga oshirish uchun xam juda muhim jarayonlarni amalga oshirishdir [1].

Diagnostic muammolarni hal qilish usullari bilan ishlash kerak bo'lgan modellarning farqi tufayli bashorat qilish (prognozlash) muammolarini to'g'ridan-to'g'ri o'tkazish mumkin emas: diagnostika qilishda model odatda ob'ektning tavsifi bo'yicha o'tkazilsa, bashorat qilish yo'li bilan esa evolyutsiya jarayonining modelini talab doirasida, vaqt bo'yicha ob'ektning texnik va texnologik xususiyatlaridan kelib chiqib o'tkaziladi. Diagnostika natijasida har safar hozirgi vaqt (interval) uchun ko'rsatilgan o'zgarish jarayonining bittadan ko'p bo'lmagan "nuqtasi" aniqlanadi. Shunga qaramay, barcha oldingi diagnostika natijalarini saqlash bilan ob'ektni yaxshi tashkil etilgan diagnostika ta'minoti oldingi ob'ektning texnik xususiyatlarini o'zgartirish jarayonining rivojlanish tarixini (dinamikasini) ifodalovchi foydali va ob'ektiv ma'lumotlarni taqdim etishi mumkin bo'lgan prognozni tizimli ravishda tuzatish va uning ishonchliligini oshirish uchun ishlatiladi.

Qoldiq muddatini aniqlash uchun asos texnik diagnostika va uning ishlash shartlarini tahlil qilish natijalari hisoblanadi. Jihozni diagnostika qilish natijalari bo'yicha tuzilgan xulosada uning xavfsiz ishlashining ruxsat etilgan muddati yoki kafolatlangan qoldiq resursi bo'yicha ko'rsatmalar bo'lishi kerak. Ushbu resurs kelgusi operatsiyaning eng noqulay rejimi bilan aniqlanishi kerak. Agar jihozning qoldiq ish vaqti parallel ravishda bir nechta mezonlarga muvofiq aniqlansa (korroziya, noaniq yuklar, strukturaviy materialning mexanik xususiyatlarining o'zgarishi va boshqalar), u holda qoldiq xizmat muddati eng qisqarishini beradigan mezon bo'yicha olinadi. Shuni ta'kidlash kerakki, agar taxminiy qoldiq muddati 10 yildan oshsa, u 10 yilga teng deb olinadi [2].

Matematik modellar yordamida qoldiq resursni bashorat qilish:

Qoldiq resurs hisoblashning matematik usullari tashxisi qo'yilgan ob'ektda sodir bo'ladigan jarayonni tavsiflovchi matematik modellarni (qoidalar, bog'liqliklar) ishlab chiqish va ishlatishga asoslanadi. Model ob'ektning kelajakdagi texnik holatini hisoblash imkonini beradi.

Korroziyaga yoki eroziyaga uchragan jihozning xizmat qilish muddatini bashorat qilishda $Tk(e)$ xizmat muddatini hisoblash quyidagi munosabatlarga muvofiq amalga oshiriladi:

$$Tk(e) = (S_f - S_p) / a, \quad (1)$$

bu erda: S_f - haqiqiy minimal devor qalinligi, mm;

S_p - xisoblangan devor qalinligi, mm;

a - bir xil korroziya (eroziya) tezligi, mm / yil.

aning qiymati quyidagi bog'liqliklar bilan aniqlanadi. Jihozni tekshirish vaqtida olingan kuzatuv parametri $S_{ph}(t_1)$ ning bitta o'lchovi mavjud bo'lsa, u holda

$$a = (S_i + C_0 - S_f) / t_1, \quad (2)$$

bu yerda: S_i - ijro etuvchi devor qalinligi, mm;

C_0 - devor qalinligi uchun ortiqcha musbat dopuski, mm;

t_1 - operatsiya boshlanganidan to tekshirish vaqtigacha bo'lgan vaqt, yillar.

Jihozni navbatdagi tekshirish vaqtida $S_{ph}(t_2)$ va $S_{ph}(t_1)$ boshqariladigan parametrlarining ikkita o'lchovi bo'lsa, korroziya tezligi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$a = [S_f(t_2) - S_f(t_1)] / [(t_2 - t_1)] \times K_1 \times K_2, \quad (3)$$

bu yerda: birinchi va ikkinchi tekshiruv vaqtida $S_{ph}(t_1)$ va $S_{ph}(t_2)$ mos ravishda devorning haqiqiy qalinligi;

t_1 va t_2 - asbob-uskunalarining ishga tushirilishidan boshlab, mos ravishda, birinchi va ikkinchi tadqiqot momentigacha bo'lgan vaqt qiymati;

K_1 - ishonchlilik darajasi $g = 0,7 \dots 0,95$ bo'lgan kafolatlangan tezlikdan korroziyaning (eroziyaning) o'rtacha kutilayotgan tezligi o'rtasidagi farqni hisobga olgan holda koeffitsient;

K_2 - nazorat qilinadigan parametrlarning o'zgarishining aniqroq nochiziqli qonunlari bo'yicha hisoblangan tezlikdan farqli o'laroq, chiziqli qonun bo'yicha korroziya (eroziya) tezligini aniqlashda xatolikni hisobga oladigan koeffitsient.

K_1 va K_2 koeffitsientlari shu kabi uskunalar uchun korroziya (eroziya) tezligini hisoblash natijalarini tahlil qilish asosida tanlanadi. Agar bunday tahlil ma'lumotlari bo'lmasa, unda $K_1 = 0,5 \dots 0,75$ va $K_2 = 0,75 \dots 1,0$ ni olinadi. Bunday holda, koeffitsientlarning katta qiymatlari ahamiyatsiz haqiqiy korroziya (eroziya) bilan olinadi - yiliga 0,1 mm dan kam [3].

Qismlarning qoldiq muddati diagnostika usullari va vositalari yordamida bashorat qilinadi. Bunday holda, diagnostika parametrlarining qiymatlari, oldingi ish vaqti va ish sharoitlari hisobga olinadi. Bunday holda, diagnostika parametrlaridagi summa tezligi yoki o'zgarishlar sxemasi doimiy bo'lib qoladi, deb

olinadi. Mashina qismlarining 85% eskirishi natijasida o'z funktsionalligini yo'qotganligi sababli, hisoblash parametri amaliyotda katta qiziqish uyg'otadi.

Ehtiyot qismlarning qoldiq muddatini bashorat qilishda eng keng tarqalgani funktsional-statistik usul bo'lib, vaqt o'tishi bilan tashxis qo'yilgan parametrlarning o'zgarishining o'rtacha statistik natijasisiga asoslanadi. Qismning o'rtacha qoldiq resursi formula bo'yicha aniqlanadi

$$T_{ost} = t_H \left(\sqrt{\frac{R_{PR} - R_{nach}}{R_{IZM} - R_{nach}}} - 1 \right), \quad (4)$$

bu yerda: t_H - ish boshlanishidan (yoki qayta tiklanganidan keyin) diagnostikagacha bo'lgan qismning ishlash vaqti;

a – ko'rsatkich (1-jadval);

PPR - parametrning chegaraviy qiymati;

PHACH - parametrning boshlang'ich qiymati;

PNZM - diagnostika vaqtida o'lchanadigan parametr qiymati.

1-jadval

Har xil qismlar va elementlar uchun a indeksining qiymatlari

Yiyiluvchan detallar yoki ular elementlari	a belgilari
Val va o'qlarning silliq bo'yinlari	1,4
Vallar shlitsa bo'yinlari	1,1
Raspredvallar mushtlari	1,1
Friksion to'shalmalar (nakladka)	1,0
Podshipnik osti teshiklari	1,0
Plunjer juftliklari qismlari	1,1
Shesterna tishlari	1,5

Agar yangi yoki tiklangan qism ishga tushirilgandan beri ish vaqti noma'lum bo'lsa, uning qoldiq manbasi formuladan foydalangan holda ikkita diagnostika o'rtasidagi ish vaqti bilan topiladi [4].

$$T_{ost} = R t_{ost}, \quad (5)$$

bu erda: R - mutanosiblik koeffitsienti;

t_{ost} - shartli qoldiq resurs.

Ko'rib chiqilayotgan parametrning chegara qiymati mos keladigan blokning kapital ta'mirlash qo'llanmasidan tanlanadi va qismning dastlabki o'lchamlari uning ishchi chizmasidan olinadi. Bunday holda, qismning eskirishi uni ishlab chiqarish uchun amortizatsiya sarfidan oshmasligi hisobga olinadi. Shuning uchun, birinchi bo'yin o'lchami olinib eng kichik chegara o'lchami boshlang'ich o'lcham sifatida qabul qilinadi va teshik uchun eng katta chegara o'lchami hisoblanadi [5].

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.

УДК 66.061.5(088.8)

**БАРБОТАЖЛИ ЭКСТРАКТОРНИ ФЕНОЛЛИ ОҚАВА СУВЛАРИНИ
ТОЗАЛАШГА ҚЎЛЛАШ**

И.Т. Каримов

*Фарғона давлат техника университети
(Қабул қилинди 15.09.2025 й.)*

Аннотация. Мақолада, барботажли экстракторларнинг конструкциялари таҳлиллари асосида янги яратилган қўп поғонали фильтрли барботажли экстракторнинг янги конструкцияси яратилган бўлиб, фенолли оқава сувларни тозалашдаги гидродинамик режимлар ва массаалмашинув жараёнлари ҳамда саноат қурилмасини лойихалаш натижалари келтирилган.

Калим сўзлар: барботаж, экстрактор, фильтр, алоқа юзаси, толали материал, таянч сетка, ташиқи аралаштириши зонаси, тезлик.

Аннотация. В статье на основе анализа конструкций барботажных экстракторов представлена новая конструкция многоступенчатого фильтрующего барботажного экстрактора, описаны гидродинамические режимы и процессы массообмена при очистке фенольных сточных вод, а также приведены результаты проектирования промышленной установки.

Ключевые слова: барботаж, экстрактор, фильтр, поверхность контакта, волокнистый материал, опорная сетка, зона внешнего перемешивания, скорость.

Abstract. In the article, based on the analysis of barbotage extractor designs, a new design of a barbotage extractor with a newly created multi-stage filter was created, and the hydrodynamic regimes and mass transfer processes in the purification of phenolic wastewater, as well as the results of designing an industrial installation, are presented.

Keywords: bubbling, extractor, filter, contact surface, fibrous material, support grid, external mixing zone, speed.

Кириш

Ҳозирги кунда ишлаб чиқариш корхоналари оқава сувларини тозалаш муҳим аҳамиятга эга бўлиб, бир неча усуллардан фойдаланилади [1]. Оқава сувларни тозалашда энг самарали усул бу экстракция усули бўлиб, барботажли экстрактор “ФНҚИЗ” МЧЖ нинг №3 цехи фенолли оқава сувларини тозалашда синовдан ўтказилди.

Тадқиқот объекти

Тадқиқот объекти сифатида интенсив режимда ишловчи барботажли экстракторнинг гидродинамик жараёнларини ўрганиш учун биз томонимиздан «Технологик машиналар ва жихозлар» кафедрасида яратилган тажриба қурилмасидан фойдаланилди [1,2,3,4]

Олинган натижалар

Заводнинг №3-цехида фенол қурилмаларидан соатига $Q=18\text{ м}^3/\text{соат}$ фенолли оқава сувлари ҳосил бўлади. Оқава суви таркибида фенол концентрацияси $K_f=0,12\text{ мг/л}$ бўлиб, рухсат этилган концентрация $K_f=0,001\text{ мг/л}$ ни ташкил этади. Фенолли оқава сувларини тозалаш бўйича тажрибавий тадқиқотлар олиб борилди [1,2].

Қурилманинг аралаштириш зоналарига берилаётган суюқлик фазалари нисбати 1:3 қийматда узатилди. Қурилмага берилаётган оқава суви сарфи $V_a=0,13\text{ м}^3/\text{соат}$, бензол сарфи эса $V_d=0,39\text{ м}^3/\text{соат}$ ни, газ сарфи эса $V_r=0,85\text{ м}^3/\text{соат}$ ташкил этди.

Тажриба қурилмасида экстракцион тозалаш учун олинган оқава суви таркибидаги фенол концентрацияси $X_6=0,12\text{ г/л}$, тозалангандан кейинги талаб этилган концентрация $X_6=0,0007\text{ г/л}$.

Ўтказилган тажрибалар натижасида бу қолдиқ концентрацияни 3 поғонадан иборат қурилмада амалга ошириш мумкинлиги аниқланди. Суюқликларнинг физик кимёвий

хоссалари ва фенолнинг сувдаги ва бензолдаги концентрациялари бўйича тажриба натижалари 1-жадвалда келтирилган.

Оқава суви таркибидан фенолни ювиш жараёнида қурилма поғонасининг фойдали иш коэффициенти $\eta=0,93$ ни ташкил этди. 3 та поғонада тозалашда эса $\eta=0,994$ ташкил этмоқда.

Оқава сувлари таркибидан фенолни экстракцион тозалашда фойдаланиладиган экстракторларнинг техник иқтисодий кўрсаткичлари тўғрисидаги таққосий маълумотлар 2-жадвалда келтирилган.

5.1-Жадвал

Фенолли оқава сувларни тозалашда фенол концентрацияларини ва экстрактор поғоналари сонини тажрибавий аниқлаш.

Оқава суви-бензол нисбати 1:3

Фазалар	Концентрация %	1-поғона	2-поғона	3-поғона	Зичлик ρ, кг/м³	Қовуш-қоқлик μ, Па·с	Сирт таранглик σ, Н/м	Фазалар-аро сирт таранглик σ, Н/м
V _Г =0,75 м³/соат								
Оқава сувида	X _б	0,12	0,021	0,0037	1000	0,00104	0,073	0,044
	X _о	0,021	0,0037	0,0007				
Бензол-да	У _б	0	0,099	0,116	870	0,00065	0,029	
	У _о	0,099	0,116	0,1193				

5.2-жадвал.

Экстракторларнинг техник иқтисодий кўрсаткичлари

Оқава суви-экстрагент	Экстрактор тури	Поғоналар сони, n	Поғона Ф.И.К, η
Фенолли сув-бензол	Аралаштиргич-тиндиргич	5	0,73-0,79
	Аралаштиргич-тиндиргичли насосли экстрактор	3	0,8
	Парракли аралаштиргич-тиндиргич экстрактори	8	0,75
	Қўп поғонали барботажли экстрактор	3	0,93

Олиб борилган илмий-тадқиқот натижалари асосида фенолли оқава сувларни тозалаш учун барботажли экстрактор лойиҳаланди (1-расм).

Лойиҳаланган барботажли экстракторнинг асосий кўрсаткичлари.

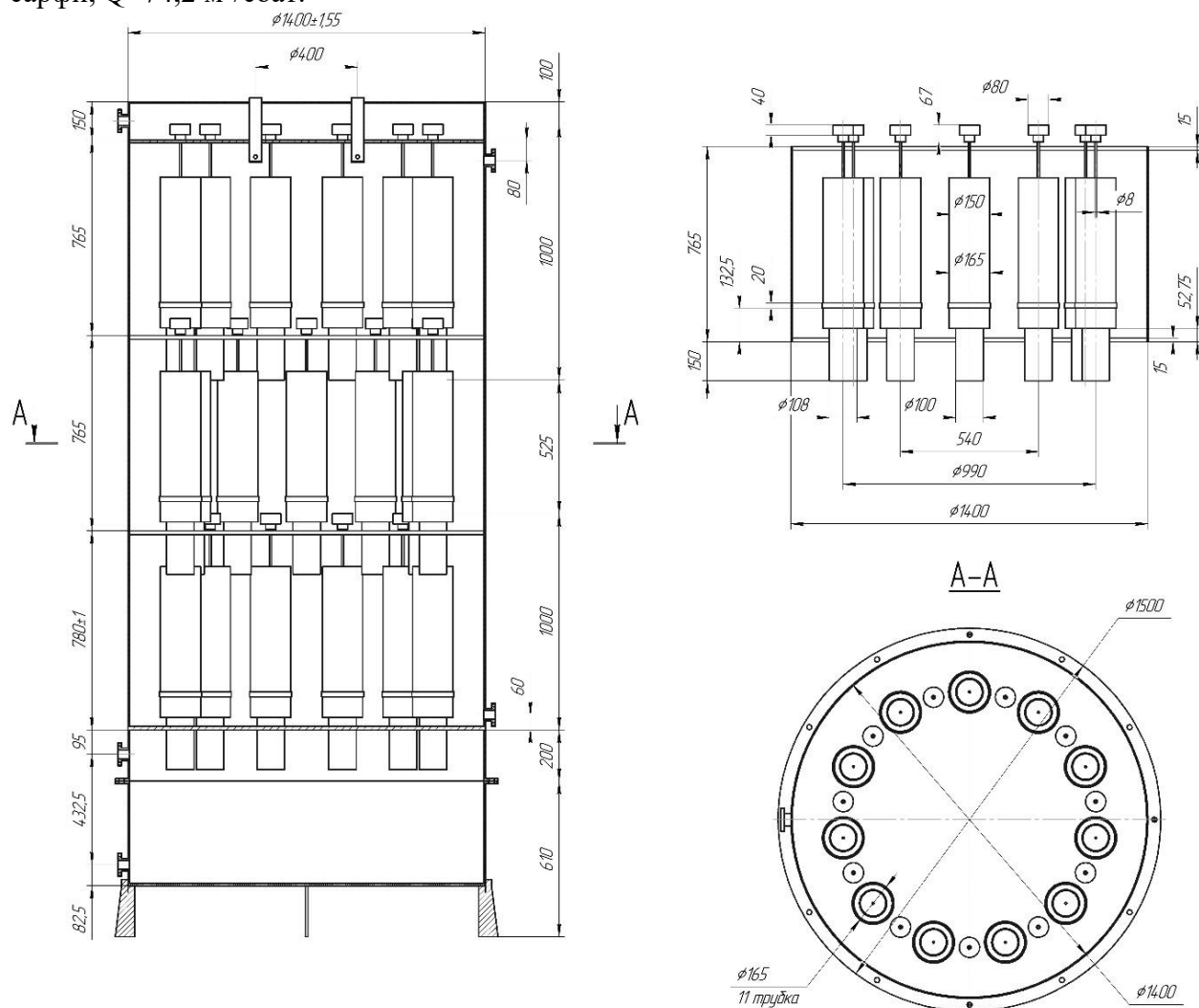
1. Экстрактор поғоналари сони, $n=3$ та.
2. Поғонадаги контакт элементлари сони, $n_k=11$ та
3. Контакт элементлари кўрсаткичлари
 - 3.1. Ички аралаштириш зонаси баландлиги, $H_0=600\text{мм}$.
 - 3.2. Ички барботаж трубаси ички диаметри, $D_0=100\text{мм}$.
 - 3.3. Ташқи диаметри, $D=114\text{мм}$.
 - 3.4. Труба девори қалинлиги, $\delta=4\text{мм}$.

- 3.5. Ички зонага газ узатувчи тешик диаметри, $d_0=4\text{мм}$.
- 3.6. Ички зонага газ узатувчи тешиклар сони, $n=5$ дона.
- 3.7. Ташқи аралаштириш зонаси баландлиги, $H_1=400\text{мм}$.
- 3.8. Ташқи барботаж труба ички диаметри, $D_{\text{и}}=150\text{мм}$.
- 3.9. Ташқи труба девори қалинлиги, $\delta=4\text{мм}$.
- 3.10. Ташқи барботаж труба ташқи диаметри, $D_{\text{т}}=158\text{мм}$.
- 3.11. Ташқи аралаштириш зонасига газ узатувчи кувур ички диаметри, $d_{\text{и}}=10\text{мм}$, девори қалинлиги, $\delta=2,2\text{мм}$, ташқи диаметри, $d_{\text{т}}=14,4\text{мм}$, газ узатувчи тешик диаметри, $d_1=3\text{мм}$, тешиклар сони, $n=3$ та.

4.Экстракторнинг ички аралаштириш зонасига газ узатувчи умумий тешиклар сони $n_{\text{и}}=55$ та.

5. Экстракторнинг ташқи аралаштириш зонасига газ узатувчи умумий тешиклар сони $n_{\text{т}}=33$ та.

6.Экстракторнинг ички ва ташқи аралаштириш зоналарига берилаётган умумий газ сарфи, $Q=74,2 \text{ м}^3/\text{соат}$.



1-Расм. Фенолли оқава сувларини тозалаш учун лойиҳаланган барботажли экстрактор.

7. Экстракторуға оғир суюқлик узатувчи кувур кўрсаткичлари.

7.1. Кувур баландлиги $H_2=900\text{мм}$, ички диаметри, $d_{\text{и}}=10\text{мм}$, девори қалинлиги, $\delta=2,2\text{мм}$, оғир суюқлик оқувчи тешиги диаметри, $d_{\text{т}}=4\text{мм}$, тешиклар сони $n_{\text{т}}=11$ дона.

8. Фильтрнинг асосий кўрсаткичлари.

8.1.Ташқи барботаж трубадаги фильтр ўрнатиладиган тешик ўлчами, $B \cdot L=15 \cdot 45\text{мм}$, фильтр ўрнатиладиган тешиклар сони, $n=4$ дона, таянч сетка квадрат тешиги ўлчами $a=1,2$

мм, таянч сетка сими қалинлиги, $\delta=0,25$ мм, таянч сетка узунлиги $l=280$ мм, таянч сетка эни, $b=43$ мм, таянч сеткага тўшаладиган шиша толалари массаси, $m=0,45$ гр, сони, 4 дона, $m=45$ гр шиша толаларининг солиштирма юзаси, $S_{\phi}=0,1$ м².

9. Шиша толали филтёрнинг филтёрлаш қобилияти, $F_q=2,5\%$.

Барботажли экстрактор сони $n=6$ та.

Хулоса. Мақолада, барботажли экстракторларнинг конструкциялари таҳлиллари асосида янги яратилган кўп поғонали филтёрли барботажли экстракторнинг янги конструкцияси яратилган бўлиб, фенолли оқава сувларни тозалашда гидродинамик режимлар ва масса алмашинув жараёнлари ҳамда саноат қурилмасини лойihalаш натижалари келтирилган.

Адабиётлар

- [1]. I.T.Karimov.Barbotajli ekstraktorlarni gidrodinamik va massa almashinuv jarayonlari hamda loyixalash asoslari/ Monografiya/ FarPI. Ilmiy kengash bayoni №2, 12.10.2024 yil, "ALPHA BRAND" nashiryoti, -190 bet.
- [2]. Алиматов Б.А., Садуллаев Х.М., Каримов И.Т., Хурсанов Б.Ж. Методы и пасчета и конструирование аппаратуры для переработки сложных гетерогенных систем «жидкость-газ-жидкость» Монография. Белгород: БГТУ, 2019.-191с.
- [3]. Алиматов Б.А., Соколов В.Н., Саъдуллаев Х.М., Каримов И.Т. Многоступенчатый барботажный экстрактор. А.С. №1607859 (СССР) , БИ №43, 1990.
- [4]. Karimov. I.T., Alimatov B.A., Tojiyev R.J., Sadullaev X.M Ko'p poq'onali barbotajli ekstraktor. O'z. Res. PATENT № IAP 06714 tashkent 31.01.2022 yil.

GAZ-TOZALASH APPARATIDA HO'L USULDA KONTAKT ELEMENTLAR YORDAMIDA HOSIL BO'LADIGAN ISHCHI YUZANI ANIQLASH

N.A. Ergashev

Farg'ona davlat texnika universiteti

nasimbek1976@gmail.com tel: 91 652 72 06

(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Annotatsiya: Maqolada ho'l usulda chang ushlovchi apparatning kontakt elementlari geometrik parametrlari tahlil qilindi, parrak burchagi, soni va diametrining o'zgarishiga ko'ra ishchi yuza hisoblandi. Tajriba natijalari jadval va grafik ko'rinishida taqdim etildi.

Kalit so'zlar: chang ushlovchi apparat, kontakt element, ishchi yuzasi, tahlil, samaradorlik, ho'l usul, uyurmali harakat, kontakt element.

Аннотация: В статье проанализированы геометрические параметры контактных элементов мокрого пылеулавливающего аппарата, рассчитана рабочая поверхность в зависимости от изменения угла, числа и диаметра лопастей. Результаты эксперимента представлены в виде таблиц и графиков.

Ключевые слова: пылеулавливающий аппарат, контактный элемент, рабочая поверхность, анализ, эффективность, мокрый способ, вихревое движение, контактный элемент.

Abstract: The article analyzes the geometric parameters of contact elements in a wet dust-collecting apparatus, with the working surface calculated depending on variations in blade angle, number, and diameter. The experimental results are presented in tabular and graphical forms.

Keywords: dust-collecting apparatus, contact element, working surface, analysis, efficiency, wet method, vortex motion, contact element.

Sanoat ishlab chiqarishida chang-gaz aralashmalarini tozalash masalasi ekologik xavfsizlikni ta'minlash, mehnat sharoitlarini yaxshilash va atrof-muhitni muhofaza qilish nuqtayi nazaridan alohida ahamiyatga ega. Metallurgiya, qurilish materiallari, kimyo va energetika sanoatlarida hosil bo'ladigan changli gazlarni samarali tozalash muammosi hal qilinishi lozim bo'lgan dolzarb vazifalardan biridir. Statistik ma'lumotlarga ko'ra, ishlab chiqarish jarayonida ajralib chiqayotgan chang va gaz aralashmalari atmosferaga chiqariladigan ifloslantiruvchi

moddalar hajmining 40–50 % ini tashkil qiladi. Shu sababli, ularni samarali tozalash uchun turli konstruktiv yechimlarga ega bo'lgan apparatlar ishlab chiqilmoqda [1].

Chang-gaz aralashmalarini ho'l usulda tozalash apparatlari yuqori samaradorlikka ega bo'lib, ular chang zarrachalarini suyuqlik plyonkasi orqali ushlab qoladi. Bu apparatlarning ishlash samaradorligi ko'p jihatdan kontakt elementlar orqali hosil qilinadigan ishchi yuzaga bog'liqdir. Kontakt elementlar gaz va suyuqlik oqimlarining samarali aralashuvini ta'minlab, gaz oqimida Chang zarrachalarining suyuqlik tomchilari va plyonka bilan to'qnashishini kuchaytiradi. Natijada chang zarrachalari suyuqlik plyonkasi tomonidan yutiladi va gazning tozalanish darajasi oshadi.

Ishchi yuzaning kattaligi va samaradorligi kontakt elementlarning konstruktiv parametrlari - parraklarning soni, joylashish burchagi, shakli hamda shtuser teshigining diametriga bevosita bog'liqdir. Shu bois, apparat ishchi kamerasida hosil bo'ladigan ishchi yuzani to'g'ri aniqlash gaz-tozalash jarayonini nazariy va amaliy jihatdan asoslashda muhim ahamiyat kasb etadi. 1-rasmda appahatni umumiy ko'rinishi ko'rsatilgan [1,2].



1-rasm. Apparat umumiy ko'rinishi.

Mazkur tadqiqotda ho'l usulda ishlovchi gaz-tozalash apparatida kontakt elementlar yordamida hosil bo'ladigan ishchi yuzani aniqlash, ularning samaradorlikka ta'sirini baholash hamda optimal konstruktiv yechimlarni ishlab chiqish masalalari ko'rib chiqiladi. Ushbu ish natijalari sanoat chang-gaz aralashmalarini energiya tejamkor va yuqori samarali usulda tozalash imkoniyatlarini kengaytirishga xizmat qiladi.

Changli gazlarni tozalovchi ho'l usulda ishlovchi apparatida kontakt elementlar yordamida hosil bo'ladigan ishchi yuzani aniqlash. Changli

gazlarni tozalash jarayonlarida ishchi yuza (kontakt yuza) -bu gaz oqimi va suyuqlik qatlami o'zaro ta'sirga kirishadigan aktiv maydoni hisoblanadi. Ho'l usulda ishlovchi apparatlarda kontakt yuzani oshirish chang tozalash samaradorlikni belgilaydi, chunki qanchalik ishchi yuza katta bo'lsa, massalmashinuv jarayonlari shunchalik faol kechadi va chang zarrachalarining yutilishi ortib boradi.

Kontakt yuzani shakllantirishda apparatning ichki qismiga o'rnatilgan kontakt elementlar (pararakli) gaz oqimini uyurmali aylanma harakatga keltiradi va shu bilan gaz-suyuqlik o'zaro ta'siri kuchayadi. Kontakt yuzani shakllanishiga gaz oqimining tezligi, suyuqlik sarfi va kontakt element parraklari soni asosiy omillar hisoblanadi. Bu orqali apparatda changli gazni suyuqlik bilan kontaktda bo'lishini ta'minlaydi va tozalash samaradorligini yaxshilaydi [2,3].

Apparat kontakt elementi ishchi yuzasi quyidagi formula orqali aniqlanadi.

Agar bitta parrakning tashqi diametri D , ichki diametri d bo'lsa, uning geometrik yuza quyidagicha aniqlanadi [4,5]:

$$F_p = (\pi/4) \cdot (D^2 - d^2) \quad (1)$$

Agar parraklar soni n ta bo'lsa, umumiy geometrik yuza quyidagicha aniqlanadi:

$$F_{geom} = n \cdot F_p \quad (2)$$

Amalda ishchi yuza gaz va suyuqlik oqimi ta'sirida ortadi, chunki parrak burchagi α yuza proyeksiyasini o'zgartiradi va suyuqlik tomchilari bilan qo'shimcha aktiv yuza hosil bo'ladi. Shu sababli ishchi yuzaga korreksiya koeffitsienti kiritiladi:

$$F_{ishci} = F_{geom} \cdot k_\alpha \cdot k_h \quad (3)$$

Bu yerda:

- $k_\alpha = 1/\cos(\alpha)$ -parrak burchagiga bog'liq koeffitsient,

- k_h - suyuqlik qatlamining qalinligi va g'ovaklanishiga bog'liq koeffitsient (tajribadan aniqlanadi).

Gaz-suyuqlik o'zaro ta'sirida ishchi yuzaning ahamiyati

Ishchi yuza qancha katta bo'lsa, massaalmashinuv koeffitsienti shuncha ortadi. Bu holat Fik qonuniga asoslanadi [4,5]:

$$N = K \cdot F_{\text{ishci}} \cdot \Delta C \quad (4)$$

Bu yerda:

- N - chang zarralarining o'tish oqimi (massa almashinuv tezligi),
- K - massaalmashinuv koeffitsienti,
- ΔC - gaz va suyuqlik orasidagi konsentratsiya farqi.

Kontakt elementlari ishchi yuzasi quyidagi formula orqali aniqlandi:

$$F = n \cdot l \cdot h \cdot \cos(\alpha) \quad (5)$$

Bu yerda: - n – parraklar soni, - l – parrak uzunligi (m), - h – parrak balandligi (m), - α – parrak burchagi(°).

Ushbu formula orqali kontakt element ishchi yuzasi orqali gaz-suyuqlikni massaalmashinuv maydoni aniqlanadi.

Nazariy tadqiqotlardan kelib chiqib apparat kontakt element ishchi yuzasi orqali gaz-suyuqlikni massaalmashinuv maydonini aniqlash belgilandi.

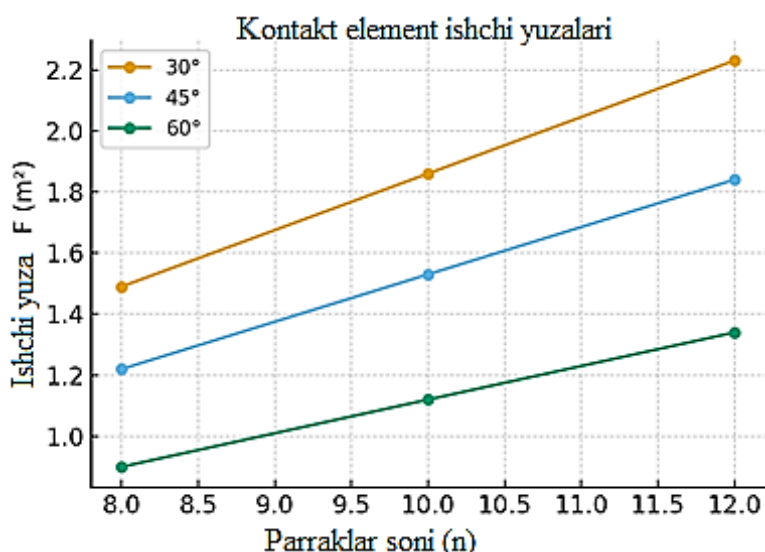
- parraklar soni - 8, 10, 12; parraklar uzunligi - 0,12 m; parraklar balandligi - 0,18 m; parraklar burchagi - 30°, 45°, 60°.

Apparatning quyidagi parametrlaridan kelib chiqib kontakt element ishchi yuzalari aniqlandi. 1-jadval. Kontakt element ishchi yuzalari qiymatlari keltirilgan.

1-jadval.

Parraklar burchagi (°)	Parraklar soni (n)	Ishchi yuza F (m ²)
30	8	1.49
30	10	1.86
30	12	2.23
45	8	1.22
45	10	1.53
45	12	1.84
60	8	0.9
60	10	1.12
60	12	1.34

Aniqlanagan qiymatlar asosida apparat kontakt element ishchi yuzalari quyidagi grafik asosida qurildi. Grafikdan ko'rinib turibdiki kontakt element parragi burchagi 30° bo'lganda ishchi yuza maksimal bo'ladi. parraklar soni ortgan sari ishchi yuza mutanosib ravishda ortib boradi. 60°



2-rasm. Ishchi yuzalarni kontakt element parraklari soniga bog'liqligi ko'rsatilgan.

uchun parrak burchagi 30-45°, pichoq soni esa 10-12 ta qilib tanlanishi maqsadga muvofiqdir.

burchakda ishchi yuza keskin kamayadi, bu esa massaalmashinuv samaradorligini pasaytiradi. 2-rasm. Ishchi yuzalarni kontakt element parraklari soniga bog'liqligi grafigi

Kontakt elementlar parraklari burchagi ishchi yuzaga katta ta'sir ko'rsatilishi aniqlandi. Kontakt element parragi 30° bo'lganda apparat ishchi yuzasida maksimal maydon hosil bo'ladi. Parraklar soni 12 ta bo'lganda ishchi yuza 1,5 barobargacha oshib, massaalmashinuv jarayoni yaxshilandi hamda chang tozalanish samaradorligi yuqori bo'ladi. Apparatning optimal ish rejimi

Adabiyotlar

- [1]. Muxtorov N. va boshq. Chang ushlovchi apparatlar konstruksiyasi va nazariyasi. – Toshkent: Fan, 2022.
- [2]. Ergashev N.A., Alimatov B.A., Karimov I.T. Kontakt elementi buralgan yoʻldosh qyunli rejimda ishlovchi hoʻl usulda chang tozalovchi apparat // Fargʻona politexnika institutining ilmiy-texnik jurnali. – Fargʻona, 2019. – №2. – B. 147-152.
- [3]. Эргашев Н.А., Алиматов Б.А., Ахунбаев А.А. Энергетическая эффективность абсорбционной газоочистки // Фаргона политехника институтининг илмий-техник журналі. – Фаргона, 2017. – №4. – Б. 140-143.
- [4]. Romanov V.N. Gaz va chang tozalash apparatlari. – Moskva: Khimiya, 2019
- [5]. Karimov A. Massaalmashinuv jarayonlari. – Toshkent: Oliy taʼlim, 2021.

GAZ VA CHANG ARALASHMALARINI HOʻL USULDA TOZALOVCHI APPARATIDA OQIMNING HARAKATLANISH REJIMINI ANIQLASH

N.A. Ergashev

Fargʻona davlat texnika universiteti
nasimbek1976@gmail.com
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Annotatsiya. Maqolada hoʻl usulda chang ushlovchi va gaz tozalovchi apparatda texnologik jarayonlarida hosil boʻladigan changli va toksik zararli gazlarni tozalash oqim rejimini aniqlash tajribalar orqali aniqlanganli keltirilgan.

Tayanch soʻzlar: hoʻl usul, uyurmali oqim, suyuqlik va gaz sarfi, kontakt element, gaz zichligi, qiyalik burchagi, suyuqlik plyonkasi, oqim rejimi.

Annotation. The article experimentally determines the definition of the flow mode for cleaning dusty and toxic harmful gases generated during industrial technological processes in wet dust collection and gas cleaning devices.

Key words: wet method, lumped flow, liquid and gas consumption, contact element, gas density, slope angle, liquid film, flow regime.

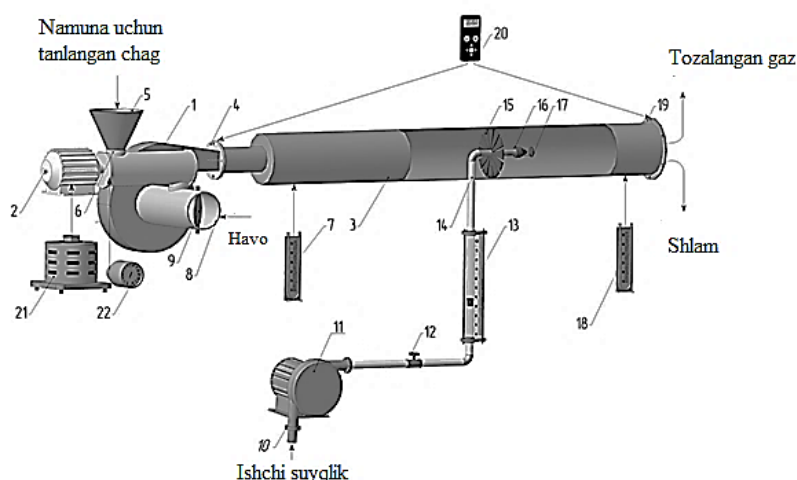
Аннотация. В статье экспериментальным исследованием определено проточное режима очистки запыленных и токсичных вредных газов, образующихся в ходе производственных технологических процессов в аппаратах мокрой пылеулавливания и газоочистки.

Ключевые слова: мокрый метод, выхровой поток, расход жидкости и газа, контактный элемент, плотность газа, угол наклона, пленка жидкости, кварц, поток газа.

Bugungi kunga kelib butun jahon olimlari oldida turgan dolzarb masalalardan biri atrof-muhitni muxofaza qilishdir. Shuning uchun ishlab chiqarish korxonalaridan chiqayotgan changli va zaxarli gazlarning chiqishini kamaytirishdir. Bunda ishlab chiqarish korxonalari oldida turgan dolzarb masalalardan biri ishlab chiqarilayotgan maxsulotlardan hosil boʻladigan changli va zaxarli gazlarni tozalashdir[1]. Bugungi kunda korxonalarda changli gazlarni tozalash maqsadida turli tuzilishga ega boʻlgan apparatlardan foydalaniladi. Atmosferaga chiqayotgan changli gazlarni tozalashning samarali usullaridan biri bu hoʻl usulda tozalash boʻlib, bunday tipda ishlovchi apparatlarning bir qancha konstruksiyalaridan foydalanish yoʻlga qoʻyilgan.

Qoʻllanilayotgan apparatlarda changli gazlarni namlab ushlab qolish uchun turli xildagi kontakt elementlaridan foydalaniladi. Biroq bunday apparatlarni kontakt elementlarning qarshiligi, gidravlik qarshiligi, gaz tarkibidan chang zarrachalarini ushlab qolish va hosil boʻlgan shlamdan chang zarrachalarini ajratib olish samarasining pastligi apparatdan optimal ravishda foydalanish imkonini bermaydi. Bunday tipdagi apparatlarning foydali ish koeffitsenti 85÷92 % ni tashkil qiladi. Changli gazlarni hoʻl usulda ushlab qolishda 98÷99,9 % natijaga erishish uchun suyuqlik va changni bir-biri bilan oʻzaro aloqasini taʼminlash va apparat gidrodinamikasining optimal variantlarini tanlash maqsadga muvofiqdir[2].

Biz tomonimizdan tavsiya etilayotgan ho‘l usulda chang ushlovchi apparatda uyurmali oqim hosil qilish orqali changli gazlarni ushlab qolish prinsipiga asoslangan. Yuqorida keltirilgan muammoni yechish maqsadida biz tomonimizdan gazlar tarkibidagi changli va zaxarli gazlarni tozalovchi yangi apparatni konstruksiyasi ishlab chiqildi va tajribaviy tadqiqotlar olib borildi. Quyida 1-rasmda apparatning ishlash prinsipi keltirilgan [3].



1-rasm. Ho‘l usulda chang ushlovchi apparatining umumiy ko‘rinishi.

Ho‘l usulda chang ushlovchi apparatda gaz tezligi, sarfi, mahalliy qarshilik koeffitsientlari va oqim rejimlarini aniqlashda quyidagi kerakli jixozlar va qurilmalar tajriba modeliga tanlandi.

1.Ventelyator-VS-14-07 markazdan qochma tipdagi ventelyator. Ish unumdorligi $Q_{\max}=400 \text{ m}^3/\text{soat}$; Elektromotor quvvati $N_{dv}=1,5 \text{ kVt}$; aylanishlar soni $n=1200 \text{ ayl/min}$.

2.Pito prandl naychasi 50 va 100 mm o‘lchamli. Gosreestr

№50123-12 bo‘yicha.

3.Anemometr VA06-TROTEC (Elketron o‘lchagichli va sifrovoy ekranli. O‘lchash oralig‘i 1.1-30 m/s da xatolik koeffitsenti 0,2 %, 30 m/s dan oshganda da xatolik koeffitsenti 5 % gachani tashkil etadi).

4.Gaz tezligini aniqlovchi $D=100 \text{ mm}$, $L=1200\text{mm}$ bo‘lgan metal truba. Trubada statik va dinamik kuchlarni aniqlovchi 2 ta ichki diametri 7 mm li prandl naychalari mavjud. Pito-prandl trubasi gaz tezligini aniqlashning standart talabi bo‘yicha ventelyatorning gaz chiquvchi potrubkasi diametriga mos ravishda tanlandi.

5.Gaz tezligini aniqlashda ventelyatorning so‘ruvchi potrubkasiga 0° , 30° , 45° , 60° , 90° li burchak hosil qiluvchi sheber o‘rnatildi. Buning asosiy sababi gazning xar-xil tezligida apparatning qarshilik koeffitsientlarini aniqlash va shu orqali eksperimental tadqiqotlarni o‘tkazish.

Ventelyatordan apparatga berilayotgan gaz tezligi quyidagi tenglama orqali aniqlanadi.

$$v = \sqrt{2gh}, \text{ m/s} \quad (1)$$

bu yerda: h -pito-prandl naychasi ko‘rsatkichining balandligi, m; g -erkin tushish tezlanishi, m/s^2 .

Ventelyatordagi 0° , 30° , 45° , 60° , 90° li burchak hosil qiluvchi sheber orqali aniqlanadigan gaz sarfi quyidagi tenglama orqali topiladi.

$$Q = \pi \cdot \left(\frac{D}{2000} \right)^2 v \cdot 3600, \text{ m}^3/\text{soat} \quad (2)$$

bu yerda: D -pito-prandl uchun tanlangan trubaning diametri, m; Apparatdagi oqim rejimini quyidagi tenglama orqali topiladi.

$$\text{Re} = \frac{\varrho \cdot d}{\nu}, \quad (3)$$

bu yerda: ϱ -gaz tezligi, m/s

d - quvur diametri, m

Har bir o‘tkazilgan tajribalar 5 marotabadan olib borildi. Aniqlangan kattaliklarning o‘rta arifmetik qiymati tanlandi.(Havoning kinematik qovushqoqligi $1.51 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ ga teng deb qabul qilindi).

Ho‘l usulda chang ushlovchi apparatga tanlangan ventelyatorning gaz tezligi va sarfi orqali oqim rejimini (Reynolds kriteriyasi) bo‘yicha tajribaviy aniqlash uchun tajriba tadqiqotlari o‘tkazildi.Tajriba tadqiqotlari quydagi tartibda o‘tkazildi. Tajriba natijalari 1-jadvalda keltirilgan.

Apparatga suyuqlik berilmagan holatda 30^0 , 45^0 va 60^0 kontakt element oʻrnatilgan holatda hamda ventilyatordagi 0^0 , 30^0 , 45^0 , 60^0 , 90^0 li burchak hosil qiluvchi sheber orqali gaz berish orqali tajribalar oʻtkazildi. Tajribalar har bir tanlangan turli qiyalikdagi 30^0 , 45^0 va 60^0 kontakt elementlar uchun oʻtkazildi.

Apparatda gaz tezligi va sarfi orqali oqim rejimini tajribaviy aniqlash.

1-jadval

№	Suyuqlik berilmagan holatda 30^0 kontakt element qoʻyilgan holatda Reynolds kriteriyasi boʻyicha oqim rejimini aniqlash,				
	1-tajriba	2-tajriba	3-tajriba	4-tajriba	5-tajriba
α	90^0	60^0	45^0	30^0	0^0
v	17,34	14,05	12,58	7,11	3,87
R_e	114834	93046	83311	47086	25629

Apparatga suyuqlik berilmagan holatda 30^0 kontakt element oʻrnatilgan holatda hamda ventilyatordagi 0^0 , 30^0 , 45^0 , 60^0 , 90^0 li burchak hosil qiluvchi sheber orqali gaz berish orqali tajribalar oʻtkazildi hamda apparatning oqim rejimi aniqlandi. Apparatda 0^0 va 90^0 li burchak hosil qiluvchi sheber orqali gaz berilganda oqim rejimi $25629 \div 114834$ boʻlishligi aniqlandi.

2-jadval

№	Suyuqlik berilmagan holatda 45^0 kontakt element qoʻyilgan holatda Reynolds kriteriyasi boʻyicha oqim rejimini aniqlash,				
	1-tajriba	2-tajriba	3-tajriba	4-tajriba	5-tajriba
α	90^0	60^0	45^0	30^0	0^0
v	16,07	13,13	11,88	7,39	3,39
R_e	106423	86953	78675	48940	22450

Apparatga suyuqlik berilmagan holatda 45^0 kontakt element oʻrnatilgan holatda hamda ventilyatordagi 0^0 , 30^0 , 45^0 , 60^0 , 90^0 li burchak hosil qiluvchi sheber orqali gaz berish orqali tajribalar oʻtkazildi hamda apparatning oqim rejimi aniqlandi. Apparatda 0^0 va 90^0 li burchak hosil qiluvchi sheber orqali gaz berilganda oqim rejimi $22450 \div 106423$ oraligʻida boʻlishligi aniqlandi.

3-jadval

№	Suyuqlik berilmagan holatda 60^0 kontakt element qoʻyilgan holatda Reynolds kriteriyasi boʻyicha oqim rejimini aniqlash,				
	1-tajriba	2-tajriba	3-tajriba	4-tajriba	5-tajriba
α	90^0	60^0	45^0	30^0	0^0
V	15,27	12,12	11,18	6,35	3,22
R_e	86755	80132	74039	42052	21324

Apparatga suyuqlik berilmagan holatda 60^0 kontakt element oʻrnatilgan holatda hamda ventilyatordagi 0^0 , 30^0 , 45^0 , 60^0 , 90^0 li burchak hosil qiluvchi sheber orqali gaz berish orqali tajribalar oʻtkazildi hamda apparatning oqim rejimi aniqlandi. Apparatda 0^0 va 90^0 li burchak hosil qiluvchi sheber orqali gaz berilganda oqim rejimi $21324 \div 86755$ oraligʻida boʻlishligi aniqlandi.

Tajriba tadqiqotlarda apparatda oqim rejimi suyuqlik berilmagan holatda 30^0 kontakt element oʻrnatilganda oqim rejimi oʻrtacha 17871 boʻlishligi aniqlandi. Apparatda oqim rejimi suyuqlik berilmagan holatda 45^0 kontakt element oʻrnatilganda oqim rejimi oʻrtacha 16794 boʻlishligi aniqlandi. Apparatda oqim rejimi suyuqlik berilmagan holatda 60^0 kontakt element oʻrnatilganda oqim rejimi oʻrtacha 13086 boʻlishligi aniqlandi.

Tajriba tadqiqotlarda shunday hulosaga kelish mumkinki apparatga suyuqlik berilmagan holatda 30^0 , 45^0 va 60^0 kontakt elementlar o'rnatilganda hamda ventilyatordagi 0^0 , 30^0 , 45^0 , 60^0 va 90^0 li burchak hosil qiluvchi sheber orqali gaz berish orqali nazariy va tajribalar o'tkazilishi natijasida o'rtacha 15917 bo'lishligi aniqlandi. Bu orqali apparatda changli gazlarni tozalash jarayonida gaz harakati ya'ni oqim rejimi qanotlantirdi.

Adabiyotlar

- [1]. Валдберг А.Ю., Николайкина Н.Е. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. – Москва: Дрофа, 2008. – 239 с.
- [2]. Ergashev N.A., Alimatov B.A. Kontakt elementi buralgan yo'ldosh - quyunli rejimda ishlovchi ho'l usulda chang tozalovchi qurilmada gidravlik qarshiliklarni tajribaviy aniqlash // Farg'ona politexnika institutining ilmiy-texnik jurnali. – Farg'ona, 2020. – №2. – B. 182-184.
- [3]. Сажин, Б.С., Гудим Л.И. Пылеуловители со встречными закрученными потоками // Химическая промышленность. – Москва, 1984. – №8. – С.50-54.
- [4]. Эргашев Н.А., Маткаримов Ш.А., Зияев А.Т., Тожибоев Б.Т., Кўчқоров Б.У. Опытное определение расхода газа, подаваемого на пылеочищающую установку с контактным элементом, работающим в режиме спутникового вихря // Универсум. – Москва, 2019. – № 12 (69). – С. 54-58.

KO'P POG'ONALI FIL'TRLI BARBOTAJLI EKSTRAKTOR

I.T. Karimov., B.J. Xursanov

Farg'ona davlat texnika universiteti

O'zbekiston Respublikasi, Farg'ona

E-mail: boyqozi.xursanov@mail.ru, boyquzi.xursanov@fstu.uz,

Maqolada barbotajli ekstraktorlarning konstruksiyalari tahlil qilinib, yangi yaratilgan ko'p pog'onali fil'trli barbotajli ekstraktorni konstruksiyasi va ishlash prinsipi keltirilgan. Apparatning aralashtirish zonalariga filtring o'rnatilishi pog'onalarda og'ir suyuqlik sarfini barqarorligini, me'yoriy massaalmashinuv jarayonini va apparatdan chiqarilayotgan ekstraksiyalangan suyuqliklarni toza holda ajralishini ta'minlaydi. Ekstraktorni sanoat qurilmasini loyixalash uchun asosiy ishchi parametrlarini bog'liqlik hususiyatlari va ularni aniqlash uslubiyoti keltirib o'tilgan.

Kalit so'zlar: barbotaj, aralashtirish zonalari, teshik diametrlari, devor qalinligi, teshiklar soni, gaz tezligi, gaz yostig'i.

В статье проанализированы конструкции барботажных экстракторов, а также представлены конструкция и принцип действия нового разработанного многоступенчатого барботажного фильтрующего экстрактора. Установка фильтров в зонах смешения аппаратов обеспечивает устойчивость потока тяжелой жидкости в ступенях, нормальный процесс массообмена и чистое разделение отводимых из аппаратов жидкостей. Представлены характеристики зависимости основных режимных параметров и методика их определения для проектирования промышленного вытяжного устройства.

Ключевые слова: барботаж, смешительная зона, диаметр отверстия, толщина стенки, число отверстий, скорость газа, газовая подушка.

The article analyzes the designs of bubble extractors and presents the design and operating principle of a newly developed multi-stage filter bubble extractor. The installation of filters in the mixing zones of the apparatus ensures the stability of the heavy liquid flow in the stages, the normal mass transfer process, and the clean separation of the extracted liquids discharged from the apparatus. The characteristics of the dependence of the main operating parameters and the methodology for determining them for the design of an industrial extractor device are presented.

Key words: bubbling, mixing zones, hole diameter, wall thickness, number of holes, gas velocity, gas cushion.

Hozirgi kunda dunyo miqyosida suyuqlik-suyuqlik tizimlarida ekstraksiyalash jarayonlari hamda apparatlari kimyo, neftni qayta ishlash va neft kimyosi, oziq-ovqat, gidrometallurgiya, farmasevtika hamda sanoatning boshqa tarmoqlarida keng miqyosda qo'llanilmoqda. Bu

ichida suyuqliklar aralashmasi pastdan yuqoriga, 3 va 5 patrubkalar orasidagi xalqali kanalda esa yuqoridan pastga, 5 va 6 patrubkalar orasidagi xalqali kanalda pastdan yuqoriga harakatlanishi jarayonida suyuqlik fazalari patrubka 3 dagi gaz taqsimlovchi nasadka 7 ning teshiklari 8 orqali kirayotgan inert gazlar bilan jadal aralashtiriladi. Patrubka 5 va 6 larning tepa qismidan gaz suyuqliklardan ajralib, to'siq 2 ostidagi gaz yostig'iga to'planadi va keyingi pog'onaga o'rnatilgan gaz taqsimlovchi nasadkaga o'tadi. Aralashgan suyuqlik fazalari esa patrubka 4 va 6 lar orasidagi xalqali kanal orqali tepadan pastga harakatlanadi. Og'ir suyuqlik esa gravitatsion va inersion kuchlar ta'sirida cho'kib to'siq 2 ustida tinadi hamda patrubka 4 ning ostki qismidagi tirqish 16 lar orqali oqib chiqib, to'siq 2 ustida bir jinsli qatlam hosil qiladi. Yengil suyuqlik esa patrubka 4 ning pastki qismida hosil qilingan to'rtburchak shakldagi teshik 14 lar va unga to'shalgan tolali material (filtr) 15 da ushlab qolinadi va ular o'zaro qo'shib yirik tomchilarga aylanadi hamda gravitatsion va inersion kuchlar ta'sirida cho'kadi. Og'ir suyuqlikdan tozalangan yengil suyuqlik esa yuqori pog'onaga harakatini davom ettiradi.

Patrubka 4 ning to'siq 2 larga bunday o'rnatilish holati, halqali kanalning xajmidan maksimal foydalanishni, yengil suyuqlikning faqat teshik 14 lar va ularga qoplangan tolali material (filtr) 15 lar orqali o'tishini ta'minlaydi. Uning ostki qismidagi tirqishlari 16 esa faqat og'ir suyuqliklar harakatini ta'minlaydi. To'siq 2 da tingan og'ir suyuqlik qalpoq 11 ning teshigi 12 orqali quvurlar 9 ga oqib o'tadi va teshik 9 orqali pastki pog'onaga tushadi.

Ekstraktorni meyoriy gidrodinamik rejimda ishlashini ta'minlash uchun 3 va 5 patrubkalar orasidagi xalqali kanalning ko'ndalang kesim o'lchamini, bu kanaldagi suyuqlik fazalarining tezligini gaz pufaklari tezligidan katta bo'lish sharti orqali aniqlanadi.

Patrubka 4 ning dimetri bo'ylab hosil qilingan teshik 14 larning va unga qoplangan tolali material 15 larning o'lchamlari, qarshilik koeffitsientlariga bog'liq holda, yengil suyuqlikni bir me'yorda oqish tezligini ta'minlash sharti orqali aniqlanadi. Patrubka 4 ning pastki qismida hosil qilingan halqali kanaldan og'ir suyuqlikning oqib chiqishini ta'minlovchi tirqish 16 larning o'lchamlari ham og'ir suyuqlik sarfiga bog'liq holda aniqlanadi.

Xulosa. Bu ko'p pog'onali barbotajli ekstraktorni sanoatda qo'llanilishi ekstraktsiya jarayonini samaradorligini oshiradi. Maqsadga erishish uchun aralashtirish va tindirish pog'onalari sonini orttirishga extiyoj qolmaydi. Apparatning aralashtirish zonalariga filtrning o'rnatilishi esa pog'onalarda og'ir suyuqlik sarfini barqarorligini, me'yoriy massaalmashinuv jarayonini va apparatdan chiqarilayotgan ekstraktsiyalangan suyuqliklarni toza holda ajralishini ta'minlaydi.

Adabiyotlar

- [1]. А.С. СУ№1152609 (СССР) Барботажный экстрактор. Б.А.Алиматов, В.Н. Соколов, Д.Д.Камолиддинов, Х.М.Садуллаев, Р.Ж.Тожиев. 1985 г.
- [2]. Патент. RU2658053 Многоступенчатый барботажный экстрактор. Б. Алиматов, Б.Хурсанов. 2018 г.

BARBOTAJLI EKSTRAKTORLARNING YANGI KONSTRUKSIYALARINI YARATISH TAMOYILLARI

I.T. Karimov., B.J.Xursanov

Farg'ona davlat texnika universiteti

E-mail: boyqozi.xursanov@mail.ru, boyqozi.xursanov@fstu.uz,
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Мақолада барботажли экстракторларнинг конструкциялари таҳлил қилиниб, уларни яратиши тамойиллари асосида янги яратилган кўп погонали барботажли экстракторнинг конструкцияси ва ишлаш принципи келтирилган. Қурилма аралаштириш зоналарининг баландлигини оширмасдан, енгил ва оғир суюқликларнинг алоқа вақтини кўпайтириш орқали экстракция жараёнининг самарадорлигини оширишни таъминлайди. Экстракторни sanoat қурилмасини лойиҳалаш учун

асосий ишчи параметрларини боғлиқлик хусусиятлари ва уларни аниқлаш тамойиллари келтириб ўтилган.

Калит сўзлар: барботаж, аралаштириш зоналари, енгил ва оғир суюқлик, алоқа вақти, тешик диаметрлари, газ тезлиги, газ ёстиги, ички ва ташиқ концентрик патрубк . В статье проанализированы конструкции барботажных экстракторов и представлена конструкция и принцип действия вновь разработанного многоступенчатого барботажного экстрактора, основанного на принципах их создания. Устройство повышает эффективность процесса экстракции за счет увеличения времени контакта легких и тяжелых жидкостей без увеличения высоты зон смешения. Приведены характеристики зависимости основных рабочих параметров и принципы их определения для проектирования промышленного устройства экстрактора.

Ключевые слова: барботаж, смешительная зона, диаметр отверстия, легкая и тяжелая жидкость, время контакта, диаметры отверстий, скорость газа, газовая подушка, внутреннее и внешнее концентрическое сопло.

The article analyzes the designs of bubble extractors and presents the design and operating principle of a new developed multi-stage bubble extractor based on the principles of their creation. The device increases the efficiency of the extraction process by increasing the contact time of light and heavy liquids without increasing the height of the mixing zones. The characteristics of dependence of the main operating parameters and the principles of their determination are given for the design of the industrial device of the extractor.

Key words: bubble, mixing zones, light and heavy liquid, contact time, hole diameters, gas velocity, gas cushion, internal and external concentric nozzle.

Mamlakatimizda oxirgi yillarda kimyo sanoati korxonalarida xom-ashyoni qayta ishlashning energiya va resurstejamkor texnologiyalarini joriy etish, xalqaro standart talablari asosida mahsulot ishlab chiqarish hajmini oshirish va assortimentini kengaytirishga yo‘naltirilgan ilmiy-tadqiqotlar olib borilgan. Kimyo sanoati sohasida davlat boshqaruv tizimini takomillashtirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risidagi, xususan «mahalliy xomashyo resurslarini chuqur qayta ishlash asosida yuqori qo‘shimcha qiymatli tayyor mahsulot ishlab chiqarishga yo‘naltirilgan qayta ishlash tarmoqlarini jadal rivojlantirish asosida sanoatni sifat jihatidan yangi bosqichga o‘tkazish, uni modernizatsiya qilish va diversifikatsiyalash, amaliyotda resurs va energiyatejamkor texnologiyalarni keng qo‘llash» ga qaratilgan vazifalar belgilab berilgan [1,2]. Bu borada kimyo sanoatida ekstraksiyalash jarayonini yangi samarali usul va apparatlarga o‘tkazish orqali yanada modernizatsiya va diversifikatsiya qilish yo‘nalishida ilmiy-tadqiqotlar olib borish dolzarbdir.

Yuqoridagi talablardan kelib chiqib biz tomonimizdan ko‘p pog‘onali barbotajli ekstraktorning yangi konstruksiyasi yaratildi [3]. Ko‘p bosqichli barbotaj ekstraktori tashqi va ichki ikkita konsentrik quvur ko‘rinishda ularning ichida aralashtirish moslamalari joylashgan tindirgich seksiyalari to‘siqlar bilan bo‘lingan hamda og‘ir suyuqlik uchun to‘lgan naychalar gazni taqsimlash o‘rnatmalarida tuynuklar bo‘lgan vertikal korpusni o‘z ichiga oladi. Aralashtirish qurilmasining tashqi va ichki konsentrik quvurlari o‘rtasida qo‘shimcha juft miqdordagi konsentrik quvurlar o‘rnatiladi. Har bir qo‘shimcha toq quvurlar eng ichkisidan boshlab yuqoridagi to‘siqqa quyida tuynukli to‘siqlarga mahkamlanadi, har bir juft quvurlar esa quyida joylashgan to‘siqlarga yuqori joylashgan to‘siqli tuynukli tindirgich seksiyasiga mahkamlanadi. Texnik natijasi: ekstraksiya yo‘li bilan tindirgich seksiyasi balandligini oshirmagan holda yengil va og‘ir suyuqliklarning aloqa vaqti orqali jarayonni samaradorligini oshirish.

Qurilma kimyoviy va unga o‘xshash bo‘lgan sanoat ishlab chiqarishlarida (neft kimyosi, oziq-ovqat, farmasevtika va boshqa) keng qo‘llaniladigan, “suyuqlik-suyuqlik” tizimlarida ekstraksiya qilish uchun mo‘ljallangan jihozlar qatoriga kiradi.

Shunday ekstraktorlar ma‘lumki, ularning ichidagi aralashtirish qurilmalari ekstraksiya jarayonidagi intensivatsiya barbotajlovchi inert gazlarni suyuqliklar bilan aralashtirish yo‘li orqali amalga oshiriladi (masalan, №159800, V01D ixtiro uchun). Ushbu ekstraktorning kamchiligi shundaki, bunday qurilmalarning suyuqlik bilan aloqa qilish bosqichlari vertikal ravishda bir-birlariga bo‘linib ketganligi sababli, suyuqlikning aloqa vaqtini ko‘paytirish orqali maqsadli komponentni olish darajasining oshishi bosqichlarning balandligini ortirish orqali amalga oshirilishi mumkin bo‘ladi, bu natijada ekstraktornlarni ishlab chiqarish uchun materillar sarfini ko‘payishi,

apparatning ichidagi suyuqliklarni quyish uchun energiya xarajatlarining oshishi va shu bilan jihozning umumiy balandligini oshishiga olib keladi.

Texnik jihatdan qurilmaga yaqinroq jihoz o'z ichiga to'siq qismlarining yon devorlaridagi gazni taqsimlovchi o'rnatmalar va og'ir suyuqlik uchun o'tkazuvchi naychali, ichki va tashqi ikkita konsentrik naycha ko'rinishidagi aralashtirish qurilmalari o'rnatilgan tindirgich seksiyalari to'siqlar bilan ajratilgan ko'pbosqichli barbotaj ekstraktori hisoblanadi. Gaz taqsimlovchi o'rnatmalar ichki quvurlarning pastki qismida, tashqi quvurlarning yuqori qismlaridagi joylashgan gaz taqsimlovchi o'rnatmalar tuynuklari ustida, pastki qismlaridagi esa kesma balandligining o'rtasida joylashgan bo'ladi.

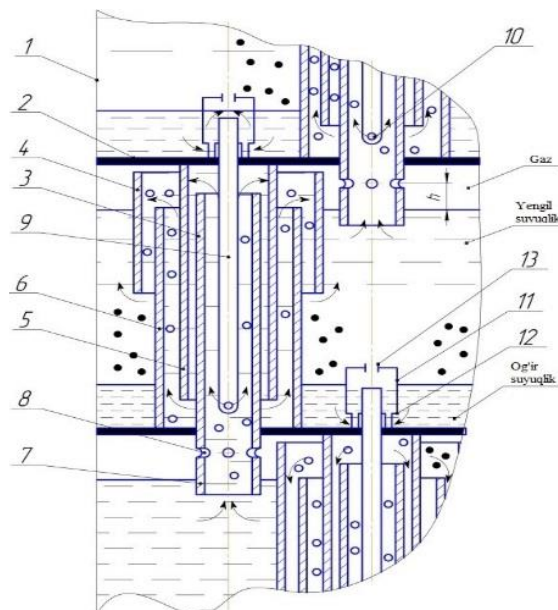
Ixtironing muhim xususiyatlariga quyidagi prototipning belgilari mos keladi: ichki qismida aralashtirish qurilmalari joylashgan tindirgich seksiyali to'siqlar bilan ajratilgan vertikal korpus, tashqi va ichki ikkita konsentrik naychalar ko'rinishidan; quyi qismida esa tirqishli gaz taqsimlagichli o'rnatmalar joylashgan ichki naychalardan; og'ir suyuqliklar uchun o'tkazuvchan quvurlardan iborat.

Qurilmaning muhim kamchiligi shundaki, unda yengil va og'ir suyuqliklarning kerakli aloqa vaqtini ta'minlash uchun zarur bo'lgan cho'kma qismining balandligini oshirmasdan undagi ekstraksiya jarayonining samaradorligini oshirishning iloji yo'q, chunki maqsadli komponentning suyuq fazalar o'rtasida harakatlanishi uchun suyuqliklarning yetarli aloqa vaqti talab qilinadi (Трейбал Р. Жидкостная экстракция. М.:Химия, 1966. -724 с.). Suyuqliklar bilan aloqa qilish vaqti suyuqliklarni aralashtirish moslamasining ichki tarmoq naychasi ichidan pastdan yuqoriga qarab harakatlanish davri bilan, so'ngra yuqoridan aralashtirish moslamasining ichki va tashqi tarmoq quvurlari orasidagi halqali kanalda aniqlanadigan o'sha jihozda suyuqliklarning aloqa vaqtini o'sishiga, faqatgina cho'kindi qismining balandligini oshirish orqali erishish mumkin bo'ladi, ekstraktor umuman olganda, bu korpusni ishlab chiqarish uchun materiallar sarfini ko'payishiga va jihozning ichidagi suyuqliklarni quyish narxiga va boshqalarga bog'liq bo'ladi.

Ixtironing maqsadi, cho'kma qismining balandligini oshirmasdan, yengil va og'ir suyuqliklarning aloqa vaqtini ko'paytirish orqali ekstraksiya jarayonining samaradorligini oshirishdir.

Bu bilan shunga erishiladiki, ko'p bosqichli barbotaj ekstraktori ichki qismida aralashtirish qurilmalari joylashgan tindirgich seksiyali to'siqlar bilan ajratilgan vertikal korpus, tashqi va ichki ikkita konsentrik naychalar ko'rinishidan; quyi qismida esa tirqishli gaz taqsimlagichli o'rnatmalar joylashgan ichki naychalardan; og'ir suyuqliklar uchun o'tkazuvchan quvurlardan iborat. Aralashtirish moslamasining ichki va tashqi konsentrik shtuserlari orasiga har birining toq qismi ichki qismdan boshlab, pastki qismga bo'shliq bilan ustki qismga birlashtiriladi va hatto har biri pastki qismga joylashtiruvchi qismning yuqori qismidagi bo'liq bilan birlashtiriladi.

Ixtironing mohiyati quyidagi chizma bilan tushuntiriladi: ushbu 1-rasmda ekstraktorning bir varianti keltirilgan, faqat 2 ta qo'shimcha konsentrik quvurlar o'rnatilishi orqali amalga oshiriladi (amalda ularning soni yengil va og'ir suyuqliklarning kerakli aloqa vaqtiga qarab 2,4,6 va boshqalar bo'lishi mumkin bo'ladi). Ko'p bosqichli barbotaj ekstraktori tindirgichning alohida seksiyalarida 2 to'siqlar bilan ajratilgan, 1 vertikal korpusni o'z ichiga oladi. Aralashtirish qurilmasining tashqi 4 va ichki



1-rasm. Ko'p bosqichli barbotaj ekstraktori Aralashtirish qurilmasi 3 dagi naychaning quyi qismida yon devor 8 ga tuynukli naycha 7 lar gazni taqsimlagichlar bilan joylashtiriladi. To'siqlarning materialiga, shuningdek, oxirgi uchlarida bo'g'iq tuynuklar 10 mavjud bo'lgan og'ir suyuqliklarni o'tkazuvchan quvur 9 lar orqali mahkamlanadi. To'ldirilgan naychalarning ustki qismi bo'linma 2 ustida ko'tarilib, pastki qismida yuqorigi qopqoqlarning ustidagi tirqishlar va kesikli 11 qirgimli qopqoq 12 lar bilan yopilgan.

naychalari orasidagi to'siqlarda qo'shimcha ichki 5 va tashqi 6 (juft) konsentrik naychalar joylashtiriladi. Ichki naycha 5 payvandlash yo'li bilan tindirgichning seksiyasidagi to'siqning yuqorigi qismiga mahkamalanadi hamda tindirgich seksiyasining yuqorigi to'siqlarga tuynuklar orqali joylashtiriladi.

Ekstraktor quyidagicha ishlaydi.

Yengil suyuqlik, masalan, benzol gaz taqsimlagichning quyida joylashgan kesimli o'rnatma orqali naychaning ichiga kirib boradi. Bu yerga o'tkazuvchan tirqishli naychalardan tindirgichning yuqorigi qismiga og'ir suyuqlik, masalan suv kirib boradi. Suyuqliklarni birgalikdagi harakatidan 3 va 5 naychalar o'rtasida yuqoridan pastgacha, so'ngra 5 va 6 gacha bo'lgan naychalar o'rtasida pastdan yuqoriga, so'ngra 4 va 6 naychalar o'rtasida yuqoridan pastgacha suyuqliklar aralashmasi pastdan yuqoriga qarab 3 naycha orqali ichiga kiradigan inert gaz bilan aralashtiriladi hamda gaz taqsimlagich orqali 3 naychalarga kirib boradi. 5 va 6 quvurlar orasidagi bo'shliqning yuqorigi qismidagi gaz pufakchalari suyuqlik aralashmasidan ajralib chiqadi va gaz cho'kma uchastkasining yuqori bo'lagi hamda 4 tarmoq quvurining yuqorigi kesmasi orasidagi bo'shliqqa kiradi, u yerdan u yuqori cho'kma uchastkasining aralashtirish moslamalariga kirib boradi. Suyuqliklar aralashmasi 4 va 6 quvurlar orasidan tindirgichning kesim qismiga kirib boradi, bu yerda og'ir suyuqlik tomchilari doimiy qatlamga cho'kadi, uning chegarasi 2 qismning yuqorisidagi oqish nayschalarning balandligi 9 bilan belgilanadi, bu esa ekstraktor korpusini 1 alohida tindirgichning qismlariga ajratadi.

To'ldiriladigan naychalar 9 ning yuqoriqismlarini pastki qismidagi tuynuklari 12 bo'lgan qopqoqlar 11 bilan qoplanishi, ularning naychalarga faqat to'liq cho'kkan og'ir suyuqlik tushishini ta'minlaydi. Tuynuk 13 ekstraktorni ishga tushirishdan oldin suyuqlik bilan to'ldirilganda qopqoqlar 11dan havo chiqishi uchun ishlatiladi. 3 va 4 naychalar orasiga o'rnatilgandan so'ng, har bir toq qismning ichki qismidan boshlab, qismning pastki qismiga bo'shliq bilan o'rnatiladi va har bir juft qismning yuqori qismidagi bo'shliq bilan reaksiyaga kirishadigan suyuqliklarning har qanday kerakli aloqa vaqtini ta'minlash mumkin bo'ladi. 3 va 5 naychalar, shuningdek, 4 va 6 xalqali kanallar shunday tasavvurga ega bo'lishi kerakki, suyuqlikning aralashmasi u yerda harakatlanish tezligi suyuqlik aralashmasidagi gaz pufakchalarining ko'tarilish tezligidan katta bo'ladigan bo'lsa, ekstraktorning normal ishlashi ta'minlanadi.

Sanoat tizimlari uchun ushbu keltirilgan ko'p bosqichli barbotaj ekstraktorni qo'llash tindirgich seksiyasi balandligini kattalashtirmasdan jarayonda yuqori samaraga ega bo'lish mumkin bo'ladi, shuningdek, har qanday miqdordagi aralashtirish qurilmalarining parallel ishlashini har bir tindirgichning seksiyasida amalda ekstraktorning chegaralanmagan unumdorligiga yetkazish mumkin bo'ladi.

Ushbu ekstraktorning analoglari bilan taqqoslaganda afzalligi shundaki, ular yengil va og'ir suyuqliklarning 3 va 5 gacha bo'lgan quvurlar orasidagi xalqasimon kanalda yuqoridan pastga qarab harakatlanishida, shuningdek, suyuqliklar 5 va 6 gacha bo'lgan quvurlar o'rtasida pastdan yuqoriga qarab harakatlanganda aloqa vaqtini sezilarli darajada oshiradi, jihozning aralashtiruvchi elementidagi suyuqliklar va yakuniy texnika natija sifatida ko'p bosqichli barbotaj ekstraktorning umumiy balandligini oshirmasdan ekstraksiya jarayonini yanada samaradorligini oshirish mumkin bo'ladi.

Ko'p tarmoqli barbotaj ekstraktori vertikal korpusni, ko'p qavatli pufakchali ekstraktorni, uning ichida joylashgan aralashtirish moslamalari bilan ajratuvchi qismlarga bo'linib, ikkita tashqi va ichki konsentrik quvurni, uning pastki qismida teshiklari bo'lgan gaz tarqatuvchi naycha va og'ir suyuqlik uchun to'lib toshgan naychani o'z ichiga oladi hamda aralashtirish moslamalarining ichki va tashqi shtuserlari orasidagi cho'ktiruvchi idishning har bir qismida teng miqdordagi konsentrik shtuserlar o'rnatiladi, har bir toq naychalar ichki qismidan boshlab, ustki qismga bo'shliq bilan birlashtiriladi va har bir juft tarmoq naychasi pastki qismga o'rnatiluvchi qismning ustki qismidagi bo'shliq bilan birlashtiriladi.

Xulosa. Bu ko'p pog'onali barbotajli ekstraktorni sanoatda qo'llanilishi ekstraksiya jarayonini samaradorligini oshiradi. Maqsadga erishish uchun aralashtirish va tindirish pog'onalari sonini orttirishga extiyoj qolmaydi. Apparatning aralashtirish zonalarining pog'onalarida og'ir

suyuqlik sarfini barqarorligi, me'yoriy massaalmashinov jarayoni va apparatdan chiqarilayotgan ekstraksiyalangan suyuqliklarni toza holda ajralishi ta'minlanadi.

Adabiyotlar

- [1]. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Sh. Mirziyoyevning 2018-yil 24-noyabrdagi PQ-4028-son qarori asosida energiya tejamkor (et) va kam uglerodli (ku) qishloq uy-joylariga talabni oshirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida farmoni, Toshkent sh.
- [2]. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Sh. Mirziyoyevning Energiya tejavchi texnologiyalarni joriy qilish va kichik quvvatli qayta tiklanuvchi energiya manbalarini rivojlantirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida 2022-yil 9-sentabrdagi PF-220-son farmoni, Toshkent sh.
- [3]. Патент. RU2658053 Многоступенчатый барботажный экстрактор. Б. Алиматов, Б.Хурсанов. 2018 г.

**ISSIQLIK ALMASHNISH JARAYONINI INTENSIVLASHTIRISHDA
SPIRAL LENTA TIPIDAGI TURBULIZATORLARNING TA'SIRINI
O'RGANISH**

R.J. Tojiyev, B.J. Xursanov

*Farg'ona davlat texnika universiteti, E-mail: boyquzi.xursanov@fstu.uz, boyqozi.xursanov@mail.ru,
ORCID:0000-0002-2326-4047
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)*

Ushbu maqolada muhandislik tizimlari va sanoat jarayonlarida issiqlik almashinish jarayonlarini intensivlashtirish tahlil qilingan. Truba ichida oqimni to'liq aralashtiradigan, energiya hamda resurs tejamkor, issiqlik o'tkazish koeffitsienti yuqori spiral lenta geometrik shakldagi turbulizator taklif qilingan.

Tayanch so'zlar: *issiqlik almashgich, issiqlik almashinish jarayoni, issiqlik almashinish quvuri, issiqlik almashinish quvuri, issiqlik o'tkazish koeffitsienti, intensivlashtirish, geometrik shakldagi turbulizator.*

В статье анализируется интенсификация процессов теплообмена в технических системах и промышленных процессах. Турбулизатор с геометрической формой спиральной ленты, который полностью перемешивает поток в трубе, является энерго- и ресурсоэффективным, имеет высокий коэффициент теплопередачи.

Ключевые слова: *теплообменник, процесс теплообмена, теплообменная труба, внутренняя полость трубы, коэффициент теплопередачи, интенсификация, геометрический турбулизатор.*

This article analyzes the intensification of heat exchange processes in engineering systems and industrial processes. A turbulizer with a spiral tape geometric shape, which completely mixes the flow in the pipe, is energy and resource efficient, and has a high heat transfer coefficient.

Key words: *teploobmennik, teploobmennik process, teploobmennaya truba, vnutrennyaya plast truby, teploobmennik, intensification, geometric turbulizer.*

Kirish. Injenerlik tizimlari va sanoat jarayonlarida issiqlik almashinish jarayoni alohida ahamiyatga ega. Har qanday issiqlik almashtirgich qurilma yoki texnologik liniyaning samaradorligi to'g'ridan-to'g'ri issiqlik uzatish jarayoniga bog'liq. Shuning uchun issiqlik almashinishni intensivlashtirish masalasi hozirgi kunda jahon ilmiy-tadqiqot ishlarining dolzarb yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Intensivlashtirish usullaridan biri sifatida turli xil turbulizatorlar keng qo'llaniladi.

Issiqlik almashinish qurilmalarining yangi konstruksiyalari sanoatda foydalanilayotgan o'xshash qurilmalarga ko'ra yuqori issiqlik o'tkazish koeffitsientiga ega bo'lishi, korroziyaga bardoshli, metallni kam ushlashi va issiqlik tashuvchi agentlarni apparat orqali o'tkazish uchun kam energiya sarflashi kerak. Istiqbolli issiqlik almashgichlarni yaratish usullaridan bittasi spiral lenta tipidagi turbulizatorlardan foydalanishdir [1,2].

Issiqlik almashinish jarayoni va uning ahamiyati. Issiqlik almashinish jarayoni turli temperaturaga ega bo'lgan muhitlar o'rtasida energiyani tarqalishidir. Uning ahamiyati: sanoat jarayonlarida energiyadan samarali foydalanish, energiya resurslarini tejash, texnologik qurilmalarning ish samaradorligini oshirish va ekologik barqarorlikni ta'minlashdan iborat [2,3].

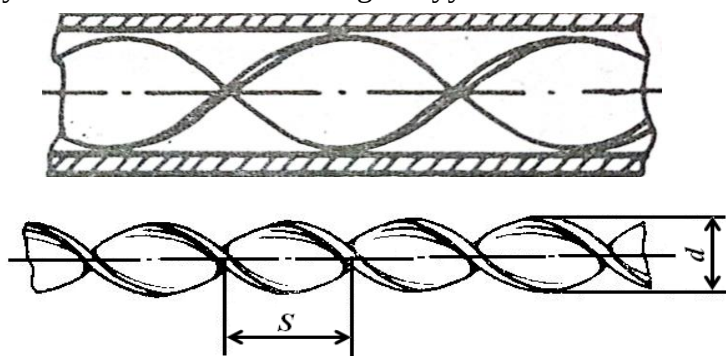
Spiral lenta tipidagi turbulizatorlar ma'lumot. Spiral lenta tipidagi turbulizator (lentali girdoblantirgich) – bu maxsus metall yoki polimer lenta bo'lib, issiqlik almashinish quvurining ichiga joylashtiriladi. U oqimga aylanma harakat beradi, turbulentlik hosil qiladi, devor yaqinidagi tiniq qatlamni yo'qotadi va issiqlik uzatishni kuchaytiradi [3,4] .

Material va metodlar. Intensivlashtirish usullari: konstruktiv (quvur shaklini o'zgartirish, qo'shimcha elementlar joylashtirish), gidrodinamik (oqimni turbulent holatga olib kirish), materiallardan foydalanish (yuqori issiqlik o'tkazuvchanlikka ega materiallar), kombinatsiyalashgan usullar. Shular ichida spiral lenta tipidagi turbulizatorlar keng tarqalgan [4,5] .

Muammolar va yechimlar. Muammolar: gidravlik qarshilikning ortishi, ishlab chiqarish xarajatlari ko'payishi, tozalashda qiyinchiliklar. Yechimlar: optimal o'lcham va geometriya tanlash, zamonaviy materiallardan foydalanish, matematik modellash.

Ilmiy tadqiqotlar va qo'llanilishi. Spiral lenta tipidagi turbulizator neft-gaz, kimyo, energetika va aviatsiya sohalarida samarali qo'llaniladi. Tadqiqotlar qurilma o'lchamlarini 20–30% ga kichraytirish imkonini beradi.

Spiral lenta tipidagi turbulizator trubaning butun hajmi bo'yicha mikro uyurmalar hosil qiladi, nafaqat devor oldi qatlamida, balki ular laminar oqim uchun ham istiqbolidir. Agar lenta truba bilan yaxshi metall kontaktga ega bo'lsa, lentali girdoblantirgichlar yordamida oqimni uyurma harakatga keltirish hisobiga issiqlik almashinuvini intensivlashtirishdan tashqari, ichki qovurg'aning kam samaradorligini olish mumkin. Vintsimon o'rnatmalar buralgan lentalar shaklida yasaliishi mumkin. Texnologik tayyorlashlardan kelib chiqib $\varphi \leq 45^\circ$ bo'lganda o'rnatma buralgan



1 – rasm. Buralgan lenta tipidagi turbulizator.

lenta shaklida tayyorlanishi mumkin. Vintsimon o'rnatmalar yetarlicha tirqish bilan o'rnatilishi yoki truba bilan o'rnatma kontakti o'rnini payvandlab mahkamlash mumkin. Ushbu holda issiqlik almashinuv qurilmasining trubasini tozalash osonlashadi. Lentali girdoblantirgichning muhim geometrik tavsifi uning qadami hisoblanadi, qadam buralgan lenta 180° ga buralganda girdoblantirgichning o'qiy o'lchamiga

teng bo'lgan kattalik. Buralgan lenta tipidagi turbulizatorning ko'rinishi 1-rasmida keltirilgan [2,3,6,7].

Tadqiqot natijalari tahlili. V. Migay va L. Golubev $l/d=80$ va $s/d=4,7$ bo'lganda buralgan lenta tipidagi turbulizator yordamida havo oqimi girdoblantirilganda mahalliy issiqlik almashinuvi o'rganilgan. $Re_d=7,1 \cdot 10^3 \dots 4 \cdot 10^4$ sohada olingan natijalar quyidagi tenglama yordamida ifodalanadi [8]

$$Nu_d / Nu_\infty = 1 + 1,7 \cdot \tan \varphi_w^0 \cdot \exp(-0,046 \cdot \bar{x}) \quad (1)$$

bu yerda φ_w^0 - trubadagi buralgan lentalning buralish burchagi.

V. Migay uzunligi $l/d=110$ bo'lgan trubada havoning oqimida mahalliy issiqlik almashinuvi tadqiqot qilgan. $r_0/R > 0,75$ uchun tajriba mahlumotlari quyidagi tenglama bilan umumlashtirilgan [9]

$$Nu_d / Nu_\infty = 1 + \tan \varphi_0 \cdot \exp(-0,035 \cdot \bar{x}) \quad (2)$$

$r_0/R < 0,75$ holat uchun umumlashtirilgan tenglama

$$Nu_d / Nu_\infty = 1 + 0,867(2 + r_0/R) \tan \varphi_0 \cdot \exp(-0,035 \cdot \bar{x}) \quad (3)$$

(2) va (3) tenglamalarda: $\bar{x} = x / d$

Buralgan lentali vintsimon kanalda konvektiv issiqlik almashinuvi tezligi va oqimning “uyurmaviy” aralashishining yig'indisidan aniqlanadi. V.K. Migay Reynolds o'xshashligidan

foydalanib oqim va truba devori orasidagi issiqlik almashinuvini hisoblash uchun quyidagi tenglamani aniqlagan [10,11]

$$Nu = \frac{85 \left(1 + \frac{1,75}{Pr+8}\right) Pr + 0,023 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr \left[1 + 4\pi^2 \left(\frac{R_0}{H}\right)^2\right]^{0,4}}{\sqrt{\lambda} \cdot \frac{H}{d_{eq}} + \frac{1 + 2,14 Re^{-0,1} \left[1 + 4\pi^2 \left(\frac{R_0}{H}\right)^2\right]^{-0,05}}{(Pr^{2/3} - 1)}} \cdot \frac{1}{1 + \frac{4d_f}{7,5H \cdot Re \cdot \lambda} (5050 \cdot Pr^{0,69} + 0,00006 Pr^3)} \quad (4)$$

Tadqiqot natijalari $Nu_f = f(Re_f, s/d)$ grafik shaklida keltirilgan.

S.V. Xun va A.Ye. Bergleslarning tajribalari asosida lentali girdoblantirgichlar o'rnatilgan trubada issiqlik berishni hisoblash uchun mezonli bog'liqlik olingan [10]

$$Nu = 5,172 \left[1 + 5,484 \cdot 10^{-3} Pr^{0,7} [Re/(l/d)]^{1,25}\right]^{0,5} \quad (5)$$

(5) tenglama mualliflarni suvda va etilenglikolda o'tkazilgan barcha tajribalarni umumlashtiradi. (1.5) tenglama bo'yicha olingan tajriba natijalarining o'rtacha kvadratik og'ishi $\pm 16,4\%$.

Buralgan lenta yordamida issiqlik berishni tajribaviy tadqiqot natijalari Kox [11] va V.K. Yermolin [12] ishlarida keltirilgan.

Koxning tajribasida lentali girdoblantirgich o'rnatilgan trubada havo qizdiriladi. Bunda $s/d=2,5 \div 11$, ishchi qism uzunligi $20d$, ishchi qism oldidagi truba – $50d$. Tajriba natijalari $Nu_m = f(Re_m, s/d)$ grafik shaklida keltirilgan.

V.K. Yermolinning tajribasida umumiy uzunligi $39d$ va girdoblantirgichning uzunligi $19d$ bo'lgan trubada havoni sovutish o'rganilgan. Lentali girdoblantirgichlar $s/d=3,16 \div 9,5$ ga ega. Tajriba natijalari $Nu_f = f(Re_f, s/d)$ grafik shaklida keltirilgan.

M.X. Ibragimov, Ye.V. Nomofilov va V.I. Subbotin [17] ishlarida $s/d=2,1 \div 9,9$ va $Re_f=10^4 \div 4 \cdot 10^4$ sohalarida suv va suyuq metallarni girdoblantirilgan oqimlarni qizdirishda issiqlik berish tadqiqot qilingan. Girdoblantirgichli truba uzunligi $57d$. Suv uchun tajriba natijalarini umumlashtirilgan formulasi

$$Nu_f = 0,021 Re_f^{0,8} Pr_f^{0,43} \left(\frac{Pr_f}{Pr_w}\right)^{0,25} \left(1 + \frac{5,65 \cdot 10^4}{Re_f^{1,2}} \frac{d}{s}\right) \quad (6)$$

$$Nu = 0,0234 Re^{0,8} Pr^{0,43} \left[1 + 121040 / (Re^{1,2} l/d)\right] \quad (7)$$

(7) tenglama $Re=18000 \div 90000$ oraliqda o'rinni.

M.X. Ibragimov, Ye.V. Nomofilov va V.I. Subbotinlar [13,14] $s/d = 2,1 \div 9,9$ bo'lganda suv va suyuq metalli buralgan oqimda gidravlik qarshilikni o'rganishgan. Mualliflar shunday hulosaga kelishdi, oqim buralganda faqatgina $s/d < 3,3$ bo'lganda gidravlik qarshilik ortadi, ammo ushbu xulosa boshqa tadqiqotlar natijalari bilan mos kelmaydi. $Re=10^4 \div 4 \cdot 10^4$ bo'lganda tajriba tadqiqotlarining natijalari quyidagi formula bilan umumlashtirilgan

$$\bar{\xi} = 1 + 14,35 \left(\frac{d}{s}\right)^4 \quad (8)$$

Gembil va Bandilarning [18] ishlarida suv va etilenglikolli buralgan oqimda $s/d=2,26 \div \infty$ bo'lganda gidravlik qarshilik o'rganilgan. $Re = 2,5 \cdot 10^3 \div 9,5 \cdot 10^4$ bo'lganda tajriba natijalari quyidagi formula bo'yicha umumlashtiriladi

$$\xi - \xi_0 = \frac{0,21}{(s/d)^{1,31}} \left(\frac{Re}{2000}\right)^n \quad (9)$$

Simour [12,13,14] ishida $s/d=1,79 \div 13$ bo'lganda havoli buralgan oqimda olib borilgan tadqiqot ishi keltirilgan. Tadqiqot natijalari $\bar{\xi} = f(Re, s/d)$ grafik shaklida keltirilgan.

Lentali girdoblantirgich oʻrnatilgan trubada gidravlik qarshilikni tadqiqot natijalari

$$\xi \left(\frac{D}{d} \right)^n = f \left[\operatorname{Re} \left(\frac{d}{D} \right)^2 \right] \text{ bog'liqlik shaklida qayta ishlangan.}$$

$s/d=13 \div 2,65$ uchun turbulent rejimda tajriba natijalarini umumlashtirib quyidagi formulani olish mumkin

$$\xi = \frac{0,705}{\operatorname{Re}^{0,28}} \left(\frac{d}{D} \right)^{0,09} + 0,009 \left(\frac{d}{D} \right)^{0,65} \quad (10)$$

Xulosa qilib aytish mumkinki, spiral lenta tipidagi turbulizatorlar issiqlik almashinish jarayonini oshirishning samarali usuli hisoblanadi. Ular qurilmalarni kichraytirish, energiya tejash va jarayon samaradorligini oshirish imkonini beradi. Muammolarni yechish uchun ilgʻor hisoblash va innovatsion materiallardan foydalanish talab etiladi. Qurilmadan foydalanish orqali issiqlik uzatish koeffitsienti 1.5–3 baravar oshadi, qurilma oʻlchamlari kichrayadi, energiya samaradorligi ortadi. Oqimni toʻliq aralashtiradi, “oʻlik zonalar”ni kamaytiradi, laminar rejimda ham issiqlik almashinishni kuchaytiradi, gaz-suyuqlik aralashmalarida issiqlik berish koeffitsientini oshiradi, qurilma konstruksiyasini murakkablashtirmasdan samaradorlikni oshiradi.

Adabiyotlar.

- [1]. Oʻzbekiston Respublikasi Prezidenti Sh. Mirziyoyevning Energiya tejoychi texnologiyalarni joriy qilish va kichik quvvatli qayta tiklanuvchi energiya manbalarini rivojlantirish boʻyicha qoʻshimcha chora-tadbirlar toʻgʻrisida 2022-yil 9-sentabrda PF-220-son farmoni, Toshkent sh.
- [2]. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. – Toshkent: «Sharq», 2003.
- [3]. Z. Salimov. Kimyoviy texnologiyaning asosiy jarayonlari va qurilmalari. Oliy ukuv yurtlari talabalari uchun darslik. T.1. – Toshkent: Uzbekiston, 1994. –366 b.
- [4]. Калинин Э.К. и др. Интенсификация теплообмена в каналах. /Калинин. - М.: Машиностроение, 1990, 206 с.,
- [5]. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. - М.: Химия, 1985. – 448 с.
- [6]. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. – Toshkent: «Sharq», 2015.
- [7]. Z. Salimov. Kimyoviy texnologiyaning asosiy jarayonlari va qurilmalari. T.2. Modda almashinish jarayonlari. Oliy ukuv yurtlari uchun darslik. - Toshkent: Uzbekiston, 1995. -238 b.
- [8]. Калинин Э.К. и др. Интенсификация теплообмена в каналах. - М.: Машиностроение, 1990, 206 с.,
- [9]. Гусев Э.В. Исследование влияния термообработки на структурно-механические свойства листовой фибры. — Иваново; Дис . . . канд. техн. наук, 2006.-159 с.
- [10]. Бояринов А.И., Кафаров В.В. Методы оптимизации в химической технологии. - М.: Химия, 1975. – 575 с.
- [11]. Кафаров В.В., Винаров А.Ю., Гордеев Л.С. Моделирование биохимических реакторов. - М.: Химия, 1983. -342 с.
- [12]. Кавецкий Г.Д., Василев Б.В. Процессы и аппараты пищевой технологии. – 2-э изд., перераб. и доп. - М.: Колос, 1999. -551с.
- [13]. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов. Изд. 2-э. В 2-х кн.: Част 1. Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты. - М.: Химия, 1995. -400 с.
- [14]. Артиков А.А. Процессы и аппараты пищевых производств. Математическое моделирование. Теплообменные процессы. Выпаривание. - Tashkent: Ukituvchi, 1983. -121 s.

ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ НА КОНУСНЫЕ ДРОБИЛКИ ДЛЯ СРЕДНЕГО И МЕЛКОГО ДРОБЛЕНИЯ

Р.Ж. Тожиев, Б.Ж. Хурсанов

Ферганский государственный технический университет
E-mail: boyqozi.xursanov@mail.ru, boyqozi.xursanov@fstu.uz,
ORCID:0000-0002-2326-4047
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

This article presents the possibilities of regulating reliability and the possibility of operating in automated mode, modeling and optimizing the work process in the crushing chamber, and increasing the technical level of crushing and the efficiency of using devices, based on the established standard requirements and technical conditions for crushers.

Key words: *standard, technical specifications, crushing process, cone crusher, medium crushing, fine crushing, crushing chamber, modeling, optimization, efficiency.*

Ushbu maqolada maydalagichlar uchun belgilangan standart talablari va texnik shartlar asosida ishonchlilik va avtomatlashtirilgan rejimda ishlash imkoniyatini tartibga solish, maydalash kamerasida ish jarayonini modellashtirish va optimallashtirish, maydalashning texnik darajasi va qurilmalardan foydalanish samaradorligini oshirish imkoniyatlari ko'rsatilgan.

Kalit so'zlar: *standart, texnik shartlar, maydalash jarayoni, konusli maydalagich, o'rta maydalash, mayin maydalash, maydalash kamerasi, modellashtirish, optimallashtirish, samaradorlik.*

В статье показаны возможность регулирования надежности на основе нормативных требований и технических условий для дробилок и возможность работы в автоматизированном режиме, также произведено моделирование и оптимизация рабочего процесса в камере дробления для повышения технического уровня дробления и эффективности использования устройств.

Ключевые слова: *стандарт, технические условия, процесс дробления, конусная дробилка, среднее дробление, мелкое дробление, камера дробления, моделирование, оптимизация, эффективность.*

Технические условия на конусные дробилки для среднего и мелкого дробления predeterminedены ГОСТом 6937 – 81, срок действия которого истекает. Этим ГОСТом регламентированы тип конусных дробилок, производительность, крупность питания, качество дробленого материала, надежность основных деталей и узлов, возможность работы в автоматизированном режиме.

Опыт эксплуатации дробилок среднего и мелкого дробления, а также различные исследования, проведенные в последнее время, позволяет выдвинут ряд дополнительных требований к конусным дробилкам среднего и мелкого дробления и технологическому процессу производства щебня. Эти требования должны быть учтены при разработке нового ГОСТа на конусные дробилки.

Качество дробленого материала по ГОСТу 6937 – 81 регламентируется только крупностью верхней фракции, что недостаточно для получения товарных фракций высокого качества и эффективности технологического процесса. Целесообразно дополнительно регламентировать содержание в продукте переизмельченного материала (класса – 5 мм) и форму кусков (лещадную, игольчатую, изометрическую).

Необходимо иметь в виду также, что величина коэффициента закрепления дробленого материала K , особенно для дробилок мелкого дробления, зависит от ширины разгрузочной щели [1], что делает коэффициент K , независимый от ширины разгрузочной щели, формальным или ограничивающим.

Оптимальное содержание пере измельченного материала и преимущественная форма кусков - могут обеспечиваться оптимизацией режимов эксплуатации и совершенствованием конструкции камеры дробления, что в частности, может относиться к дробилкам, предназначенным для производства щебня.

Теоретический подход к решению этих проблем может базироваться на результатах исследований разрушения щебня сжимающими силами и моделирования рабочего процесса в камере дробления. Исследование процесса разрушения единичных кусков материала сжимающими силами [2] позволило установить качественную зависимость между содержанием лещадных зерен в различных фракциях дробленого материала и относительной деформацией исходных кусков, отождествляется с ходом рабочих органов. Эта зависимость позволяет регламентировать рабочий процесс в дробилке таким образом, чтобы получают наперед заданный или определенный гранулометрический состав дробленого материала.

Была установлена необходимость оптимизации рабочих процессов в камерах дробления, обеспечивающих разрешение лещадных зерен, образовавшихся в дробилке среднего

дробления в рабочей камере дробилки мелкого дробления. Это может достигаться соответствующим подбором крупности питания дробилки среднего дробления и ширины разгрузочной щели дробилки мелкого дробления. Реализация этого требования базируется на математической модели движения и разрушения материала в камере дробления.

Моделирование рабочего процесса показало возможность совершенствования серийных дробилок мелкого дробления за счет уменьшения длины параллельной зоны камеры дробления [3].

Эффективность такой модернизации проверена в промышленных условиях (дробильно-сортировочный завод «Зилха - №1» в городе Фергана) и частично внедрена в серийных дробилках КМД – 2200Т2, что позволило уменьшить запрессовку камеры дробления, исключит дополнительный захват осколков первого и второго разрушения в параллельной зоне, который ведет к пере измельчению материала. Использование этой рекомендации в дробилке КМД – 2200Т делает ее более приспособленной для производства щебня.

Сопоставление типов конусных дробилок среднего и мелкого дробления отечественного производства и зарубежного, например, американской фирмы “Nordberg”, показало, что типы американских дробилок среднего и мелкого дробления более разнообразны, что косвенно подтверждает целесообразность реализации предложенных модернизаций, связанных с увеличением типоразмеров дробилок с разными длинами параллельной зоны и относительными ходами рабочих органов в верхней зоне камеры дробления [4].

Новый ГОСТ на конусные дробилки среднего и мелкого дробления должен предусматривать различные направления совершенствования технологии производства щебня.

Отметим два таких возможных направления: создание новых по назначению дробилок - специальных дробильных машин для исправления формы зерна при небольшой степени сокращения его размеров и разработки средств автоматизации, предопределяющих дополнительные требования к конструктивным решениям дробилок.

Так для производства щебня могут использоваться вертикальные центробежные ударные дробилки и конусные дробилки с использованием принципа разрушения в слое типа “Girodisk” [5]. Эффективность использования этих машин в основном зависит от цен на продукцию. Применяемая от настоящее время градация качества щебня по содержанию лещадных зерен ($\leq 35\%$) и соответственно цены на него не стимулируют выпуск высококачественного щебня. Вместе с тем, основанием для установления цен на товарные фракции в зависимости от преимущественной формы зерен, должна явиться оценка качества продукции с разной формой и количеством лещадных зерен. Отсутствие таких данных не позволяет прогнозировать целесообразность внедрения тех или иных мероприятий и сдерживает общий прогресс производства.

В соответствии с требованиями ГОСТ 6937 – 81 конусные дробилки должно быть приспособлены для встраивания в автоматизированные циклы. Суть и задача автоматизации процесса дробления могут быть различными, и, следовательно, возникает необходимость различного конструктивного исполнения дробилок в зависимости от задачи автоматизации.

Приведем пример возможного направления автоматизации процесса дробления и соответствующие этим направлениям требования к конструкции дробилки для возможности реализации этих направлений. Для автоматизации дробильно-сортировочной секции, состоящей из грохота и дробилки, продукт которой является конечным, необходима следующая информация: содержание в над решетном материале под решетного; гранулометрический состав дробленого материала дробилки, которой в данном случае может характеризоваться, например, содержанием верхней фракции; продолжительность и интенсивность эксплуатации дробилки, которая должна быть дифференцирована для разных сменных деталей и узлов.

Средствами для получения такой информации могут являться пробоотборники верхнего класса грохота и продукта дробилки, гранулометр для анализа этих проб, счетчик

времени и энергопотребления дробилки, средства вычислительной техники для отборки этой информации.

Такая информация достаточна для автоматизации следующих операций управления секций мелкого дробления: регулирования ширины разгрузочной щели дробилки для обеспечения технологических секции; очистка сит грохота; подготовки к замене сменных деталей и узлов (преимущественно брони камеры дробления) вследствие выработки ресурса. Для реализации такой автоматизации необходимо дистанционное регулирование ширины разгрузочной щели дробилки включения режима очистки сит грохота, что обеспечивается серийными дробилками среднего и мелкого дробления Навоимашзавода. Приспособливание серийных грохотов для обеспечения режима очистки сит затруднений не вызывает.

Алгоритм обработки данных по интенсивности и срокам службы деталей и узлов [6] позволяет реализовать вероятностный подход к срокам службы деталей и узлов в зависимости от условий эксплуатации. Такие данные особенно необходимы при организации сервисного обслуживания и оценке качества изготовления сменных деталей и узлов.

Выполнение выдвинутых требований к конусным дробилкам позволит повысить технический уровень производства щебня и эффективность использования оборудования.

Список литературы.

- [1]. Вареных Н.М. и др. Химико-технологические агрегаты механической обработки дисперсных материалов. Санкт-Петербург: СПбГУ, 2002. –482 с.
- [2]. Островский Г.М. Прикладная механика неоднородных сред. Санкт-Петербург: Наука, 2000. –359 с.
- [3]. Бауман В.А., Мартынов В.Д., Клушанцев Б.В. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций. М., «Машиностроение», 1981. -324 с.
- [4]. Бауман В.А., Клушанцев Б.В., Мартинов В.Д. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций (общий курс), М. «Машиностроение», 1980.
- [5]. [5]. Б.В. Клушанцев и др. Машины и оборудование для производства щебня, гравия и песка М.: Машиностроение, 1976.-184.с
- [6]. [6]. Мартынов В.Д.Сергеев.В.П. Строительные машины , М, «Высшая школа», 2002.

ЧАНГЛИ ГАЗЛАРНИ ТОЗАЛОВЧИ СКРУББЕРЛАР КОНСТРУКЦИЯСИНИНГ ТАҲЛИЛИ

Р.Ж. Тожиев, А. Сулаймонов

*Фаргона давлат техника университети
(Қабул қилинди 29.09.2025 й.)*

Мақолада саноат иккиламчи ташлама газларини ҳўл усулда тозаловчи аппаратлар тахлили, қурилмалар ишлаш принципи ҳамда турлари, конструкциялари, асосий ишчи параметрлари ва кўрсаткичлари, ишчи органларидаги гидравлик қаршиликлар, газ тезликлари бўйича маълумотлар келтирилган.

Таянч сўзлар: *гидравлик қаршилик, йўналтирувчи қувур, газ тезлиги, қаршилик коэффиценти, ташлама газ, газ оқимининг кучи, томчи ушлагич, форсункалар, турбулентлик.*

In the article, an analysis of yequipment for wet treatment of industrial secondary yexhaust gases, the principle and types of operation of devices, construction, basic operating parameters and performance, hydraulic resistance in the working bodies, gas velocities is given.

Key words: *hydraulic resistance, guide pipe, gas velocity, resistance coefficient, yexhaust gas, gas flow force, drop holder, injectors, turbulence.*

В статье представлен анализ оборудования для мокрой очистки промышленных вторичных отходящих газов, принципы и типы оборудования, конструкция, основные рабочие параметры и производительность, гидравлическое сопротивление в рабочих органах, исчисления скорости газа.

Ключевые слова: гидравлическое сопротивление, направляющая труба, скорость газа, коэффициент сопротивления, выхлопной газ, сила потока газа, капле уловитель, форсунки, турбулентность.

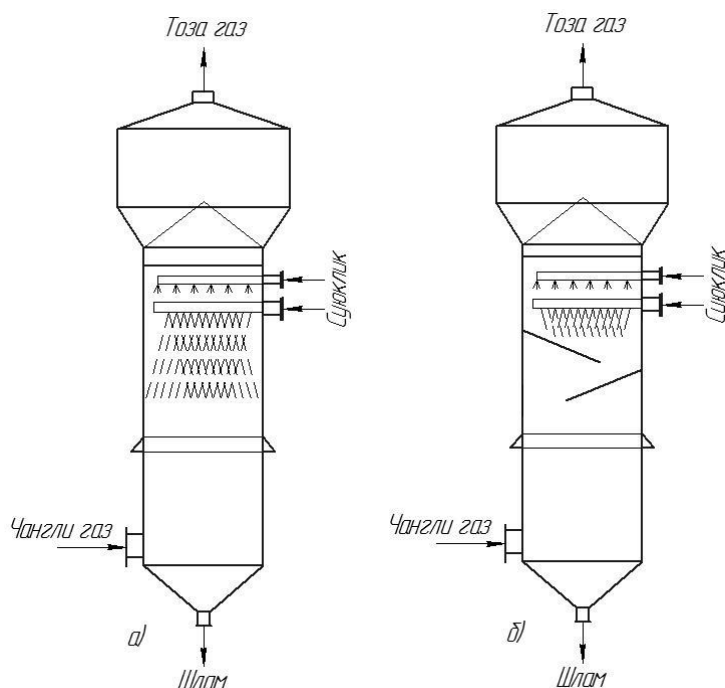
Бугунги кунда кишлоқ хўжалиги махсулотларини етиштириш учун минерал оғитларга талабнинг ортиб бораётганлиги сабабли ишлаб чиқариш хажми ҳам йил сайин ортиб бормоқда. Маълумки, минерал оғит ишлаб чиқариш хажмининг ортиб бориши атмосферага ташланадиган чангли газ миқдорини ҳам ортишига олиб келади. Ўз навбатида, атмосферага ташланаётган чиқинди чангли газлар атроф-муҳит ва инсон саломатлигига салбий таъсир кўрсатади. Ушбу чангли газларни ишлаб чиқариш шароитида тозалаш ва улардан бошқа махсулотлар ишлаб чиқаришда хом-ашё сифатида фойдаланиш бугунги куннинг долзарб вазифаларидан ҳисобланади. Қуйида берилган тадқиқот ишида чангли газларни ҳўл усулда тозаловчи сруббернинг мавжуд конструкцияси ҳамда янги конструкциядаги сруббернинг тузилиши минерал оғитлар ишлаб чиқариш жараёнида қўллаш учун таклиф этилган.

Саноатда чангли газларини тозалашда қўлланилаётган курулмалар тозаланадиган газнинг физик ва кимёвий таркиби, унинг ўртача медиан ўлчами ҳамда газнинг турли хил механизмларига асосланган ҳолда танланади [2,3].

Саноатда чангли газларни тозалашнинг куруқ ва ҳўл усуллари мавжуд бўлиб, бу турдаги курулмалар кичик гидравлик қаршилик ва юқори иш унумдорлигига эга ҳисобланади. Лекин куруқ усулда тозалаш даражаси ҳўл усулда тозалаш даражасига нисбатан анча паст. Шу сабабли бугунги кунда дунёда саноат чангли ва чангли газларини тозалашда ҳўл усулдан фойдаланиш тенденцияси ортиб бормоқда. Ҳўл усул дисперс состави юқори (зарра ўлчами 5 мкм кичик) бўлган зарраларни суюқлик муҳитида ушлаб қолишда самарали ҳисобланади. Масалан: иссиқлик электростанцияларининг қозонхоналарида ҳосил бўладиган ёқилғи тутунини, кимё саноатида реакция жараёнида ажраладиган чангли заҳарли газларни ва ёғ-мой комбинатида рафинатция жараёнида ажраладиган парафин тутунини тозалашда 95-96% ни ташкил этади [4].

Ҳўл усулда чанг ва газларни тозалаш курулмаларининг конструкциялари турлича бўлиб, бу курулмалар ичида энг кўп тарқалгани срубберлардир. Срубберларнинг ҳўл усулдаги бошқа курулмаларга нисбатан асосий афзаллиги тозалашда ҳосил бўладиган шламнинг курулма деворларига ёпишиб қолишга мойиллиги камроқ. Бундан ташқари агрессив, ҳарорати ҳамда оқим тезлиги юқори бўлган газларни тозалашда самарадорлиги юқори ҳисобланади [5].

Бу усулнинг ҳам ўзига ҳос камчиликлари мавжуд бўлиб, масалан, тозалаш учун сарфланадиган энергия истемоли куруқ усулга нисбатан кўпроқ, суюқлик муҳитига ютилган чанг ва газларни қайта ишлашга тоғри келади. Бундан ташқари саноатда ишлатиладиган



1-расмда сруббер курулмалари.

скрубберларнинг самарадорлиги атмосферага ташланаётган зарарли моддаларнинг ПДК даражаси бўйича ҳар доим ҳам мавжуд экологик меъёр талабларига жавоб бермайди. Бу асосан қурулмага юкланадиган ташқи таъсирлар ва газ оқимида чанг ва чангли газларнинг юқори даражада қўшилиши билан боғлиқ.

Скрубберларнинг гидравлик қаршиликлари қанчалик юқори бўлса, улар чангли газларни шунчалик самарали фазаларга ажратади, лекин чангли газни узатиш учун энергия сарфи ҳам шунчалик кўп бўлади. Ҳар бир аниқ ҳолатда қурилмани танлаш кўпгина кўрсаткичларни ҳисобга олишни тақозо этади.

Шунинг учун чанг ва чангли газларни суюқлик томчилари билан тўқнашув эхтимолини ошириш учун янги эффектив усулларни ёки ташқи энергия таъсирини қўллаш керак бўлади [4].

1-расмда скруббер қурилмалари келтирилган бўлиб, 1а-расмда “Фарғонаазот” АЖ да суперфосфат ишлаб чиқариш технологик линиясида ишлаётган скруббер келтирилган. Бу қурилмаларни ишлаш принципи ҳўл усулда газларни суюқлик томчилари билан контакт бўлиши натижасида тозалашга мўлжалланган.

Бу қурилмалардан 1б-расм конструкциясига махсус тарелкалар жойлаштириш орқали ўзгартириш киритилди. Махсус тарелкалар қурилма ички қисмида жойлашган сув пурковчи форсунка ва захарли газларни тақсимловчи узеллар орасида вертикал кувурга нисбатан 45° бурчак остида жойлаштирилди.

Тарелкаларни қўйишдан асосий мақсад суюқлик ва газлар ўртасидаги контактни узайтиришдан иборат. Ҳозирда ушбу соҳа бўйича кўплаб илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда [1, 6, 7 ва бошқалар].

Адабиётлар

- [1]. <https://www.uzavtoyul.uz/cy/post>.
- [2]. ГОСТ 17.2.3.02-90. Междугосударственный стандарт Охрана природы. Атмосфера. Сб.ГОСТов. – Москва: Издательство стандартов, 2004. – 16 с.
- [3]. ЎзДст 982-2000. Ўзбекистон республикаси давлат стандарти.
- [4]. Нурмухамедов Ҳ.С., Темиров О.Ш., Туробжонов С.М., Юсупбеков Н.Р., Зокиров С.Г., Таджихужаев З.А. Газларни қайта ишлаш технологияси, жараён ва қурулмалари. – Тошкент: Шарқ, 2016. – 856 б.
- [5]. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Ҳ.С., Зокиров С.Г. Кимёвий технология асосий жараён ва қурулмалари. – Тошкент: Фан ва технологиялар, 2015. – 848 б.
- [6]. Варваров В.В. Проблемы улавливания пылевидных фракций в тех-нологии сыпучих пищевых продуктов. – Известия вузов. Пищевая технология, – Кубан, 1988. – № 4. – С.27-35.
- [7]. Швыдкий В.С., Ладыгичев М.В. Очистка газов. Теплоэнергетик. – Москва, –2002. – 640с.

AVTOKLAVDA SUV BUG‘I BILAN ISHLOV BERISHDAN OLDIN MATERIALNI USHLAB TURISH VAQTINING MAHSULOT MUSTAHKAMLIGIGA TA’SIRI

Н.М. Sadullayev

*Farg‘ona davlat texnika universiteti,
(Qabul qilindi 29.09.2025 y.)*

Annotasiya: Maqolada avtoklavda suv bug‘i bilan ishlov berishdan oldin materialni ushlab turish vaqtining mahsulot mustahkamligiga ta’sirini aniqlash bo‘yicha o‘tkazilgan tadqiqotlar natijalari, yangi korxonalarni loyihalash bo‘yicha tavsiyalar berilgan.

Kalit so‘zlar: texnologik rejim, bug‘ bilan ishlov berish, ikki kalsiyli silikat, komponent, germetik yopiq idish, harorat, parametr, dastlabki ushlab turish vaqti, mustahkamlik.

Аннотация. В статье представлены результаты исследований, проведенных по определению влияния времени выдержки материала перед паровой обработкой в автоклаве на прочность изделий, а также рекомендации по проектированию новых предприятий.

Ключевые слова: технологический режим, паровая обработка, двухкальцевый силикат, компонент, герметичная емкость, температура, параметр, начальное время выдержки, прочность.

Abstract. The article presents the results of studies conducted to determine the effect of the holding time of the material before steam treatment in an autoclave on the strength of products, as well as recommendations for the design of new enterprises.

Keywords: technological mode, steam treatment, dicalcium silicate, component, sealed container, temperature, parameter, initial holding time, strength.

Avtoklavda bug' bilan ishlov beriladigan materiallar toifasiga ohak va kvarts qumi aralashmasidan tayyorlanadigan silikatli (silikat g'ishti, silikat betoni, gazosilikat va sh.o'), portlandsement va turli to'ldiruvchilar aralashmasidan tayyorlanadigan avtoklav betoni, shifer hamda shlakli, kulli, sementsiz (sanoat chiqindilari asosida tayyorlanadigan) materiallar mansub bo'lib ushbu materiallarning mustahkamligini aynan avtoklavda ishlov berishning to'g'ri tanlangan texnologik rejimi hisobiga jiddiy oshirish mumkin.[1]

Odatda avtoklavda bug' bilan ishlov berish usuli nisbatan sekin qotadigan materiallarga nisbatan qo'llaniladi.

Avtoklavda ikkikalsiyli silikatning keng tarqalgan β -modifikatsiyasi $\beta - 2 \cdot CaO \cdot SiO_2$ ga ishlov berish amaliyotida keng tarqalgan. Faqat bunda shuni yodda tutish muhimki, bug' bilan ishlov berish jarayonida material tarkibidagi barcha komponentlar faol kimyoviy ta'sirga duch keladi. Bu holat ba'zan yangi mahsulotlar sintezi uchun qulay sharoit yaratib qo'yishi, natijada ayrim komponentlar "yo'qolib qolishi" mumkin.[2]

Ma'lumki, qoliqlangan mahsulotga germetik yopiq idish-avtoklavda 175-300°C haroratda issiq par bilan ishlov beriladi. Ushbu jarayon juda murakkab bo'lib boshlang'ich materialni kerakli shakl va mustahkamlikka ega bo'lgan sun'iy toshga aylantiradi. Avtoklavda ishlov berilgan materialning xossalari avtoklav rejimiga, suv bug'i parametrlariga, materialning avtoklavga berilishdan oldin qancha vaqt davomida va qanday sharoitda saqlanganligiga, materialning avtoklavga qoliqli yoki qolipsiz joylanishiga, o'lchamlariga va boshqalarga bog'liq bo'ladi.

Qorishmalarining mustahkamligi (avtoklavda ishlov berishdan oldin dastlabki ushlab turish vaqtiga bog'liqligi)

1-jadval

Bug' bilan ishlov berishdan oldin dastlabki ushlab turish vaqti, (soat)	Mahsulotning siqilishga mustahkamlik chegarasi, MPa			
	Avtoklavda ishlov bergandan keyin	Ochiq havoda saqlangandan keyin		
		28 kun	6 oy	1 yil
1	4,6	4,8	5,0	5,2
2	6,2	6,4	6,6	6,8
4	7,0	7,4	7,7	8,0
6	7,8	8,1	8,4	8,6
8	9,0	9,4	9,6	10,0
10	14,2	14,6	14,9	15,4
12	14,1	14,4	14,5	14,7
14	10,4	10,6	10,8	11,1
16	8,2	8,4	8,6	8,8

1-jadvalda sement-qum aralashmasidan tayyorlangan namunalar mustahkamligi to'g'risidagi ma'lumotlar keltirilmoqda.

Avtoklavda ishlov berishning asosiy vazifasi suv bug'ining tegishli parametrlari orqali jadal ravishda kalsiy va magniy gidrosilikatlari hosil qilish uchun sharoit yaratishdir. Bunda suv bug'ining harorati gidrosilikatlar va gidroalyuminatlar hosil bo'lishida asosiy parametr bo'lib hisoblanadi. Suv bug'ining bosimi esa katta ahamiyat kasb etmaydi. O'tkazilgan tajribalar avtoklavda ishlov harorati 190-200°C atrofida yaxshi samara berishni ko'rsatadi. Yuqori sifatga va

zarur xossalarga ega bo'lgan qurilish materiallari olishda magniy gidrosilikatlariga ishlov berish 225-245⁰C harorat (bunda bosim 2,5-4 MPa) ostida amalga oshirilishi eng yaxshi natija beradi.

Shuningdek, ko'plab tadqiqotlarning ko'rsatishicha qorishma va betonni avtoklavga ishlov berishdan oldin dastlabki ushlab turish vaqti avtoklav materiallari sifat ko'rsatkichlarga jiddiy ta'sir ko'rsatadi. Dastlabki ushlab turish vaqti xom ashyoning tarkibiga bog'liq bo'ladi. Agar, qattiq qorishmadan tayyorlangan namunalarni avtoklavga kiritishdan oldingi ushlab turish vaqtini 1 soatdan 10 soatga oshirilsa, uning mustahkamligi taxminan 18-20% ga ortadi. Tajribalarning ko'rsatishicha bundan ortiq ushlab turish mahsulot sifatiga deyarli ta'sir qilmaydi.

O'tkazilgan tajribalar avtoklavga berishdan oldin mahsulotga ishlov berish tayyor mahsulot mustahkamligini 12-20% ga oshirishni tasdiqladi. Agar bloklar nefelinli sementdan tayyorlansa, bunday mahsulotlarga qolipsiz avtoklav ishlovi berish mumkin bo'lar ekan. Chunki bunday mahsulotlarning mustahkamligi silikat massasidan tayyorlangan bloklarga nisbatan ancha yuqori bo'ladi.

Qolipsiz bloklarni avtoklavga joylash ham ancha oson kechadi, avtoklavning mahsulot bilan to'lish koeffitsienti ham oshadi. Bu esa o'z navbatida mahsulot tannarxining kamayishiga olib keladi.

Yuqoridagilarni e'tiborga olib avtoklav texnologiya asosida ishlaydigan yangi korxonalarni loyihalashda mahsulotlarni dastlabki ushlab turish maydonlarini ko'zda tutish maqsadga muvofiq bo'ladi.

Adabiyotlar

- [1]. Боженев П.И. Технология автоклавных материалов. Санкт-Петербург. "Стройиздат" 2011г.
- [2]. Sadullayev X.M. "Qurilish materiallari sanoati texnologik komplekslari", Farg'ona, "Klassik", 2025, 178 b.

ЎЗБЕКИСТОНДА ЭКОЛОГИК МУҲИТ ВА УНИ ЯХШИЛАШ Йўналишлари

Х.М. Садуллаев

*Фарғона давлат техника университети
(Қабул қилинди 29.09.2025 й.)*

Аннотация: Мақолада республикаимиз атроф муҳитини кимё ва қурилиш материаллари ишлаб чиқариш саноати ҳамда машиний чиқиндилардан ҳимоя қилишнинг асосий йўналишлари баён этилган.

Калим сўзлар: глобал экологик муаммолар, биохилмаҳиллик, утилизация қилиш, иккиламчи ҳом ашё, экологик меъёрлар, критик экологик вазиятли зона.

Аннотация. В статье изложены основные направления охраны окружающей среды нашей республики от отходов химической промышленности, производства строительных материалов и бытовых отходов.

Ключевые слова: глобальные экологические проблемы, биоразнообразие, утилизация, вторичное сырьё, экологические нормативы, зона критической экологической ситуации.

Abstract. The article outlines the main directions of environmental protection in our republic from waste from the chemical industry, the production of building materials and household waste.

Keywords: global environmental issues, biodiversity, recycling, secondary raw materials, environmental regulations, critical environmental zone.

Атроф муҳитни муҳофаза қилиш ҳозирги кунда инсоният олдида турган энг катта муаммолардан бири ҳисобланади. Фан ва техниканинг ривожланиши жамиятга исбли кўрилмаган ютуқлар келтириши билан бир қаторда жамият билан табиат ўртасидаги муносабатларнинг кескинлашишига, экологик ҳолатнинг ёмонлашишига, табиий ресурсларнинг исроф бўлишига, сув, ҳаво, тупроқнинг ифлосланишига, ўсимлик ва ҳайвонларнинг камайиб кетишига ва ер шари экосистемасининг ўзгаришига олиб келди.

Дунё биз ўйлаганчалик катта ва чегарасиз эмас. Табиат инсоният фаолиятининг хатоларини ҳамиша ҳам кечиравермаслигини ҳаёт кўп марта намоён этди. Биз яшаётган

дунё, ер юзаси, табиат, умуман атроф муҳит ҳимояга муҳтож.

Шу сабабли ҳозирги ва келажак авлодлар соғлигини таъминлаш, табиий бойликлардан оқилона фойдаланиш билан бир қаторда чиқиндисиз технологияларни ишлаб чиқиш, сунъий экосистемаларнинг доимий ва юқори ҳосилдорлигини таъминлаш, аҳолининг турли табақаларига, жумладан барча раҳбарлар ва мутахассисларга атроф муҳит муҳофазаси муаммоларини ва унинг ечими тўғрисидаги тушунчаларни изчил тушунтириш орқали табиат муҳофазасини амалга ошириш мақсадида 2025 йил Ўзбекистонда “Атроф муҳитни асраш ва яшил иқтисодиёт йили” деб эълон қилинди.

Ҳозирги кунда Республикамизда саноат чанглари утилизациялашга катта эътибор берилмоқда. Республикамиздаги кўплаб саноат корхоналари реконструкция қилиниб, асосий чанг манбалари бўлган технологик машиналар ва жиҳозларнинг герметиклиги оширилди, эски агрегатлар ўрнига янги технологиялар асосида ишлайдиган замонавий чанг ушлаш аппаратлари ўрнатилиб ишга туширилди, атроф-муҳитни муҳофаза қилишнинг ҳукукий базаси яратилди.

Атроф муҳитнинг саноат чиқиндилари билан ифлосланишини камайтириш мақсадида ишлаб чиқариш корхоналаридаги барча чиқинди манбалари аниқланмоқда ва тегишли машиналар ва аппаратлар қайта жиҳозланмоқда. Яратилаётган янги лойиҳаларда чиқиндисиз технологиялардан амалда кенг фойдаланилмоқда; экологик тоза жараёнлар қўлланилмоқда; машина ва аппаратларнинг энг мукамал, энг замонавий тузилмалари жорий этилмоқда.

Атроф муҳитни ҳимоя қилиш ишларини ривожлантириш мақсадида илмий асосланган ечимларга таянган ҳолда талабларга жавоб бераоладиган саноат аппаратлари ҳам яратилган ва муваффақият билан ишлатилмоқда.

Ҳозирда саноат чиқиндиларини ушлаш, нейтраллаш йўналишида кўплаб илмий изланишлар олиб борилмоқда, саноат ишлаб чиқаришнинг ҳар бир соҳаси бўйича аниқ бир таснифланган, юқори самара билан мақсадга эришиш имконини берувчи илмий жиҳатдан пухта асосланган кўплаб илмий ечимлар, тавсиялар ишлаб чиқилган.

Республиканинг жануби-шарқий (тоғолди) зонасида, яъни бу зонага кирадиган Тошкент (шу жумладан, Тошкент ш.), Сирдарё, Жиззах, Фарғона ва Сурхондарё вилоятларида экологик вазият умуман олганда энг қулай, лекин бу ерда ҳам алоҳида экологик танг минтақалар мавжуд. 14,1 млн. кишидан 55% қулай экологик вазиятли зонада, 34% критик экологик вазиятли зонада ва тахминан 5 фоизга яқинигина фавқулодда экологик вазиятли зонада яшайди.

Фарғона вилояти аҳолисининг асосий қисми (68%) критик экологик вазиятли зонада, 19% фавқулодда экологик вазиятли зонада ва атиги 13% қулай экологик вазиятли зонада яшайди. Фавқулодда экологик вазиятли зонага Риштон, Тошлоқ туманлари ва Фарғона ш. кирган. Қулай экологик вазиятли зонада Данғара, Учкўприк ва Ёзйовон туманлари жойлашган.

Фарғона вилояти учун атмосфера ифлосланишининг юқори иқлимий потенциали хосдир. Қўштепа, Тошлоқ, Фарғона туманлари ва Қувасой, Қўқон, Фарғона, Марғилон шаҳарларида атмосфера ҳавоси ифлосланишининг юқори даражаси кузатилади (АИИ 10-12 ни ташкил қилади), тупроқларнинг пестицидлар билан ифлосланиши юқори даражаси (Бувайда, Бешариқ, Учкўприк, Ёзйовон туманлари ва Қўқон шаҳридан ташқари), 50-85% истеъмол сувининг стандартлар талабларига мувофиқ эмаслиги кузатилади.

Андижон вилоятида критик экологик вазиятли зонада Олтинкўл, Булоқбоши, Қўрғонтепа, Марҳамат, Пахтаобод, Улуғнор туманлари ва Қорасув ш. жойлашган, бу ерда вилоят аҳолининг 46% яшайди, қулай экологик вазиятли зонада эса қолган 9 маъмурий туман жойлашган, бу ерда аҳолининг 54% яшайди.

Андижон вилояти учун атмосфера ифлосланиши иқлимий салоҳиятининг юқорилиги, тупроқлар пестицидлар билан ифлосланишининг юқори даражаси, Андижон, Булоқбоши, Улуғнор, Қўрғонтепа, Марҳамат туманларида истеъмол суви сифати 30 – 40 фоизга стандартлар талабларига жавоб бермайди.

Наманган вилоятида критик экологик вазиятли зонада Мингбулок, Наманган, Тўрақўрғон туманлари ва Наманган ш. жойлашган, бу ерда вилоят аҳолининг 40% яшайди, қолган 13 маъмурий туман (шаҳар) қулай экологик вазиятли зонада жойлашган ва бу ерда аҳолининг 60% яшайди.

Кейинги пайтларда Ўзбекистон республикаси пойтахти-Тошкент шаҳри ҳавосининг ифлосланиши жиддий ташвиш туғдирмоқда. Шаҳар ҳавосидаги майда ПМ 2.5 дисперс заррачаларнинг концентрацияси 150 mkg/m^3 ва ундан юқори бўлмоқда.

Умуман олганда, Жиззах, Наманган, Самарқанд ва Сурхондарё вилоятларида энг қулай экологик вазият, Андижон, Қашқадарё, Сирдарё, Тошкент, Фарғона, Хоразм вилоятларида ва Тошкент шаҳрида ўзгарувчан, Қорақалпоғистон Республикаси, Бухоро ва Навоий вилоятларида нисбатан танг экологик вазият вужудга келди.

Республикада экологик вазиятни барқарорлаштириш, саноат чиқиндиларини тозалаш мақсадида “Технологик машиналар ва жиҳозлар” кафедраси олимлари томонидан кейинги йилларда қатор илмий – амалий тадқиқотлар ўтказилиб уларнинг натижаси саноат корхоналарида синовдан ўтказилди.

Жумладан, “FARG’ONAAZOT” АЖ корхонаси учун ҳўл усулда ишловчи роторли чанг тутгич, “KVARTS” АЖ корхонаси учун саноат чанглари нейтралловчи қурилма ва бошқалар яратилиб, ишлаб чиқаришга жорий этилди.

2030 йилгача бўлган даврда Ўзбекистон Республикасининг Атроф муҳитни муҳофаза қилиш концепсияси тасдиқланган ва унда қуйидаги чора-тадбирлар назарда тутилган:

атроф муҳит объектларини (атмосфера ҳавоси, сув, ер, тупроқ, ер қаъри, биохилма-хиллик, қўриқланадиган табиий ҳудудлар) антропоген таъсир ҳамда бошқа салбий таъсир қилувчи омиллардан сақлаш ва сифатини таъминлаш;

экологик жиҳатдан энг кам хавф туғдирувчи материаллардан, маҳсулотлардан, ишлаб чиқариш объектлари ва бошқа объектлардан устувор даражада фойдаланиш;

қўриқланадиган табиий ҳудудларни кенгайтириш;

заҳарли кимёвий ва радиоактив моддалардан экологик хавфсиз фойдаланишни таъминлаш;

чиқиндилар билан боғлиқ ишларни амалга оширишнинг экологик хавфсиз тизимини такомиллаштириш;

аҳолининг экологик маданиятини шакллантириш, атроф муҳитни муҳофаза қилиш соҳасида давлат органлари фаолиятининг шаффофлик даражасини ошириш ва фуқаролик жамиятининг ролини кучайтириш;

Адабиётлар

- [1]. Sadullaev X.M. Qurilish materiallari sahoati texnologik komplekslari. Farg’ona, “classik”, 2025 –178b.
- [2]. www.ziyonet.uz
- [3]. www.chem21.info
- [4]. www.knowledge.allbest.ru

О НАДЕЖНОСТИ ЦЕМЕНТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Х. М. Садуллаев, Г. Ш. Хасанова

*Ферганский государственный технический университет
(Получена 29.09.2025 г.)*

Аннотация: в статье излагаются основные направления в повышении надежности и долговечности технологического оборудования для технологических линии сухого способа производства цемента.

Ключевые слова: энергосберегающая технология, моральное и физическое устаревшие, экстенсивными методами, безотказной работы техники, срок службы.

Аннотация: Maqolada quruq usulda sement ishlab chiqarish liniyalari uchun texnologik uskunalarning ishonchliligi va chidamliligini oshirishning asosiy yo'nalishlari ko'rsatilgan.

Kalim cўzlap: *Energiyani tejovchi texnologiya, ma'naviy va jismoniy eskirgan, keng ko'lamli usullar, uskunaning muammosiz ishlashi, xizmat muddati.*

Abstract. *The article outlines the main directions in increasing the reliability and durability of process equipment for dry-process cement production lines.*

Keywords: *Energy-saving technology, morally and physically obsolete, extensive methods, trouble-free operation of equipment, service life.*

Объем производства цемента в Узбекистане составил в 2024 году 16,0073 млн. т.

Опережающими темпами будет расти производство цемента с применением энергосберегающих технологий, в том числе с использованием сухого способа. Доля сухого способа в общем объеме в 2024 году составила 66%. В 2025 году она составит 70%, в 2030 году - 80%.

Такой рост требует ускоренного создания высокоэффективных технологических линий и освоения их производства.

В настоящее время разработана техническая документация на аналоговый ряд печных агрегатов сухого способа производительностью 1000, 2000, 3000 и 5000 тонн клинкера в сутки.

В настоящее время в Узбекистане насчитывается 38 предприятий, специализирующихся на производстве цемента. Годовая мощность этих предприятий составляют 35,3 млн. т. Планируется увеличить мощность цементных заводов Республики до 40,8 млн. т. По данным ассоциации «Узпромстройматериалы» планируется увеличить выпуск цемента к концу 2025 года до 18 млн. т.

Для реализации перспективных планов разработана комплексная программа разработки и создания оборудования. Однако требуемые объемы его занимают практически все мощности завода "Волгоцеммаш", являющегося основным поставщиком цементного оборудования. Ограниченность мощностей не позволяет объединению уделить должное внимание капитальному ремонту действующих технологических линий, модернизации и реконструкции цементных заводов. В тоже время, около 70% оборудования отрасли морально и физически устарело, а 40% требует незамедлительной замены. Выбытие основных фондов не превышает I, 2-I, 3%. Для стабилизации процесса старения требуются мощности, равные заводу "Волгоцеммаш".

Однако подотрасль продолжает развиваться экстенсивными методами. Она насыщается новым оборудованием для строящихся технологических линий, привозимых из Китая и других стран, на эксплуатацию которых требуется дополнительная рабочая сила. В такой ситуации возрастают траты на ремонт и техническое обслуживание оборудования. За последние 15 лет они возросли в 1,5 раза. Свыше 30% численности производственного персонала занято на ремонтных работах.

Поэтому проблема повышения надежности и ремонтпригодность цементного оборудования является особенно актуальной.

Основные направления решения проблемы повышения надежности заключается в создании новой техники, превосходящей по производительности и по надежности в 1,5-2 раза существующую, увеличении ресурса работы машин до первого капитального ремонта к 2030 году в 2-3 раза по сравнению с 2024 годом, сокращении расхода металла на ремонт и техническое обслуживание в 1,8-2 раза.

Поставленные задачи могут быть решены за счет повышения ресурса быстроизнашивающихся деталей и узлов, достижения более высоких показателей безотказной работы техники в течение ремонтного цикла. Этому должны способствовать единая техническая политика в вопросе изготовления запасных частей, фирменное обслуживание оборудования силами изготовителей. Не секрет, например, что запасные части, изготавливаемые п/о "Волгоцеммаш", имеют значительно более высокий срок службы, что говорит о достаточно высоком уровне технологии литья, сварки и др.

Однако в вопросе надежности есть еще много "белых пятен". В печных агрегатах слабым звеном остается колосниковый холодильник и шлюзовой затвор. Недостаточна

долговечность колосников, велика трудоемкость ремонта холодильника, ненадежна система автоматического регулирования его работы. Качество сварных швов и литых заготовок вварных бандажей печных агрегатов не отвечает требованиям современного уровня. Фактические удельные показатели отдельного оборудования по энергоёмкости превосходят показатели зарубежных аналогов. Требуется завершения работа по повышению надежности работы узла бандаж - опорный ролик. В помольных агрегатах внутри мельничные устройства работают с разным сроком службы, что не позволяет их использовать безотказно в течение 2,5-3 лет.

Не механизированы работы по надеванию мешков на штуцера многошпиндельных установок для затаривания цемента. Недостаточно уделяется внимания диагностированию оборудования в процессе его эксплуатации. Последнее приводит к тому, что оборудование эксплуатируется от поломки до поломки и, в свою очередь, приводит к значительному количеству незапланированных простоев оборудования.

Настала необходимость в разработке комплексной программы повышения надежности оборудования, в объединении усилий изготовителей и эксплуатационников. Реализация комплексной программы дает возможность обеспечить системный подход к решению вопросов надежности, ремонтпригодности и технологичности, высокий уровень безопасности.

Вопросу повышения качества и надежности цементного оборудования была посвящена конференция, проходившая с 18 по 19 апреля в Ферганском государственном техническом университете. В конференции приняли участие потребители продукции, специалисты проектных и научно-исследовательских институтов, а также высших образовательных учреждений, ведущие работы по совершенствованию технологии и оборудования для производства цемента. На конференции был сделан тщательный анализ состояния качества и надежности оборудования, предложены пути их повышения.

Конференция рекомендовала в качестве приоритетных направлений в области совершенствования технологии производства цемента создание и освоение оборудования для внедрения энерго- и топливосберегающих процессов, включая вертикальные тарельчато-роlikовые мельницы, пресс-валковые измельчители и сепараторы, повышение надежности всего комплекса оборудования и диагностирование его состояния. Для повышения надежности создаваемого оборудования признано целесообразным ускорить расширение экспериментальной базы кафедры «Технологические машины и оборудование».

Список литературы

- [1]. Журавлев С.Ю. «Основы надежности машин», Красноярск, КГАУ, 2021 г. 251 ст.
- [2]. «Надежная техника для цементных заводов» www.spobu.com «Оборудование для производство цемента» www.china.bridge.ru

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ЦЕМЕНТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Х.М. Садуллаев, И. М. Мамаризаев

*Ферганский государственный технический университет
(Получена 29.09.2025 г.)*

Аннотация: в статье описываются пути повышения износостойкости надежности цементного оборудования: вращающихся печей, бандажей, колосниковых холодильников, дробильно-размольного оборудования за счет применения комплексно-легированной стали.

Ключевые слова: стойкость бандажей, срок службы футеровки, контурная закалка, энергосберегающая технология, безотказной работы техники, срок службы.

Аннотация: Maqolada sement uskunasing bardoshliligi va ishonchliligini oshirish yo'llari tasvirlangan: aylanma pechlar, vintlar, panjarali sovutgichlar, murakkab qotishma po'latdan

foydalanish orqali maydalash va maydalash uskunolari.

Калим сўзлар: Vintlarning chidamliligi, pechning xizmat qilish muddati, konturni mustahkamlash, energiyani tejash texnologiyasi, uskunaning muammosiz ishlashi, xizmat muddati.

Abstract. The article describes ways to increase the wear resistance and reliability of cement equipment: rotary kilns, bandages, grate coolers, crushing and grinding equipment through the use of complex alloy steel.

Keywords: Durability of bandages, service life of lining, contour hardening, energy-saving technology, trouble-free operation of equipment, service life.

В последние годы разработано и освоено производство комплектных технологических линий для производства 1,2, 3 и 5 тыс. т. клинкера в сутки. Конкурентоспособность технологических линий на мировом рынке обеспечивается применением сухого способа переработки сырья, многоступенчатых циклонных теплообменников, реакторов-декарбонизаторов, высокоэффективных холодильников клинкера, а также микропроцессоров для управления отдельными агрегатами и всем комплексом.

Высокую надежность вращающимся печам для обжига клинкера обеспечивают сварные бандажи из комплексно-легированной стали. Бандажи изготавливают из двух полуколец, получаемых из электрошлакового переплава. Установка для отливки полу бандажей разработана институтом сварки им. Патона. Получаемая комплексно-легированная малоуглеродистая сталь 23ГМНФЛ имеет повышенные прочностные свойства и ударную вязкость при хорошей свариваемости. Свойства этой стали в сравнении со сталью 34Л-ЭШ представлены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительные показатели комплексно-легированной стали

№	Свойства стали	Марки стали	
		34Л-ЭШ	23ГМНФЛ
1	Предел текучести, н/мм	314,5	533,0
2	Временное сопротивление сжатию, н/мм	561	699
3	Относительное удлинение, %	24	22,6
4	Относительное сужение, %	42	42
5	Ударная вязкость, кДж/м	43	71
6	Твердость, НВ	157	196
7	Ударная вязкость при температуре минус 40°C, клж/ м	-	44-71

Применение новой стали повысило стойкость бандажей при резких изменениях и перепадах температуры окружающего воздуха. Одновременно новая конструкция бандажей упрочила корпус печи, исключила проворачивание его относительно корпуса, уменьшила износ опорных и упорных поверхностей. Эффект от внедрения бандажей достигается за счет повышения в 1,5 раза срока службы футеровки печей, снижения эксплуатационных затрат на ремонт и обслуживание печи.

Стойкость опорных роликов вращающихся печей повышена благодаря внедрению градиентной термообработки на глубину 40-60 мм. Промышленные испытания роликов диаметром 1200 и 1500 мм из стали 30ГСЛ и 35ХНЛ, имеющей твердость 240-300 НВ, показали хорошие результаты. Повышение трудоемкости обработки окупается повышением надежности оборудования и снижением эксплуатационных затрат.

Венцы и подвенцовые шестерни вращающихся печей изготавливаются из хромомолибденовой стали. При этом венцовая шестерня кроме объемной обработки подвергается контурной закалке ТВЧ по поверхности зубьев.

По лицензии японских фирм "Kawasaki" и "Onoda Cement" объединение производит колосниковые холодильники и реакторы декарбонизаторы. Опыт эксплуатации печей с декарбонизаторами на Ферганском цементном заводе показал его высокую надежность и тепловую эффективность / 1_/. В то же время выявлены недостатки, суть которых заключается в низкой степени декарбонизации (не более 40%) и сложности применения при реконструкции печей. Сейчас ведется работы по повышению эффективности декарбонизаторов с применением новых технических решений.

Для повышения жаро- и износостойкости колосников холодильников осваивается новая сталь с нитридным упрочнением. Испытания опытных образцов колосников на цементных заводах показали превышение стойкости в 2,5 раза по сравнению с традиционными жаростойкими сталями. Применение новой стали позволяет снизить расход никеля и в значительной степени - эксплуатационные затраты за счет повышения надежности и коэффициента использования оборудования.

Большая работа проведена по снижению массы дробильно-измельчительного оборудования, применяемого на сырьевом переделе, без снижения его надежности. Например, масса щековых дробилок крупного дробления снижена на 15-20% Это достигнуто за счет применения низколегированных сталей для изготовления основных узлов - станин, щек, шатунов, стенок и др. В табл. 2 дано сравнение масс щековых дробилок и их основных узлов после замены углеродистой стали.

Таблица 2

№	Наименование узлов	Масса основных узлов, т					
		ШДП 9x12		ШДП 12x15		ШДП 15x21	
		было	стало	было	стало	было	стало
1	Станина	26,7	23,2	53,6	43,6	98,5	84,4
2	Вал (главный)	24,4	15,0	43,1	39,0	67,0	53,1
3	Снижение массы дробилок,	13,1		24,8		33,6	

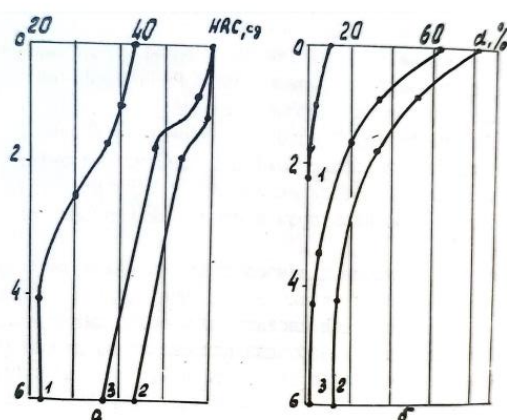


Рис-1.Изменение твердости HRC (а) и количества α -мартенсита, % б) по глубине отливок из стали 110Г13Л(1), 60Г7Х4МЛ (2), 60Г10Х5МЛ (3).

Применение хромомолибденовых сталей для футеровки мельниц повысило их стойкость в 1,5-2 раза по сравнению со сталью Гатфильда, широко применяемой в Узбекистане для этих целей.

На рисунке дано изменение твердости и количества- мартенсита по глубине отлива из стали Гатфильда и хромомолибденовых сталей.

Для повышения эффективности процесса измельчения разработаны и внедрены однорядные межкамерные перегородки. Они повышают производительность мельниц на 3-5% при одновременном повышении аэродинамических показателей. Дальнейшее повышение эффективности процесса измельчения в мельницах барабанного типа связывает с внедрением наклонных межкамерных перегородок конструкции

Белгородского технологического института и повышением скорости вращения мельниц.

Надежность в эксплуатации мельничного оборудования обеспечивается применением бронефутеровок из прокатных элементов (особенно в первых камерах) и редукторов с повышенным ресурсом. По сравнению с литыми футеровками из марганцовистой стали срок службы прокатных элементов с поверхностным упрочнением ТВЧ увеличивается в 2-3 раза при снижении стоимости изготовления также в 2-3 раза. В условиях эксплуатации мельницы в Кувасайским цементным заводом с новыми бронефутеровками имеют повышенный на 6-10% коэффициент использования. В настоящее время освоен выпуск приводов мощностью 1000, 1600 и 3200 кВт. Ведутся также работы по созданию многопоточных редукторов, имеющих значительно меньшую трудоемкость в изготовлении по сравнению с лицензионным. Полуторогодичный опыт эксплуатации привода мощностью 1000 кВт на мельнице 2,6x13 м, показал эффективность технического решения. Были выявлены недостатки, устранение которых позволит повысить эффективность эксплуатации.

В молотковых дробилках, встроенных в колосниковые холодильники, применена упрочняющая наплавка рабочей поверхности молотков сплавом 200Х10. Срок службы молотка повысился в результате в 2 раза. Разработан и освоен выпуск рукавных фильтров самонесущей многосекционной конструкции, характеризующихся высокой надежностью и удобством в эксплуатации. Удельная производительность фильтров по сравнению с серийными повысилась в 2 раза при одновременном повышении эффективности работы. Секция фильтра имеет рабочую поверхность 30 м².

В настоящее время Кувасайским цементным заводом осваивается выпуск одно-, двух- и трех секционных фильтров. Испытания фильтров ведутся Кувасайским цементным заводом. Предварительные испытания, проведенные в Кувасайским цементным заводом подтвердили технико-экономические показатели фильтра.

Список литературы

- [1]. Журавлев С.Ю. «Основы надежности машин», Красноярск, КГАУ, 2021 г. 251
- [2]. «Надежная техника для цементных заводов» www.spobu.com
- [3]. «Оборудование для производство цемента» www.china.bridge.ru

UDK 66.074.51

GAZLARNI TOZALASHDA FAZALAR KONTAKT YUZALARINI HISOBLASH

R.J. Tojiyev, A.A.Axrorov

*Farg'ona davlat texnika universiteti, E-mail: a.axrorov@ferpi.uz
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)*

Maqolada konvetiv diffuziya tenglamasidan foydalangan holda massa berish koeffitsiyenti tenglamasini keltirib chiqarish uchun modda o'tishining turli modellari hamda gaz-suyuqlik tizimidagi massa almashinishning muxim parametri bo'lgan massa berish koeffitsiyentiga ta'sir etuvchi faktorlar va uni aniqlash bo'yicha tenglamalar tahlili keltirilgan.

Kalit so'zlar: konvetiv diffuziya, massa berish, modda o'tishi, diffuziya koeffitsiyenti, gaz-suyuqlik tizimi, plyonka qatlami.

В статье приведено анализ модели переноса вещества для получения уравнений коэффициента массоотдачи в системе газ-жидкость. А так же, приведено важнейшие факторы массообменного процесса влияющие на коэффициент массоотдачи.

Ключевые слова: конветивная диффузия, массоотдача, перенос вещество, коэффициент диффузии, система газ-жидкость, плёночный слой.

In the article, analyze the mass transfer modules by using the convective diffusion equations and mass-transfer coefficient, besides equations and factors which influence for determining the mass-transfer coefficient are given.

Key words: convective diffusion, mass transfer, mass transport, diffusion coefficient, gas-liquid system, film layer.

Moddani fazalar chegarasidan boshqa bir fazaga o'tishi gidrodinamika va konvektiv diffuziyaning qonuniyatlariga asosan o'rganiladi. O'rganilayotgan diffuziya jarayoni x o'qi bo'ylab o'zgarsa va unga perpendikulyar yo'nalishda y o'qi bo'ylab fazalar xarakatlansa konvektiv diffuziya tenglamasini quyidagicha yozish mumkin.

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} - \omega \frac{\partial c}{\partial y} \quad (1)$$

$$\beta * \Delta = -D \left(\frac{\partial c}{\partial x} \right)_{x=0} \quad (2)$$

bu yerda C_{ch} va S -fazalar chegarasidagi va moddaga o'tgan komponent konsentratsiyasi; t -vaqt; D -diffuziya koeffitsiyenti; ω -fazalar tezligi, Δ -konsentratsiyalar farqi.

Umumiy holda konvektiv diffuziya tenglamasi (1)ni yechish imkoni yo'q, shu bois massa berish tenglamasini keltirib chiqarish uchun modda o'tishining turli modellardan foydalaniladi. Modda o'tishining fazalar yadrosidan ajratib turuvchi plyonka qatlami, chegaraviy diffuzion qatlam va turbulent oqim ta'sirida fazalar chegarasi vaqti-vaqti bilan yangilanib turuvchi yuzali modellari mavjud.

Modda almashinish jarayonida gaz va suyuqlik fazalari to'qnashuv yuzalarining ikki tarafida va har bir fazani o'z yadrosidan fazalar to'qnashuv yuzasini ajratib turuvchi va laminar xarakatlanadigan plyonka qatlami hosil bo'ladi [1-rasm]. Ma'lumki oqim yadrosida konsentratsiya doimiy bo'lib, plyonka qatlamida o'zgarishi kuzatiladi. Moddalar fazalar tutashuv yuzasiga plyonka qatlami orqali o'tadi [1].

Jarayon turg'un bo'lsa $\frac{\partial c}{\partial t} = 0$ ga teng va $\omega \frac{\partial c}{\partial y}$ ni hisobga olmasa ham bo'ladi va tenglama (1) quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi.

$$D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} = 0 \quad (3)$$

Tenglama (3)ni tenglama (2)da berilgan chegaraviy shart va plyonka qalinligi bo'yicha integrallash natijasida massa berish koeffitsiyentini aniqlash tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

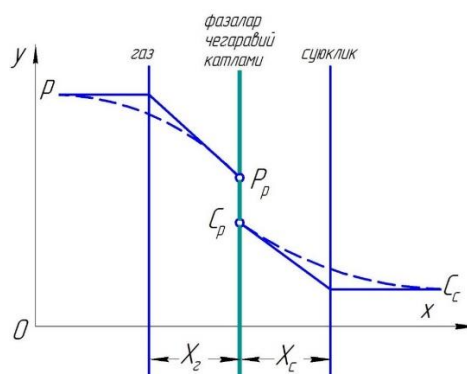
$$\beta = \frac{D}{x_0} \quad (4)$$

Tenglama (4)dan ko'rinadiki plyonka qatlamidagi massa berish koeffitsiyenti β , diffuziya koeffitsiyenti D va plyonka qalinligi x_0 ga bog'liq. Yuqorida ta'kidlanganidek molekulyar diffuziya qonuniyatlaridan tashqari gidradinamik shartlarga asosan ham modda berish koeffitsiyentini aniqlash mumkin. Suyulik va gazni turbulent rejimda xarakatdanishi ana shunday shartlardan biri bo'lib, unga ko'ra fazalarda turbulent oqimi qancha katta bo'lsa, x_0 shuncha kichik bo'ladi va β ning qiymati shuncha katta bo'ladi.

Modda o'tishining chegaraviy diffuzion modelida modda berish koeffitsiyentini hisoblashda $\frac{\partial c}{\partial t} = 0$ ga teng bo'lib, jarayon turg'un bo'ladi, lekin tenglama (1)dagi konvektiv xad $\omega \frac{\partial c}{\partial y}$ hisobga olinadi. Tenglama (1) quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} = \omega \frac{\partial c}{\partial y} \quad (5)$$

Ushbu tenglama (5)ni turbulent oqim bo'yicha tahlili shuni ko'rsatadiki, fazalar chegarasidan uzoqda $C = \text{const}$; yaqinida esa qovushqoq chegaraviy qatlam ya'ni fazalar chegaraviy yuzasiga yaqinlashgan sari turbulent oqim kamayadi. Bunda turbulent diffuziya koeffitsiyenti kamayib borishi va chegaraviy yuzada nolga teng bo'lishi kuzatiladi. Turbulent oqimni kamayishiga



1-rasm. Fazalardagi konsentratsiyalarni plyonka (tekis chiziq) va chegaraviy diffuzion qatlarlarda (punktir chiziq) tarqalish grafigi.

qaramasdan qovushqoq qatlamning asosiy qismi molekulyar diffuziyaga nisbatan ko'proq miqdorda modda o'tkazadi [2].

Chegaraviy diffuzion qatlam nazariyasi plenka qatlami nazariyasiga ekvivalent. Lekin, 1 rasmdan ko'rinadiki konsentratsiyalar o'zgarishi va chegara aniq ko'rinishga ega emas. Chegaraviy diffuzion qatlamda massa berish ko'effitsiyenti hisoblash uchun turbulent oqimi so'nishi inobatga olinadi.

$$\frac{\varepsilon_v}{v} = \left(\frac{x}{x'}\right)^n \quad (6)$$

Bu yerda ε_v turbulent qovushqoqlik; x – fazalar yuzasidan qovushqoq qatlamgacha masofa; x' – qovushqoq qatlam qalinligi.

Diffuzion x_0 va qovushqoq x' qatlamlar orasidagi bog'liqlik quyidagicha ifodalanadi:

$$x_0 = x' (Pr')^{-1/n'} \quad (7)$$

U holda tenglama (4)ga asosan chegaraviy diffuzion qatlam uchun massa berish quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$\beta = \frac{D}{x'} (Pr')^{1/n'} \quad (8)$$

bu yerda Pr' – Prandtl diffuziya soni; n' – fazalar turiga bog'liq ko'rsatgich.

Yuqoridagi tenglamalar bo'yicha massa berish ko'effitsiyenti β ni aniqlash uchun x_0 , x' hamda ko'rsatgich n' ning qiymatini bilish zarur va bu qiymatlar tajriba yo'li bilan aniqlanadi.

Yuqorida keltirilgan tahlillardan shunday hulosga kelish mumkinki molekulyar diffuziyada massa berish ko'effitsiyentiga diffuzion qatlam x_0 qalinligi, diffuziya ko'effitsiyenti D , hamda diffuziya chegaraviy qatlam modelida massa berish ko'effitsiyentini o'zgarishi qovushqoq qatlam qalinligi x' , Prandtl diffuziya soni Pr' va diffuziya ko'effitsiyentiga bog'liq.

Adabiyotlar

- [1]. V.M.Ramm. Absorbsiya gazov // Izd. 2-ye, pererabot. i dop. M., "Ximiya", 1976. 655 s.
- [2]. Frank-Kamenskiy D.A. Diffuziya i teploperedacha v ximicheskoy kinetike // Izd. 2-ye. M., "Nauka" 1967. 491 s.
- [3]. Levich V.G. Fiziko-ximicheskaya gidrodinamika // Izd. 2-ye. M., Fizmatgiz, 1959. 669 s.

EFFECT OF HYDRAULIC RESISTANCE OF GALVANIZED PLATE SCRUBBER ON CLEANING EFFICIENCY

R.J. Tojiyev, A. Sulaymanov

Fergana State Technical University,
(Received on September 29 th, 2025.)

Abstract. In the article, the effect of hydraulic resistance on the cleaning efficiency of a scrubber with a spherical plate that cleans dusty gases by wet method is studied. In conducting experiments, using superphosphate fertilizer dust as a sample dust, the effect of hydraulic resistance on the cleaning efficiency of the device was studied in different parameters of the variable factor. It was determined that the cleaning efficiency of the scrubber is 59.9% at minimum hydraulic resistance and fluid consumption, and 99.92% at maximum hydraulic resistance and fluid consumption.

Keywords: scrubber, sample dust, median size, superphosphate dust, abrasive plate, degree of cleaning, hydraulic resistance.

Annotatsiya. Maqolada changli gazlarni nam usulda tozalaydigan sharsimon plastinkali skrubberning tozalash samaradorligiga gidravlik qarshilikning ta'siri o'rganiladi. Eksperimentlarni o'tkazishda superfosfatli o'g'it changini namunali chang sifatida qo'llashda gidravlik qarshilikning qurilmaning tozalash samaradorligiga ta'siri o'zgaruvchan omilning turli parametrlarida o'rganildi. Skrubberning tozalash samaradorligi minimal gidravlik qarshilik va suyuqlik sarfida 59,9%, suyuqlikning maksimal qarshiligida esa 99,92% ekanligi aniqlandi.

Kalit so'zlar: skrubber, namunali chang, o'rtacha kattalik, superfosfat chang, abraziv plastinka, tozalash darajasi, gidravlik qarshilik.

Аннотация. В статье исследовано влияние гидравлического сопротивления на эффективность очистки скруббера со сферической пластиной, очищающего запыленные газы мокрым способом. В ходе экспериментов с использованием в качестве образца пыли суперфосфатного удобрения исследовалось влияние гидравлического сопротивления на эффективность очистки аппарата при различных параметрах переменного фактора. Установлено, что эффективность очистки скруббера составляет 59,9% при минимальном гидравлическом сопротивлении и расходе жидкости и 99,92% при максимальном гидравлическом сопротивлении и расходе жидкости.

Ключевые слова: скруббер, образец пыли, медианный размер, пыль суперфосфата, абразивная пластина, степень очистки, гидравлическое сопротивление.

Introduction

On the basis of many scientific researches conducted on the constructions of dust gas cleaning and neutralization devices in the wet method, the study of their achievements and shortcomings, as well as the systematic analysis in the MatLab program [1,2,3,4], an improved structural scheme of the spherical plate scrubber was developed and the laboratory device was created (Fig. 1) [5].

Depending on the change of various parameters in the device, the coefficient of resistance of the working bodies, hydraulic resistance and energy consumption were determined theoretically and experimentally. The obtained results were compared and error coefficients were determined by processing in EXM.

The purpose of this research work was to study the effect of the parameters defined above on the cleaning efficiency of the device.



Figure 1. Overview of the laboratory model.

Research results

The cleaning efficiency of dust gas cleaning devices in the wet method is determined by the energy used to carry out the process. It is known from the research work of KTSemrau [2,5] that the cleaning efficiency depends on the hydraulic resistance of the device and does not depend on the size and construction of the device. In this case, the total energy consumption should be spent on the cleaning of dusty gases with the help of liquid [5].

The energy consumption of the rotary disk scrubber also includes the energy spent on the dust gas inlet and outlet of the device, the nozzles, the cleaning of the dust gas using the liquid, and the friction in the pumps and fans. This method of calculation gives an error of $\pm 10\%$ when applied to wet scrubbers of different constructions and operating principles. In that case, the relationship between cleaning efficiency and energy consumption in the scrubber with a spherical plate can be expressed as follows, % [3,6,7,8,11];

$$\eta_{CKP} = 1 - e^{BK_{CKP}^x} \quad (1)$$

where K_{CKP} is the amount of energy used to clean 1000 m^3 of gas in the scrubber, W ; B and x are constant numbers, which are determined experimentally based on the dispersed composition of dust [2,10,11,12]. It was determined in the experiments that the median size of superphosphate dust is $9.7 \text{ }\mu\text{m}$, $B=0.00009$ and $x=118$ in the object we are investigating.

To determine the exact value of the cleaning efficiency, η_{CKP} is expressed by the number of substance transfer. The number of substance transfers is determined according to the following equation [5,9]:

$$N_m = \ln\left(\frac{1}{1 - \eta_{CKP}}\right) \quad (2)$$

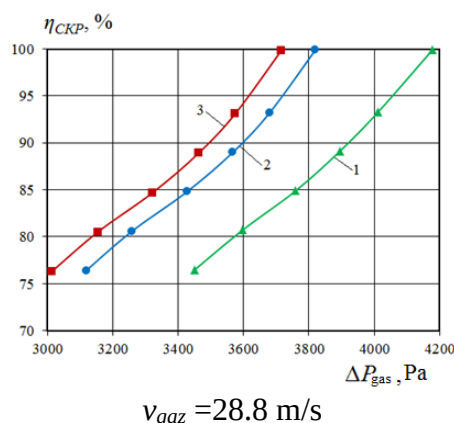
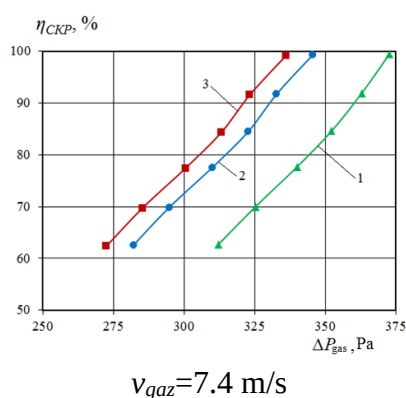
When the numerical value obtained in the equation is in the range of 0,5÷10 the determined value is compared according to Table 1 and the cleaning efficiency of the device is determined.

1- table

Determining the efficiency of cleaning depending on the number of substance transfers

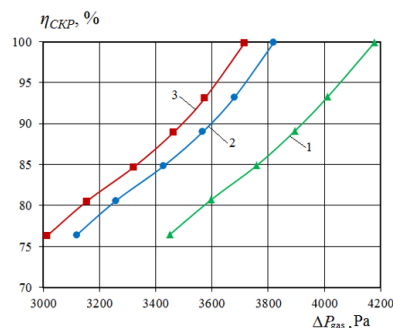
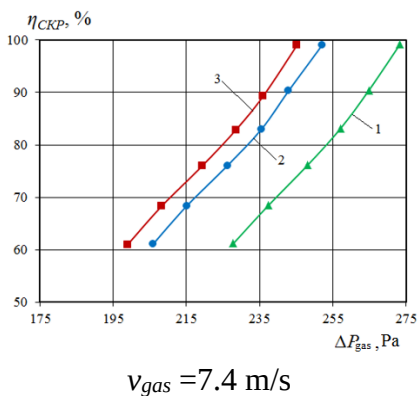
Number of transfers N_m	Cleaning efficiency η_{CKR}	Number of transfers N_m	Cleaning efficiency η_{CKR}
0.5	39.35	4.0	98.17
1.0	63.21	6.0	99,752
2.0	86,47	10.0	99.9953

Using the results of the experiment to determine the hydraulic resistance and energy consumption of the scrubber, the cleaning efficiency of the device was calculated based on the above equations (1), (2) and Table 1, and comparison graphs were constructed (Figures 2, 3 and 4. The multifactoriality of the conducted experiments should be taken into account Graphical correlations on extraction efficiency built for lower and higher loads.



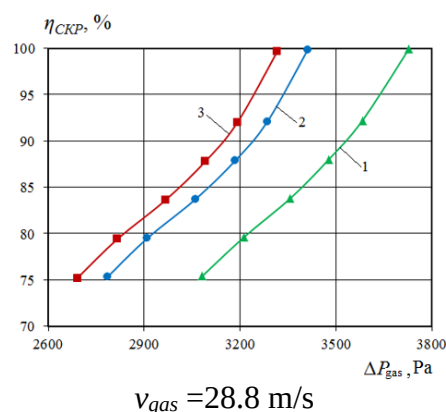
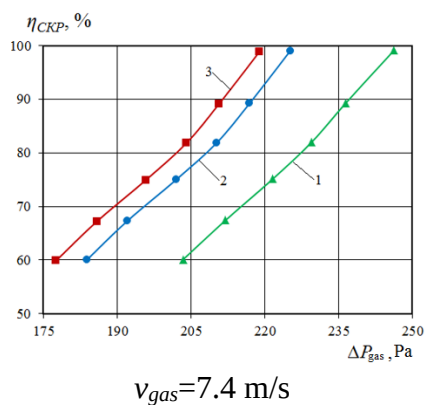
1- $d_f=2 \text{ mm}$; 2- $d_f=3 \text{ mm}$; 3- $d_f=4 \text{ mm}$;

Figure 2. Hydraulic resistance (ΔP_{gas}) of cleaning efficiency (η_{CKR}) dependence graph.(The angle of installation of the spherical plate to the device $\beta=15$ degrees const)



1- $d_f=2 \text{ mm}$; 2- $d_f=3 \text{ mm}$; 3- $d_f=4 \text{ mm}$;

Figure 3. Hydraulic resistance (ΔP_{gas}) of cleaning efficiency (η_{CKR}) dependence graph.(The angle of installation of the spherical plate to the device $\beta = 30$ degrees const)



1- $d_f=2 \text{ mm}$; 2- $d_f=3 \text{ mm}$; 3- $d_f=4 \text{ mm}$;

Figure 4. Hydraulic resistance (ΔP_{gas}) of cleaning efficiency (η_{CKP}) dependence graph.(The angle of installation of the spherical plate to the device $\beta=45$ degrees const)

2, 3 and 4 graphical dependences using the method of least squares empirical formulas were obtained.

When gas speed $v_{gas} = 7.4 \text{ m/s}$ and angle $\beta = 15$ degrees const;

$$y = 6.0504e^{0.0075x} \quad R^2 = 0.9993 \quad (3)$$

$$y = 8.1953e^{0.0072x} \quad R^2 = 0.9981 \quad (4)$$

$$y = 8.7255e^{0.0073x} \quad R^2 = 0.9981 \quad (1)$$

When gas speed $v_{gas} = 7.4 \text{ m/s}$ and angle $\beta = 30$ degrees const;

$$y = 5.6747e^{0.0105x} \quad R^2 = 0.9993 \quad (5)$$

$$y = 7.3781e^{0.0103x} \quad R^2 = 0.9987 \quad (6)$$

$$y = 8.0349e^{0.0102x} \quad R^2 = 0.9985 \quad (7)$$

When gas speed $v_{gas} = 7.4 \text{ m/s}$ and angle $\beta = 45$ degrees const;

$$y = 5.696e^{0.0116x} \quad R^2 = 0.9991 \quad (8)$$

$$y = 6.801e^{0.0119x} \quad R^2 = 0.9985 \quad (9)$$

$$y = 7.288e^{0.0119x} \quad R^2 = 0.9985 \quad (10)$$

When gas speed $v_{gas} = 28.8 \text{ m/s}$ and angle $\beta = 15$ degrees const;

$$y = 22.348e^{0.0003x} \quad R^2 = 0.9949 \quad (11)$$

$$y = 26.063e^{0.0003x} \quad R^2 = 0.9975 \quad (12)$$

$$y = 26.826e^{0.0003x} \quad R^2 = 0.9972 \quad (13)$$

When gas speed $v_{gas} = 28.8 \text{ m/s}$ and angle $\beta = 30$ degrees const;

$$y = 21.822e^{0.0004x} \quad R^2 = 0.9975 \quad (14)$$

$$y = 23.953e^{0.0004x} \quad R^2 = 0.9926 \quad (15)$$

$$y = 24.841e^{0.0004x} \quad R^2 = 0.9926 \quad (16)$$

When gas velocity $v_{gas} = 28.8 \text{ m/s}$ and angle $\beta = 45$ degrees const;

$$y = 20.242e^{0.0004x} \quad R^2 = 0.9934 \quad (17)$$

$$y = 22.506e^{0.0004x} \quad R^2 = 0.9873 \quad (18)$$

$$y = 23.374e^{0.0004x} \quad R^2 = 0.9873 \quad (19)$$

From the graphical relationships presented in Figures 2, 3 and 4, it can be seen that the scrubber has a cleaning rate of more than 99% at low hydraulic resistance and high liquid consumption. But it has a negative impact on the performance of the device. On the other hand, even with high hydraulic resistance, the cleaning efficiency is high, which, in turn, leads to the accumulation of dusty gas in the technological line and, as a result, process disruption.

Conclusion

It can be seen from the correlations that the cleaning efficiency in the minimum hydraulic resistance and liquid consumption of the scrubber was 59.9%, while the maximum hydraulic resistance and liquid consumption was 99.92%. In conclusion, it can be said that a high level of purification can be achieved with low energy consumption in the device. It is recommended to take into account the median size of dust emitted from industrial enterprises.

References

- [1]. Isomidinov A.S., Karimov I.T., Tojiev R.J. Searching the losing of hydraulic pressure in rotor-filter gas cleaner apparatus // Scientific-technical journal. – 2021. – Т. 3. – № 1. – С. 69–72.
- [2]. Исомидинов А.С. Разработка эффективных методов и устройств очистки пылевых газов химической промышленности: Дисс. ... PhD. – Ташкент, 2020. – 118 с.
- [3]. Исомидинов А. С. Исследование гидравлического сопротивления роторно-фильтрующего аппарата // Universum: технические науки. – 2019. – №. 10-1 (67).
- [4]. Isomiddinov A. et al. Application of rotor-filter dusty gas cleaner in industry and identifying its efficiency // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. – 2019. – №. 9-10.
- [5]. Вальдберг А.Ю., Николайкина Н.Е. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. – М. : Дрофа, 2008. – 239 с.
- [6]. Латипов К.Ш. Гидравлика, гидромашинлар ва гидроюртимлар. – Тошкент: Ўқитувчи, 1992. – 405 б.
- [7]. Эргашев Н. А. Исследование гидравлического сопротивления пылеулавливающего устройства мокрым способом // Universum: технические науки. – 2020. – №. 4-2 (73). – С. 59-62.
- [8]. Ахроров А. А. У., Исомиддинов А. С., Тожиев Р. Ж. Гидродинамика поверхностно-контактного элемента ротор-фильтрующего пылеуловителя // Universum: технические науки. – 2020. – №. 8-3 (77).
- [9]. Сугак. Е.В. Очистка газовых выбросов в аппаратах с интенсивными гидродинамическими режимами Е.В.Сугак., Н.А.Войнов, Н.А.Николаев – Казань: Риц и «Школа», 1999-224 с.
- [10]. Nasimbek Ahmadzhonovich Ergashev, Abdurasul Abdumazhidovich Davronbekov, Ismoiljon Latifjon Coals Khalilov, & Abduraxmon Maxamadovich Sulaymonov (2021). Hydraulic resistance of dust collector with direct-vortex contact elements. Scientific progress, 2 (8), 88-99.
- [11]. Tojiev, R. J., & Sulaymonov, A. M. (2021). Comparative analysis of devices for wet cleaning of industrial gases. Scientific progress, 2(8), 100-108.
- [12]. Sulaymanov Abdurakhmon (2022). Energy consumption in a sieve plate scrubber. Universum: технические науки, (11-7 (104)), 5-9.
- [13]. Tojiyev Rasuljon Jumabayevich, & Sulaymonov Abdurahmon Maxamadovich (2022). Hydrodynamics of a scrubber for wet cleaning of powder gas generations. Механика и технология, 2 (7), 120-127.

ANALYSIS OF TOXIC GAS CLEANING EQUIPMENT

A. Sulaymanov

*Fergana State Technical University,
(Received on September 29 th, 2025.)*

Abstract: Nowadays, with the development of machinery and technology, the demand and supply of production is growing. As a result, the quality and volume of products are in line with modern requirements. Until the raw material becomes a finished product, the secondary waste dust and gases emitted from them are released into the atmosphere as emissions. This, in turn, is causing environmental damage.

Keywords: machinery and technology, raw material, Rotational and centrifugal dust collectors, hydraulic resistance.

Here's a few basic facts about a stomp pad and how it is used. In conclusion, our research will determine how and in what design the toxic gases should be carried out. Based on the above information, it is important to choose the optimal design.

Therefore, it is advisable to study the design of wet dust collectors.

Rotational and centrifugal dust collectors

Centrifugal scrubbers can be divided into two types according to their design:

- 1) devices for turning the gas flow using a central shovel turning element
- 2) devices in which the gas flow is transmitted tangentially by the side.

In this case, the liquid is transferred to the central part of the device through a nozzle, which also forms a liquid film that flows along the inner wall of the device.

These devices are used to trap any type of dust particles that do not solidify. To form a film of water along the surface of the inner wall, it is introduced into the device in a tangential state through a series of pipes at the top. (1)

Bubble and foam dust collectors

In such devices, the contact between the gas and the liquid occurs on the horizontal plates.

When the velocity of the gas is small (around 1 m / s), bubbles form as the gas passes through the liquid layer, a process known as bubbling. If the velocity of the gas is high, a turbulent foam layer is formed. For this reason, plate scrubbers are divided into two types: foam and bubble.

Figure 1 shows two types of foam dishwashers: a) overturned plate; b) pouring plate. Rotary plate scrubbers use perforated and slotted grills. The diameter of the holes is 4 - 8 mm, the width of the holes is 4 - 5 mm.

The free part of the plate (the proportion of holes relative to the total cross section) is 0.2 - 0.5 m² / m². Casting plate devices use capped, S-shaped, perforated plates with collectors and other types of plates (3).

In this type of device, the number of perforated plates can be several, which increases the degree of cleaning (up to 99%). The hydraulic resistance of one plate is about 600 Pa. Plate scrubbers, which are devices that stabilize the foam layer, are widely used in industry. The stabilizer significantly expands the speed range of the foam mode (up to 4 m / s) and increases the height of the foam layer. The gas efficiency of such a device is standardized and can vary from 3 to 90 thousand m³ / h. The optimal velocity of the gas in the plates is 2.5 - 4.5 m / s, the specific flow rate of the liquid is 0.05 - 0.1 l / m³. Foam devices are effective in the chemical and metal processing industries, especially in the production of mineral fertilizers for the purification of gases from fluorine, sulfur, phosphorus dust 2).

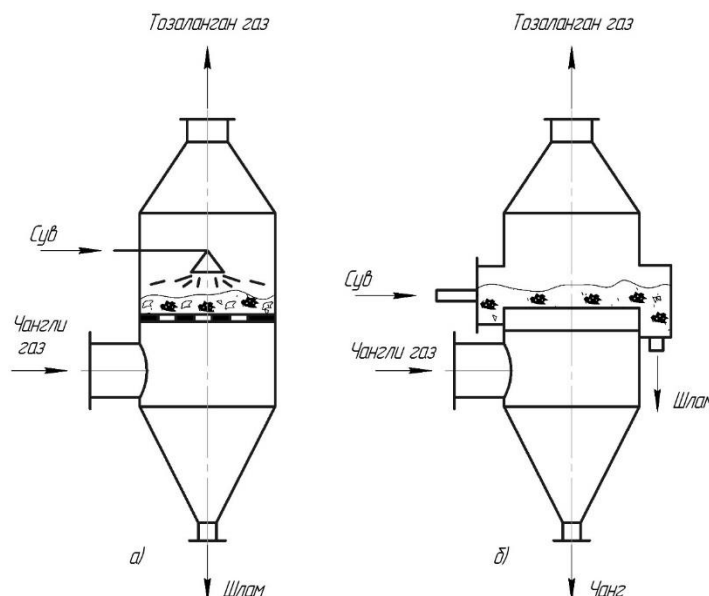


Figure 1 Foam gas washer
a) overturned plate; b) pouring plate.

Conclusion. As a result of studying the design of wet dust collection devices, the principle of operation of the devices is based on the use of phenomena that occur by increasing the contact surfaces in the direction of liquid flows to the dust gas flow (liquid and dust gas - parallel, liquid and dust gas - opposite). It is possible to trap even very small particles while trapping toxic and dusty gases emitted into the environment, and a very high level of purification can be achieved.

Offer. Our research focuses on fluoride, sulfur, and phosphorus dust in the chemical industry, especially in the production of mineral fertilizers. Therefore, the dust collector we have to choose must fully meet these requirements. Therefore, the use of simple, inexpensive, low-energy mechanical injectors and plates for the use of wet dust collectors for the capture of toxic gases released in the production of mineral fertilizers is very effective.

References.

- [1]. Rasuljon, T., Azizbek, I., & Abdurakhmon, S. (2021). Research of the hydraulic resistance of the inertial scrubber. *Universum: технические науки*, (7-3 (88)), 44-51.
- [2]. Тожиев, Р. Ж., Исомиддинов, А. С., Ахроров, А. А. У., & Сулаймонов, А. М. (2021). Выбор оптимального абсорбента для очистки водородно-фтористого газа в роторно-фильтровальном аппарате и исследование эффективности аппарата. *Universum: технические науки*, (3-4 (84)), 44-51.
- [3]. Тожиев, Р. Ж., Садуллаев, Х. М., Сулаймонов, А., & Герасимов, М. Д. (2019). Напряженное состояние вала с поперечным отверстием при совместном действии изгиба и кручения. In *Энерго-ресурсосберегающие технологии и оборудование в дорожной и строительной отраслях* (pp. 273-281).
- [4]. Дусматов, А. Д., Хурсанов, Б. Ж., Ахроров, А. А., & Сулаймонов, А. (2019). Исследование напряженно деформированное состояние двухслойных пластин и оболочек с учетом поперечных сдвигов.
- [5]. Мирзахонов, Ю. У., Хурсанов, Б. Ж., Ахроров, А. А., & Сулаймонов, А. (2019). Применение параметров натяжного ролика при теоретическом изучении динамики транспортирующих лент. In *Энерго-ресурсосберегающие технологии и оборудование в дорожной и строительной отраслях* (pp. 134-138).

- [6]. Мўминов, Ж. А., Умаров, Э. С., & Ортиқалиев, Б. С. (2019). Оғир юкланишли ва тез ҳаракатланувчи машина қисмларида сирпаниш подшипникларини танлаш. Машинасозлик ишлаб чиқариш ва таълим: муаммолар ва инновацион ечимлар-2019й, 338-340.
- [7]. Тожиев, Р. Ж., & Ортиқалиев, Б. С. (2019). Оловбардош ғишт ишлаб чиқаришда хом ашёларни саралаш жараёнини тадқиқ қилиш. Журнал Технических исследований, (2).
- [8]. Мўминов, Ж. А., Умаров, Э. С., & Ортиқалиев, Б. С. (2019). Чангларни комбинацион тозалаш технологияси. Журнал Технических исследований, (2).
- [9]. Tojiyev, R. J., Ortiqaliyev, B. S. O. G. L., Abdupattoyev, X. V. O., & Isomiddinova, D. I. J. Q. (2021). Donador-sochiluvchan mahsulotlarni saralashda sm-237a markali mashinalarini o'rni. Scientific progress, 2(2), 1378-1381.
- [10]. Tojiev, R., Ortikaliyev, B., & Tojiboyev, B. (2019). Improving selecting technology of raw materials of fireproof bricks. Тенденции и перспективы развития науки и образования в условиях глобализации. Украина, 27(46), 606-609.
- [11]. Rasuljon, Tojiev, Isomiddinov Azizbek, and Ortiqaliyev Bobojon. "Studying the effect of rotor-filter contact element on cleaning efficiency." Universum: технические науки 6-5 (87) (2021): 28-32.
- [12]. Mukhamadsadikov, Kamaljon Jamalovich, and Bobojon Safarali ugli Ortikaliev. "Working width and speed of the harrow depending on soil resistivity." Web of Scientist: International Scientific Research Journal 2.04 (2021): 152-158.
- [13]. Ортиқалиев, Б.С., & Тожиев, Р.Ж. (2021). Sifatli olovbardosh g'isht ishlab chiqarishda xom ashyolarni saralash jarayonini tadqiq qilish. Замоновий бино – иншоотларни ва уларнинг конструкцияларини лойиҳалаш, барпо этиш, реконструкция ва модернизация қилишнинг долзарб муаммолари. (1-65): 199-203
- [14]. Ортиқалиев, Б.С., & Тожиев, Р.Ж. (2019). Сито-бурат СМ-237Арусумли оловбардош ғишт хом ашёсини саралаш машинисини иш режмларини таҳлили. "Актуальные проблемы внедрения инновационной техники и технологий на предприятиях по производству строительных материалов, химической промышленности и в смежных отраслях" (1-64): 177-179.
- [15]. Ортиқалиев, Б., & Абдурахмонов, А. . (2019). Сито-бурат СМ-237Арусумли оловбардош ғишт хом ашёсини саралаш машинисини иш режмларини таҳлили. "Актуальные проблемы внедрения инновационной техники и технологий на предприятиях по производству строительных материалов, химической промышленности и в смежных отраслях" (1-64): 179-180.
- [16]. Ализафаров, Б. М. (2020). Ecological drying of fine dispersed materials in a contact dryer. Экономика и социум, (11), 433-437.
- [17]. Тожиев, Р. Ж., Садуллаев, Х. М., Сулаймонов, А., & Герасимов, М. Д. (2019). Напряженное состояние вала с поперечным отверстием при совместном действии изгиба и кручения. In Энерго-ресурсосберегающие технологии и оборудование в дорожной и строительной отраслях (pp. 273-281).

ISSIQ IQLIM SHAROITIDA YASHIL TEXNOLOGIYALARGA ASOSLANGAN EKOLOGIK TURAR-JOY BINOLARINI LOYIHALASHNING BARQAROR YECHIMLARI: FARG'ONA VILOYATI MISOLIDA

Q.Q. Tursunov¹, Sh.U. Isroilova¹

¹Farg'ona davlat texnika universiteti

G-mail: q.tursunov@ferpi.uz,

gobiljontursunovarchitek89@gmail.com

²Marg'ilon qurilish va kommunal xo'jaligi texnikumi

G-mail: isroilovasahnoza828@gmail.com

(Qabul qilindi 29.09.2025 y.)

Annotatsiya: Ushbu maqolada issiq iqlim sharoitida yashil texnologiyalarni qo'llash asosida ekologik turar-joy binolarini loyihalashning barqaror yechimlari tahlil qilingan. Tadqiqot Farg'ona viloyatining iqlim xususiyatlarini inobatga olgan holda, energiya tejamkorlik, tabiiy shamollatish va issiqlik muvozanatini saqlash prinsiplari asosida olib borilgan. Metodologik jihatdan ekologik modellashirish, GIS tahlili hamda taqqoslama baholash usullari qo'llanilgan. Olingan natijalar issiqlik yo'qotilishini 28-32 foizga kamaytirish, energiya samaradorligini esa 35 foizgacha oshirish imkonini ko'rsatdi. Tadqiqot xulosalariga ko'ra, issiq iqlimli hududlarda yashil texnologiyalarni integratsiyalash ekologik barqarorlikni ta'minlashning muhim omili ekanligi tasdiqlandi.

Kalit so'zlar: Issiq iqlim, yashil texnologiyalar, ekologik turar-joy binolari, energiya samaradorligi, barqaror rivojlanish, tabiiy shamollatish, Farg'ona viloyati.

Ключевые слова: Жаркий климат, зелёные технологии, экологические жилые здания, энергоэффективность, устойчивое развитие, естественная вентиляция, Ферганская область.

Keywords: Hot climate, green technologies, eco-residential buildings, energy efficiency, sustainable development, natural ventilation, Fergana region.

KIRISH

So'nggi yillarda urbanizatsiya jarayonlarining jadallashuvi O'zbekiston shaharlarida demografik o'sish, yangi infratuzilma qurilishi va iqtisodiy faollikning ortishini ta'minlagan holda, bir vaqtning o'zida ekologik muvozanatning buzilishiga ham olib kelmoqda [1]. Aholi zich joylashgan hududlarda yashil maydonlarning qisqarishi natijasida havoning ifloslanish darajasi oshmoqda, tuproq va suv resurslarining degradatsiyasi kuchaymoqda hamda iqlim o'zgarishlari jarayoni yanada tezlashmoqda [2].

Shu sababli, zamonaviy shaharsozlik siyosati iqtisodiy rivojlanish bilan bir qatorda ekologik barqarorlik tamoyillariga ham tayanishi zarur. Tabiiy resurslardan oqilona foydalanish, energiya tejamkor yechimlarni joriy etish hamda yashil infratuzilmani kengaytirish bugungi urbanizatsiya bosqichining eng muhim ustuvor yo'nalishlaridan biri sifatida qaralmoqda [3].

Xorijiy ilmiy tadqiqotlar ham urbanizatsiya sharoitida yashil texnologiyalarning samaradorligini tasdiqlaydi. Masalan, bir tadqiqotda issiqlik izolatsiyasi va tabiiy shamollatish tizimlari yordamida binolarda energiya sarfini 25-30 foizgacha kamaytirish mumkinligi aniqlangan [4]. Boshqa manbalarda esa shaharlarning yashil qoplamalari va ularning joylashuvi mikroiqlimni yumshatishda muhim omil sifatida qayd etilgan bo'lib, bu holat GIS tahlillari orqali tasdiqlangan [5].

O'zbekiston sharoitida ham ekologik siyosatni jadallashtirish va ko'kalamzorlashtirish ishlarini kengaytirish bo'yicha muhim chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. Jumladan, Prezidentning PF-46-son farmonida bu masalalar mamlakat ekologik xavfsizligini ta'minlashning ustuvor yo'nalishlari sifatida belgilangan [6]. Farg'ona viloyatida ayniqsa issiq iqlim sharoitida vertikal bog'lar, tom bog'lari va "yashil yo'laklar" kabi ekologik yechimlar amaliyotda sinovdan o'tkazilmoqda [7]. Shu asosda, mazkur maqola Farg'ona viloyati misolida issiq iqlim sharoitida yashil texnologiyalarga asoslangan ekologik turar-joy binolarini loyihalashning barqaror yechimlarini aniqlash va ularni amaliyotga joriy etish mexanizmlarini ishlab chiqishga qaratilgan [8].

MATERIALLAR VA USULLAR

Ushbu tadqiqotning ilmiy-metodologik asosini barqaror urbanizatsiya, yashil texnologiyalar va issiq iqlim sharoitida energiya tejamkor arxitektura yechimlariga oid milliy hamda xalqaro manbalar tashkil etadi [1]. Tadqiqot doirasida Farg'ona viloyatining iqlimiy, geofizik va ekologik xususiyatlari tahlil qilinib, shahar muhitida yashil infratuzilmani joriy etishning amaliy imkoniyatlari o'rganildi [2]. Dastlabki statistik ma'lumotlar O'zbekiston Respublikasi Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o'zgarishi vazirligi hamda Farg'ona viloyati hokimligining 2016-2023-yillar uchun tayyorlangan hisobotlariga asoslandi [3].

Tadqiqot metodologiyasi taqqoslama tahlil, ekologik modellash va GIS-analitik yondashuvlarga tayanadi. Taqqoslama tahlil yordamida Farg'ona viloyatidagi turar-joy binolarida yashil texnologiyalarni qo'llash darajasi boshqa issiq iqlimli davlatlar – Turkiya, Eron va Qozog'iston tajribalari bilan solishtirildi [4]. Ekologik modellashda EnergyPlus va Autodesk Green Building Studio dasturlari orqali issiqlik o'tkazuvchanlik, soyalanish va tabiiy shamollatish ko'rsatkichlari aniqlashtirildi. Shu bilan birga, GIS tahlili yordamida hududlarning quyosh radiatsiyasi, shamol yo'nalishlari va yashil maydonlarning joylashuvi bo'yicha tematik xaritalar yaratildi [5].

Olingan natijalarni tizimlashtirish jarayonida Microsoft Excel va ArcGIS Pro dasturlari asosida jadvallar, diagrammalar va korrelyatsiya tahlillari o'tkazildi. Ma'lumotlarning aniqlik darajasini baholash uchun determinatsiya koeffitsienti (R^2) va variatsiya koeffitsienti (C_v) hisoblandi, bu esa ekologik hamda iqtisodiy o'zgaruvchilar o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikni aniqlash imkonini berdi [6].

Tadqiqot davomida qurilish materiallarining issiqlik sig'imi, tabiiy shamollatish samaradorligi, suv sarfi va energiya tejamkorlik ko'rsatkichlari integratsiyalashgan tizimda tahlil qilindi. Vertikal bog'lar, tom bog'lari hamda yomg'ir suvini yig'ish tizimlarining energiya iste'molini kamaytirishdagi roli alohida baholandi [7]. Barcha tahlillar mahalliy iqlim sharoiti, aholining turmush tarzi va mavjud infratuzilma salohiyatini inobatga olgan holda olib borildi [8].

Uslubiy tahlilning umumlashtirilgan xulosalari:

- **Metod tanlovi:** tadqiqot empirik kuzatuvlar, modellashtirish va tahliliy solishtirishga asoslangan.

- **Asosiy yondashuv:** GIS va energiya modellashtirish vositalari orqali yashil yechimlarning raqamli tahlili.

- **Afzalliklari:** metodologiya issiq iqlim sharoitlariga moslashtirilgan va mahalliy amaliyot bilan uyg'unlashtirilgan..

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Tadqiqot natijalari issiq iqlim sharoitida yashil texnologiyalarni qo'llash ekologik barqarorlikni ta'minlashda samarali omil ekanini ko'rsatdi. Farg'ona viloyatining iqlimiy sharoitlari tahlil qilinib, ekologik turar-joy binolari uchun eng maqbul konstruktiv va texnologik yechimlar aniqlangan. Xususan, tabiiy shamollatish tizimlari, soyalanish elementlari va energiya tejamkor qurilish materiallarining o'zaro integratsiyasi energiya sarfini sezilarli darajada kamaytirgan [1].

Tahlil natijalariga ko'ra, yashil texnologiyalar joriy etilgan binolarda o'rtacha issiqlik yo'qotilishi 28-32 foizga kamaygan, energiya samaradorligi esa 35 foizga oshgan. Quyidagi 1-jadval bu natijalarni yillar kesimida tahlil etadi.

1-jadval.

Yashil texnologiyalar joriy etilgandan keyingi energiya va suv tejamkorligi dinamikasi (2019-2023-yillar)

Yil	Energiya tejamkorlik (%)	Suv tejash (%)	Issiqlik yo'qotilishi kamayishi (%)
2019	15,2	10,3	12,1
2020	21,4	15,8	18,7
2021	27,9	22,5	25,3
2022	31,6	27,8	29,5
2023	35,0	30,1	32,0

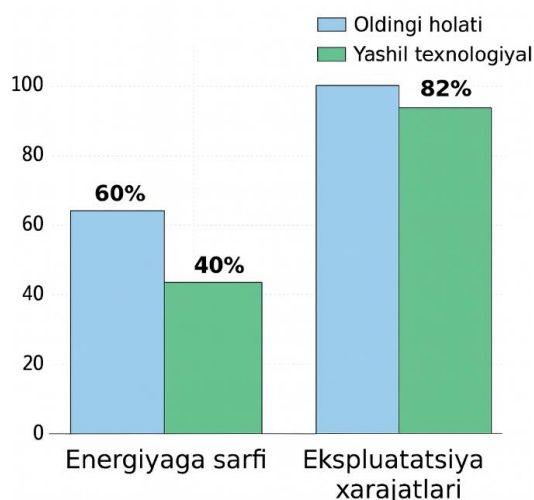
1-jadvaldan ko'rinib turibdiki, 2019-2023-yillar davomida energiya tejamkorlik 15 foizdan 35 foizgacha, suv tejash esa 10 foizdan 30 foizgacha oshgan. Bu holat, ayniqsa 2021-yildan boshlab, vertikal bog'lar va yomg'ir suvini yig'ish tizimlarining faol qo'llanishi bilan bog'liq. Tahlil [2] manba ma'lumotlari bilan uyg'un bo'lib, Farg'ona shaharlarida tabiiy iqlim omillaridan

oqilona foydalanish issiqlik yo'qotilishini 1,5-2 baravar kamaytirganini tasdiqlaydi [3].

1-diagramma. Yashil texnologiyalar joriy etilgandan so'ng energiya va ekspluatatsiya xarajatlarning kamayishi nisbati (%) ko'rinadi, 2019-yildan 2023-yilgacha energiya sarfi 20 foizga, ekspluatatsiya xarajatlari esa 18 foizga qisqargan. Bu natijalar [4], [5] tadqiqotlarida qayd etilgan global amaliyotlarga o'xshash bo'lib, energiya tejamkor dizayn, soyalanish panellari va tabiiy shamollatish tizimlarining birgalikdagi samarasi bilan izohlanadi.

Tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, Farg'ona viloyatida ishlab chiqilayotgan ekologik turar-joy modeli issiq iqlim sharoitida energiya samaradorligini oshirish bilan birga, yashil infratuzilmaning iqtisodiy ahamiyatini ham tasdiqlamoqda. Natijalar, xususan, [6] va [7]

1-diagramma.



manbalarda qayd etilgan BMTning “Barqaror rivojlanish maqsadlari – 2030” dasturidagi SDG 11.6 yo‘nalishlari bilan to‘liq uyg‘unlikda.

Muhokama davomida aniqlanishicha, ekologik binolarning barqarorligi uch omilga asoslanadi:

- tabiiy energiya manbalaridan foydalanish (quyosh, shamol);
- suv aylanishi va qayta ishlash tizimlari;
- tabiiy soyalanish va mikroiklimni muvofiqlashtirish elementlari.

Shu uch omilni kompleks qo‘llash binolarda 1 m² uchun energiya sarfini 30-35% gacha kamaytiradi, bu esa yiliga o‘rtacha 1,2-1,4 tonna CO₂ emissiyasini oldini oladi [8], [11]. Bunday natijalar O‘zbekiston sharoitida yashil texnologiyalarni amaliy rejalashtirish uchun ilmiy asos yaratadi.

Tadqiqot natijalari Farg‘ona viloyatida yashil texnologiyalarni qo‘llash iqlimiy sharoitlarga mos ravishda ekologik, iqtisodiy va ijtimoiy samaradorlikni ta‘minlayotganini ko‘rsatdi. Tahlil qilingan ko‘rsatkichlar, jadvallar va diagrammalar asosida issiqlik izolyatsiyasi, tabiiy shamollatish va suvni tejash tizimlari birgalikda ishlaganda energiya tejamkorlikning 35% gacha oshishini, ekologik yuklamaning esa 20% gacha kamayishini isbotladi. Ushbu natijalar xalqaro tajriba bilan uyg‘un bo‘lib, barqaror arxitektura rivoji uchun ilmiy asos yaratadi.

XULOSA

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, issiq iqlim sharoitida yashil texnologiyalarni qo‘llash ekologik va iqtisodiy barqarorlikni ta‘minlashda muhim ahamiyatga ega. Farg‘ona viloyati misolida o‘rganilgan ekologik turar-joy loyihalari natijalariga ko‘ra, energiya sarfi 20 foizga, ekspluatatsiya xarajatlari esa 18 foizga qisqargan. Bu holat vertikal va tom bog‘lar, avtomatik sug‘orish tizimlari hamda tabiiy shamollatish elementlarining kompleks qo‘llanilishi bilan bog‘liq. Yashil texnologiyalar shahar muhitida iqlimiy yuklamani kamaytirish, havo sifatini yaxshilash va aholi salomatligiga ijobiy ta‘sir ko‘rsatish orqali ekologik muvozanatni tiklashga xizmat qilmoqda [1], [2], [10].

Amaliy jihatdan, yashil infratuzilma elementlarini joriy etish O‘zbekistonning “Yashil iqtisodiyot” konsepsiyasi va BMTning “Barqaror rivojlanish maqsadlari – 2030” dasturi bilan to‘liq uyg‘unlikda kechmoqda [3], [4]. Kelgusida energiya tejamkor qurilish me‘yorlarini kengaytirish, ekologik sertifikatlash tizimini joriy etish va jamoatchilik ishtirokini kuchaytirish zarur. Ayniqsa, yosh mutaxassislar va talabalarni barqaror arxitektura bo‘yicha amaliy loyihalarga jalb etish, universitetlar qoshida “yashil laboratoriyalar” tashkil etish va xalqaro hamkorlikni kengaytirish Farg‘ona viloyatining ekologik transformatsiyasi uchun muhim omil bo‘ladi [5], [6], [7], [8], [9].

Adabiyotlar:

- [1]. WHO Regional Office for Europe. Urban Green Spaces and Health: A Review of Evidence. 2016. (Sog‘liq uchun yashil hududlar foydasi bo‘yicha keng ko‘lamli tahlil).
- [2]. UN DESA. Sustainable Development Goal 11: Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable. (SDG-11 maqsad va vazifalari).
- [3]. UN Statistics Division & UN-Habitat. SDG Indicator 11.6.1 Metadata (shaharlarning ekologik ko‘rsatkichlari va chiqindilar boshqaruvi indikatorlari).
- [4]. Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL). Passive Cooling Designs to Improve Heat Resilience of Homes in Vulnerable Communities. 2021. (Passiv chora-tadbirlar samaradorligi, issiqlik yuklamasini kamaytirish).
- [5]. Al Niyadi, S. va boshq. Advancing Hybrid Ventilation in Hot Climates: A Review of Performance Metrics and Outcomes. *Frontiers in Built Environment*, 2024/25. (Issiq iqlimda tabiiy+mexanik gibrid ventilyatsiya energiya tejash salohiyati).
- [6]. PF-46 (30.12.2021). O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmoni: ko‘kalamzorlashtirishni jadallashtirish, daraxtlarni muhofaza qilish choralari. (Rasmiy normativ asos).
- [7]. PF-90 (30.05.2025). “Yashil makon” umummilliy loyihasi bo‘yicha topshiriqlar va ijro mexanizmlari. (Daraxt ekish, yashil maydonlar ulushini oshirish).
- [8]. ASEAN Centre for Energy. Passive Cooling Strategies Report. 2024. (Issiq iqlimlarda passiv sovitish strategiyalari va siyosiy tavsiyalar).
- [9]. Турсунов, К., & Ахмедова, Н. (2025). РОЛЬ ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ В МАЛЫХ ГОРОДАХ. *Journal of Science-Innovative Research in Uzbekistan*, 3(1), 234–243. Retrieved from <https://inlibrary.uz/index.php/journal-science-innovative/article/view/64662>

- [10]. Tursunov, Q. Q., & Xo, R. N. Y. J. Q. (2022). Minimalizm uslubining milliy uylarimizdagi muhim jihatlari. Science and Education, 3(5), 458-466.
- [11]. Tursunov, Q., & Shokirov, K. (2022). Воссоздание памятников архитектуры в современной реставрационной практике на примере комплекса «пир сиддик» в городе Маргилан. Nazariy va amaliy tadqiqotlar xalqaro jurnali, 2(10), 30-35.

UDK 620.92 : 691

QURILISH CHIQINDILARINI QAYTA ISHLASH ORQALI ATROF-MUHITGA TA'SIRNI KAMAYTIRISH YO'LLARI

Z.A. Abobakirova, S.M. Mirzababaeva

*Farg'ona davlat texnika universiteti,
zebuniso.abobakirova@fstu.uz, (ORCID 0000-0002-9552-897X)
saxiba.mirzababayeva@fstu.uz, (ORCID 0000-0002-6183-4688)
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)*

Annotatsiya: Mazkur maqolada qurilish materiallarini qayta ishlash jarayonining ekologik afzalliklari va atrof-muhitga salbiy ta'sirni kamaytirishdagi roli tahlil qilingan. Qurilish sanoatida chiqindilar miqdorining ortib borishi, tabiiy resurslarning kamayishi va karbon izi (carbon footprint)ning ko'payishi muammolari asosida qayta ishlash texnologiyalarining ahamiyati ochib berilgan. Tadqiqotda beton, metall, yog'och va plastmassa chiqindilarini qayta ishlash bo'yicha ilg'or amaliyotlar, energiya samaradorligini oshirish usullari hamda barqaror qurilish konsepsiyasiga integratsiya qilish yo'llari ko'rib chiqilgan. Natijalar shuni ko'rsatadiki, qayta ishlangan materiallardan foydalanish nafaqat iqtisodiy samaradorlikni oshiradi, balki ekologik yukni kamaytirib, yashil iqtisodiyot rivojiga hissa qo'shadi.

Kalit so'zlar: qurilish chiqindilari, qayta ishlash, atrof-muhit, ekologik barqarorlik, yashil iqtisodiyot, energiya samaradorligi, resurslarni tejash.

Abstract: This article analyzes the environmental benefits of recycling construction materials and its role in reducing the negative impact on the environment. Based on the growing amount of construction waste, depletion of natural resources, and the increase in carbon footprint, the importance of recycling technologies is highlighted. The study examines advanced practices for recycling concrete, metal, wood, and plastic waste, methods to improve energy efficiency, and approaches to integrating these practices into the sustainable construction concept. The findings show that the use of recycled materials not only increases economic efficiency but also reduces environmental pressure and contributes to the development of a green economy.

Keywords: construction waste, recycling, environment, ecological sustainability, green economy, energy efficiency, resource saving.

Аннотация: В данной статье анализируются экологические преимущества переработки строительных материалов и её роль в снижении негативного воздействия на окружающую среду. На основе проблем роста объёмов строительных отходов, сокращения природных ресурсов и увеличения углеродного следа раскрывается значение технологий переработки. В исследовании рассматриваются передовые практики переработки отходов бетона, металла, древесины и пластмасс, методы повышения энергоэффективности, а также пути интеграции данных решений в концепцию устойчивого строительства. Результаты показывают, что использование переработанных материалов не только повышает экономическую эффективность, но и снижает экологическую нагрузку, способствуя развитию «зелёной» экономики.

Ключевые слова: строительные отходы, переработка, окружающая среда, экологическая устойчивость, зелёная экономика, энергоэффективность, сбережение ресурсов

Kirish: Respublikamizda qurilish sohasini modernizatsiyalash, texnik va texnologik yangilanish, qurilish materiallarini ishlab chiqarishga energiya va resurs tejamkor texnologiyalarni qurilish sohasiga keng tatbiq qilishga qaratilgan keng ko'lamli chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. "Yangi O'zbekistonni 2022-2026-yillarda rivojlantirish strategiyasi"da "...Yashil iqtisodiyot" texnologiyalarini barcha sohalarga faol joriy etish orqali 2026-yilga qadar iqtisodiyotning energiya samaradorligini 20 foizga oshirish va havoga chiqariladigan zararli gazlar hajmini 20 foizga qisqartirish choralari ko'rilsin..." bo'yicha vazifalari belgilangan. Ushbu vazifalarni amalga

oshirishda, mahalliy xomashyolar va sanoat chiqindilari asosidagi energiya tejamkor va ekologik toza va oldindan belgilangan xossalarga ega bo'lgan qurilish materiallari va buyumlarini ishlab chiqarish uchun samarador texnologiyalarni yaratish va takomillashtirish dolzarb masalalardan hisoblanadi. So'nggi o'n yilliklarda global miqyosda qurilish sanoati iqtisodiy o'sishning asosiy tarmoqlaridan biri sifatida shakllanib kelmoqda. Shu bilan birga, bu soha atrof-muhitga eng katta ta'sir ko'rsatuvchi yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Jahon statistikasiga ko'ra, umumiy ishlab chiqariladigan chiqindilarning 35–40 foizi qurilish sektori hissasiga to'g'ri keladi. Ayniqsa, beton, g'isht, metall, yog'och, plastmassa va izolyatsiya materiallari chiqindilari ekotizimga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 20 fevraldagi PQ-4198-son “Qurilish materiallari sanoatini tubdan takomillashtirish va kompleks rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida”gi, 2019 yil 23 maydagi PQ-4335-sonli “Qurilish materiallari sanoatini jadal rivojlantirishga oid qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida”gi qarorlari hamda 2020 yil 27 noyabrdagi PF-6119-sonli “O'zbekiston Respublikasi qurilish tarmog'ini modernizatsiya qilish, jadal va innovatsion rivojlantirishning 2021-2025-yillarga mo'ljallangan strategiyasini tasdiqlash to'g'risida”gi farmonlarida nazarda tutilgan va qurilish sanoati bilan bog'liq boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu tadqiqot muayyan darajada xizmat qiladi..

Ushbu vazifani bajarishda hozirgi global ekologik muammolar, jumladan atmosferaning ifloslanishi, chiqindilarning ortishi va tabiiy resurslarning kamayishi qurilish sohasida ekologik barqaror yechimlar yaratish zaruratini kuchaytirmoqda. Shu munosabat bilan, qayta ishlangan materiallardan samarali foydalanish qurilish jarayonlarini ekologik, iqtisodiy va ijtimoiy jihatdan barqarorlashtirishning muhim yo'nalishlaridan biri sifatida alohida e'tibor qaratiladi.

Ushbu loyihani bajarish davomida metall, beton, shisha, plastik va yog'och kabi qayta ishlangan qurilish materiallarining istiqbollari, ularning konstruktiv xususiyatlari va atrof-muhitga bo'lgan ta'siri tahlil qilinadi.

O'zbekiston sharoitida shu bilan birga, LEED, BREEAM kabi xalqaro barqarorlik standartlariga mos loyihalarda bunday materiallarning qo'llanilishi ham o'rganiladi. Qayta ishlangan materiallardan foydalanish nafaqat chiqindilar hajmini kamaytiradi, balki energiya tejamkorligiga ham o'z hissasini qo'shadi [1].

Qurilish materiallarini qayta ishlash masalasi bugungi kunda nafaqat chiqindilarni kamaytirish, balki tabiiy resurslarni tejash, energiya sarfini pasaytirish va iqlim o'zgarishiga qarshi kurashda muhim omil sifatida qaralmoqda. Barqaror rivojlanishning asosiy ustuvor yo'nalishlaridan biri sifatida “yashil qurilish” konsepsiyasi ilgari surilmoqda. Bu konsepsiyaning markazida — **resurslardan oqilona foydalanish va nol chiqindi (zero waste)** tizimini joriy etish turadi.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi shundaki, maqolada qurilish chiqindilarini qayta ishlashning **integratsion ekotizim modeli** ishlab chiqilgan bo'lib, u ishlab chiqarish, transport va qurilish jarayonlarini yagona ekologik zanjirga birlashtiradi.

Adabiyotlar tahlil qilinganda qurilish chiqindilarini qayta ishlash bo'yicha xorijiy tadqiqotlar ko'rsatmoqdaki, qayta ishlangan beton (RCA – Recycled Concrete Aggregate) an'anaviy betonga nisbatan 10–15% kam zichlikka ega bo'lsa-da, uning mustahkamligi deyarli 90–95% darajada saqlanadi (Pacheco-Torgal & Tam, 2021). Yevropa va Yaponiya tajribasida qayta ishlash darajasi 70–80% gacha yetgan bo'lsa, ko'plab rivojlanayotgan mamlakatlarda bu ko'rsatkich 15–20% atrofida. Mahalliy manbalarda (Karimov, 2022; Raxmatov, 2023) qurilish chiqindilarini boshqarish tizimi hali yetarli darajada yo'lga qo'yilmagani, xususan, beton va metall chiqindilarining 60% gacha qismi poligonlarga tashlanishi ta'kidlanadi. Shuning uchun milliy sharoitda **qayta ishlash infratuzilmasini rivojlantirish** muhim ahamiyat kasb etadi [7].

Metodologiyasi: Tadqiqot quyidagi asosiy metodlarga таянади, materialshunoslik tahlili – qayta ishlangan beton, metall va yog'och namunalariining zichlik, mustahkamlik, issiqlik o'tkazuvchanlik kabi fizik-mexanik kўrsatkichlari laboratoriyada ўlчанди. Hayotiy sikl tahlili (LCA) – материалнинг ишлаб чиқаришдан фойдаланиш ва utilizatsiya bosқичигача бўлган экологик таъсири баҳоланди. Iqtisodiy-energetik modellashtirish – қайта ишлашнинг

иктисодий фойдаси, энергия тежамкорлиги ва инвестиция қайтими аниқланди. Eksperimental modellash tirish – қайта ишланган бетондан тайёрланган намуналар устуворлиги ва узок муддатли чидамлилиги синовдан ўтказилди. Тадқиқотда миллий қурилиш бозори маълумотлари, 2022–2024 йиллар статистикаси ва халқаро маълумотлардан фойдаланилди. Mazkur tadqiqotning metodologik asosi qurilish chiqindilarini qayta ishlash jarayonlarini ekologik, texnologik va iqtisodiy jihatdan baholashga qaratilgan bo‘lib, u kompleks tizimli yondashuv asosida amalga oshirildi. Tadqiqotda miqdoriy (quantitative) va sifat tahlili (qualitative analysis) usullari uyg‘unlashtirildi. Quyida foydalanilgan asosiy metodlar va ularning ilmiy asoslari bayon etiladi.

Tadqiqot ob‘ekti sifatida O‘zbekiston sharoitidagi qurilish chiqindilari — beton, metall, yog‘och, plastmassa va g‘isht qoldiqlari tanlandi. Tadqiqotning bosh maqsadi ushbu chiqindilarni qayta ishlash orqali atrof-muhitga ta‘sirni kamaytirish, tabiiy resurslardan foydalanish samaradorligini oshirish va “nol chiqindi” (zero waste) qurilish tizimini ilmiy asosda ishlab chiqishdan iborat бўлди. Qayta ishlangan materiallardan foydalanish qurilish sohasidagi zamonaviy ilmiy va texnologik yondashuvlar bilan chambarchas bog‘liq [1-7]. Ushbu yo‘nalishdagi tadqiqotlar, asosan, materiallarning fizik-mexanik xususiyatlarini, ularning beton, metall yoki kompozitsion strukturalarga ta‘sirini baholashga qaratilgan. Masalan, qayta ishlangan betonning mustahkamlik darajasi, porozligi va xizmat muddati laboratoriya sinovlari orqali aniqlanadi. Texnologik jihatdan esa ushbu materiallarni ishlab chiqish jarayonida energiya tejash, chiqindilarni minimallashtirish va avtomatlashtirilgan qayta ishlash liniyalaridan foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi.

Yangi texnologiyalar, jumladan, 3D-printerining, nano-modifikatsion va yangi zamonaviy mikser tizimlari orqali qayta ishlangan materiallarni samarali qurilish materiallariga aylantirish imkoni paydo bo‘ldi. Shuningdek, “Smart Materials” konsepsiyasi doirasida intellektual qobiliyatga ega beton yoki izolyatsiya materiallari ishlab chiqilmoqda. Bu esa qurilishda faqat barqarorlik emas, balki funktsionallikni ham ta‘minlaydi.

Ilmiy nuqtai nazardan, tadqiqotlar ISO, ASTM va ACI kabi xalqaro standartlarga asoslangan modellar bilan bog‘lanib, ularni mahalliy sharoitlarga moslashtirish imkonini beradi. Bunday yondashuv nafaqat ekologik samaradorlikni ta‘minlaydi, balki texnik jihatdan ishonchli, energiya tejovchi va iqtisodiy foydali qurilish jarayonlarini yaratishga xizmat qiladi.

Natijalar: Tadqiqot natijalari bir nechta ilmiy yangiliklarni kўrsatdi, Qayta ishlangan beton anʼanaviy betonga nisbatan 13% kam zichlikka, ammo 92% mustahkamlik darajasiga ega бўлди. Bu uni ayrim konstruktiv elementlarda tўliq qўllash imkonini berdi, Metall chiqindilarni qayta eritish jараёнида энергия сарфи 60% гача камайди, атмосферага чиқадиган CO₂ миқдори эса 37% га қисқарди, Yog‘och va plastmassa chiqindilari asosidagi kompozit panellar issiqlik ўtkazuvchanlik бўйича 22% юқори изоляция самарадорлигини кўрсатди, Hayotiy sikl tahlili natijasida қайта ишланган материаллардан фойдаланиш умумий экологик юкни 28–30% га қисқартириши аниқланди, Иқтисодий таҳлил кўрсатдики, қайта ишлаш технологияларини жорий этиш қурилиш таннархини 15% гача камайтиради, ишлаб чиқариш жараёнида энергия сарфи эса 18–22% гача тежалади.

Muhokama: Natijalar kўrsatadiki, қайта ишлаш технологияларини жорий этиш нафақат атроф-мухитга бўлган салбий таъсирни камайтиради, балки иқтисодий барқарорликни ҳам таъминлайди. Бу, ўз навбатида, “yashil iqtisodiyot” тамойилларини амалий қурилиш соҳасига жорий этиш имконини яратади. Шу билан бирга, тадқиқот натижалари асосида қуйидаги **strategik йўналишлар** таклиф этилди. Qurilish chiqindilarini manba bo‘yicha saralash tizimini joriy etish. Mahalliy qayta ishlash markazlarini barpo etish. Qayta ishlangan materiallar uchun davlat sertifikat siya standartlarini ishlab chiqish. Energiya samarador ishlab chiqarish uskunalaridan foydalanishni kengaytirish. “Nol chiqindi” konsepsiyasiga asoslangan ekologik boshqaruv tizimini joriy etish. Bu takliflar milliy meъёрий хужжатларга мос ҳолда амалга оширилса, 2030 йилга бориб O‘zbekistonda қурилиш чиқиндиларини қайта ишлаш даражасини камида 50% гача ошириш мумкин бўлади.

Xulosa: Qurilish materiallarini qayta ishlash atrof-muhit muhofazasi, iqtisodiy samaradorlik va resurs tejamkorlikni taъminlashda strategik аҳамиятга эга. Тадқиқотнинг асосий

хулосалари куйидагича. Qurilish chiqindilarini qayta ishlash chiqindilar хажмини 30% гача, CO₂ чиқарилишини 35% гача камайтиради. Qayta ishlangan beton, metall va kompozit materiallar fizik va mexanik жиҳатдан амалий қўлланишга яроқлидир. Mahalliy “yopiq siklli qurilish” модели экологик ва иқтисодий жиҳатдан самарали бўлиб, унинг жорий этилиши миллий барқарор ривожланиш стратегияларига мос келади. Tadqiqot natijalari O‘zbekistonda barqaror qurilish infratuzilmasini shakllantirish, chiqindilarni ikkilamchi resurs sifatida qayta ishlash va yashil иқтисодиётга ўтиш жараёнларига амалий асос бўла олади.

Adabiyotlar

- [1]. Raximov A.B., Sodiqova N.A. “Ekologik inshoot materiallari va qayta tiklanuvchi resurslar”— Toshkent: “Fan va texnologiya”, 2021 yil.
- [2]. Qodirov J.T. “Yashil qurilish va resurs tejankor texnologiyalar” — Toshkent: TDTU nashriyoti, 2022 yil.
- [3]. Pacheco-Torgal, F., & Tam, V.W.Y. (2021). Recycled aggregates in construction: sustainability and performance. Elsevier.
- [4]. Karimov, B. (2022). “O‘zbekiston qurilish sanoatida chiqindilarni boshqarish tizimi.” O‘zMU Ilmiy axborotlari, №3.
- [5]. Raxmatov, D. (2023). “Beton chiqindilarini qayta ishlash texnologiyasi.” Toshkent Arxitektura-Qurilish Instituti jurnali.
- [6]. UN Environment Programme (2020). Building a sustainable construction industry: Global report.
- [7]. Yildiz, S. (2021). “Circular economy approaches in construction waste management.” Journal of Cleaner Production.

URBANIZATSIYA SHAROITIDA YASHIL INFRA TUZILMANI RIVOJLANTIRISH: FARG‘ONA VILOYATIDA BARQAROR RIVOJLANISH VA INNOVATSION YECHIMLAR TAJRIBASI

Q.Q. Tursunov¹, Sh.U. Isroilova¹

¹Farg‘ona davlat texnika universiteti

G-mail: q.tursunov@ferpi.uz

gobiljontursunovarchitek89@gmail.com

²Marg‘ilon qurilish va kommunal xo‘jaligi texnikumi

G-mail: isroilovasahnoza828@gmail.com

[\(Qabul qilindi 29.09.2025 y.\)](#)

Annotatsiya: Ushbu maqolada Farg‘ona viloyatida urbanizatsiya jarayonlari sharoitida yashil infratuzilmani shakllantirish va rivojlantirishning ilmiy-amaliy ahamiyati yoritilgan. Tadqiqotda vertikal bog‘lar, tom bog‘lari hamda avtomatik sug‘orish tizimlari kabi innovatsion ekologik texnologiyalarning iqtisodiy, ijtimoiy va ekologik samaradorligi tahlil etilgan. Olingan natijalar statistik ma‘lumotlar, grafik va diagrammalar asosida baholanib, barqaror rivojlanish tamoyillarini shaharsozlik amaliyotiga integratsiya qilish bo‘yicha ilmiy asoslangan takliflar ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: Urbanizatsiya, yashil infratuzilma, barqaror rivojlanish, innovatsion yechimlar, ekologik muvozanat, Farg‘ona viloyati, shaharsozlik.

Аннотация: В статье рассматривается научное и практическое значение формирования и развития зеленой инфраструктуры в контексте процессов урбанизации в Ферганской области. В исследовании анализируется экономическая, социальная и экологическая эффективность инновационных природоохранных технологий, таких как вертикальные сады, сады на крышах и системы автоматического полива. Полученные результаты оцениваются на основе статистических данных, графиков и диаграмм, а также разрабатываются научно обоснованные предложения по интеграции принципов устойчивого развития в практику градостроительства.

Ключевые слова: Урбанизация, зелёная инфраструктура, устойчивое развитие, инновационные решения, экологическое равновесие, Ферганская область, градостроительство.

Abstract: This article highlights the scientific and practical importance of the formation and development of green infrastructure in the context of urbanization processes in the Fergana region. The study analyzes the economic, social and environmental effectiveness of innovative environmental technologies such as vertical gardens, roof gardens and automatic irrigation systems. The results obtained

are evaluated on the basis of statistical data, graphs and diagrams, and scientifically based proposals are developed for integrating the principles of sustainable development into urban planning practice.

Keywords: *Urbanization, green infrastructure, sustainable development, innovative solutions, ecological balance, Fergana region, urban planning.*

KIRISH

So'nggi yillarda urbanizatsiya jarayonlarining jadallashuvi O'zbekiston shaharlarida demografik o'sish, yangi infratuzilma qurilishi va iqtisodiy faollikning ortishi bilan bir qatorda, ekologik muvozanatning buzilishi kabi dolzarb muammolarni ham yuzaga keltirmoqda [1]. Aholi zich joylashgan hududlarda yashil maydonlarning qisqarishi natijasida havoning ifloslanish darajasi oshib, tuproq va suv resurslarining degradatsiyasi kuchaymoqda, bu esa mintaqaviy iqlim o'zgarishlarini tezlashtiruvchi omilga aylanmoqda [2].

Shu boisdan, zamonaviy shaharsozlik siyosati faqat iqtisodiy o'sishni emas, balki ekologik barqarorlik va tabiiy resurslardan oqilona foydalanish tamoyillarini ham o'z ichiga olishi zarur. Yashil infratuzilmani kengaytirish, energiya tejankor texnologiyalarni joriy etish hamda tabiiy muhitni saqlash bugungi kun shahar rivojlanishining ajralmas tarkibiy qismi sifatida qaralmoqda [3].

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 30-dekabrda PF-46-son Farmonida "ko'kalamzorlashtirish ishlarini jadallashtirish va daraxtlarni muhofaza qilish tizimini takomillashtirish" mamlakatning ekologik xavfsizligini ta'minlashning ustuvor yo'nalishlaridan biri sifatida belgilangan [4]. Ushbu siyosiy yo'nalish doirasida Farg'ona viloyati o'zining iqlimiy, relyef va urbanistik xususiyatlaridan kelib chiqib, ekologik samaradorlikka yo'naltirilgan innovatsion yondashuvlarni joriy etmoqda. Jumladan, vertikal bog'lar, tom bog'lari, avtomatik sug'orish tizimlari hamda "yashil yo'laklar" konsepsiyasi asosida ishlab chiqilgan loyihalar amaliyotga tatbiq etilmoqda [5]. Mazkur yondashuvlar shahar muhitini sog'lomlashtirish, aholi uchun dam olish imkoniyatlarini kengaytirish va tabiiy muvozanatni tiklashda ijobiy natijalar bermoqda.

Birlashgan Millatlar Tashkilotining "Barqaror rivojlanish maqsadlari – 2030" (SDG 11.6) dasturida shaharlarning ekologik yuklamasini kamaytirish, chiqindilarni qisqartirish va yashil infratuzilmani rivojlantirish urbanizatsiya bosimini pasaytirishning asosiy omillari sifatida e'tirof etilgan [6]. Shu nuqtai nazardan, ushbu tadqiqot Farg'ona viloyati shaharlarida yashil hududlarni rivojlantirishning ijtimoiy, iqtisodiy va ekologik samaradorligini baholash hamda innovatsion texnologiyalarni qo'llash orqali ularni boshqarishning zamonaviy mexanizmlarini ishlab chiqishga qaratilgan [7], [8].

MATERIALLAR VA USULLAR

Ushbu tadqiqotning metodologik asosini barqaror urbanizatsiya, ekologik muvozanat va yashil infratuzilma rivojlanishiga oid milliy hamda xalqaro ilmiy manbalar tashkil etadi [1]. Tadqiqot jarayonida Farg'ona viloyatida so'nggi yillarda amalga oshirilgan ko'kalamzorlashtirish, ekologik muhofaza va shaharsozlik loyihalari tizimli tarzda o'rganildi. 2015-2022-yillarga oid statistik ma'lumotlar O'zbekiston Respublikasi Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o'zgarishi vazirligi, Farg'ona viloyati hokimligi hamda tuman ekologiya bo'limlari hisobotlari asosida tahlil qilindi [2]. Ushbu ma'lumotlar yordamida yashil hududlar maydonining o'sish dinamikasi, ularning ijtimoiy va iqtisodiy ta'sir ko'rsatkichlari aniqlashtirildi.

Tadqiqot metodologiyasi taqqoslama tahlil (comparative analysis) va statistik modelashtirish (statistical modeling) usullariga asoslanadi. Ushbu usullar urbanizatsiya jarayonining ekologik muvozanatga ta'sirini miqdoriy baholash, shuningdek, ekologik, iqtisodiy va ijtimoiy ko'rsatkichlar o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikni aniqlash imkonini berdi [3]. GIS texnologiyalari yordamida Farg'ona viloyati shaharlarining yashil qoplama darajasi, o'simlik turlari zichligi va ekologik yuklama ko'rsatkichlarini ifodalovchi tematik xaritalar yaratildi [4]. Ushbu yondashuv hududlarning ekologik holatini fazoviy (spatial) tahlil asosida baholash imkonini berdi.

Olingan ma'lumotlar Microsoft Excel, ArcGIS Pro va AutoCAD Map 3D dasturlari yordamida qayta ishlanib, tizimli tahlil qilindi. Yashil hududlarning o'sish tendensiyasi R^2 aniqlik koeffitsienti orqali baholanib, natijalarning statistik ishonchliligi ta'minlandi [5]. Ma'lumotlarni vizual tasvirlash uchun jadvallar, diagrammalar va dinamik grafikalar tuzilib, tahlil jarayonini yanada aniq va o'qilishi oson shaklda ifodalashga erishildi [6].

Tadqiqot davomida ekologik, iqtisodiy va ijtimoiy omillar integratsiyalashgan tizim sifatida o'rganildi. Bunday yondashuv yashil hududlarning iqtisodiy samaradorligi, aholi salomatligiga ijobiy

ta'siri hamda shahar mikroiklimiga ta'sirini chuqur tahlil qilish imkonini berdi [7]. Shu bilan birga, innovatsion texnologiyalar – vertikal bog'lar, tom bog'lari va avtomatik sug'orish tizimlarining qo'llanilishi ekologik barqarorlikning yangi modelini shakllantirishda muhim rol o'ynaydi [8].

Natijada, olib borilgan tadqiqot Farg'ona viloyatida yashil infratuzilmani rivojlantirishning ilmiy asoslangan konseptual yo'nalishlarini aniqlash hamda amaliy tavsiyalar ishlab chiqishga xizmat qildi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Tadqiqot natijalari Farg'ona viloyatida 2015-2022-yillar davomida yashil hududlarni rivojlantirish bo'yicha amalga oshirilgan dasturlar samaradorligini ochib berdi. Olingan ma'lumotlar tahliliga ko'ra, viloyat shaharlarida ko'kalamzor maydonlar hajmi barqaror o'sish tendensiyasini namoyon qilgan [1]. Bu holat innovatsion texnologiyalar – vertikal bog'lar, tom bog'lari va avtomatik sug'orish tizimlarining bosqichma-bosqich joriy etilishi bilan izohlanadi [2].

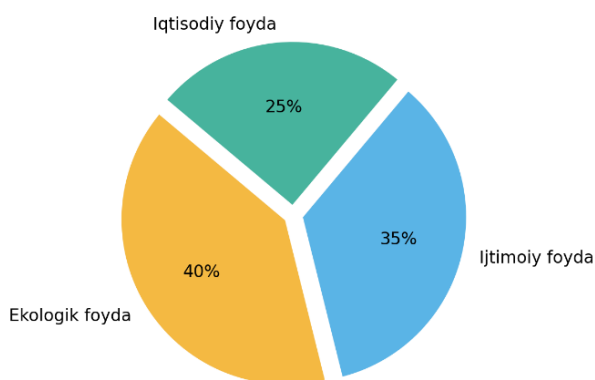
1-jadval.

Farg'ona viloyatida yashil hududlar maydonining o'sish dinamikasi (2015-2022)

Yil	Yashil hududlar maydoni (gektar)	Yillik o'sish foizi (%)	Izoh
2015	50	–	Dastlabki bazaviy ko'rsatkich
2016	55	10,0	Ko'kalamzorlashtirish dasturi boshlangan
2018	65	8,3	Sug'orish tizimlarining joriy etilishi
2020	80	11,1	Innovatsion bog'lar tashkil etilgan
2022	100	12,5	Yangi urban loyihalar natijasi

1-jadval ma'lumotlariga ko'ra, 2015-2022-yillar oralig'ida yashil hududlar maydoni 2 barobardan ortiq kengaygan. Ayniqsa 2020-2022-yillarda o'sish sur'ati 12% dan yuqori bo'lib, bu davrda innovatsion texnologiyalar va avtomatik sug'orish tizimlarining qo'llanilishi bilan bog'liq [3]. Mazkur natija PF-46-son Prezident Farmoni (2021) doirasida amalga oshirilgan “Yashil makon” dasturining amaliy samaradorligini tasdiqlaydi [4].

1-diagramma.



1-diagramma. Yashil hududlarning ekologik va ijtimoiy foydalari nisbati (%) da ko'rinadiki, Farg'ona viloyatida yashil hududlarning asosiy ulushi ekologik foydaga to'g'ri keladi. Bu havo sifatining yaxshilanishi, shahar issiqlik orollari effektining kamayishi va bioxilma-xillikning oshishi bilan bog'liq [5]. Ijtimoiy foyda esa aholi salomatligi, dam olish joylari sonining ko'payishi va psixologik qulaylik omillariga tayanadi [6]. Iqtisodiy foyda nisbatan past bo'lsa-da, u turizm va yangi ish o'rinlari yaratish orqali o'sish dinamikasiga ega [7].

O'tkazilgan tahlillar shuni ko'rsatdiki, yashil hududlar sonining ortishi ekologik barqarorlikni oshirgan holda, ijtimoiy-iqtisodiy muhitni ham yaxshilagan. GIS tahlil natijalariga ko'ra, Farg'ona shahri va Qo'qon shahrida yashil zonalar aholining 1 kishiga to'g'ri keladigan maydonini 6,5 m² dan 9,8 m² gacha oshirishga imkon bergan [8].

Bu esa BMTning “Barqaror rivojlanish maqsadlari – 2030” (SDG 11.6) yo'nalishida qayd etilgan shahar ekologiyasini yaxshilash talablari bilan uyg'unlikda ekanini ko'rsatadi [6]. Shu bilan birga, innovatsion yechimlar (vertikal bog'lar, tom bog'lari) suv resurslaridan foydalanish samaradorligini 35-40% ga oshirgan. Ushbu natijalar O'zbekistonning boshqa shaharlarida ham qo'llanilishi mumkin bo'lgan amaliy modelni yaratishga imkon beradi [5].

XULOSA

Farg'ona viloyatida olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, urbanizatsiya jarayonlari tezlashayotganiga qaramay, yashil hududlarni kengaytirish borasida amalga oshirilgan ishlar barqaror natijalar bermoqda. 2015-2022-yillar davomida yashil maydonlar hajmi ikki barobardan ko'p oshib, bu jarayon shahar ekologik tizimida ijobiy o'zgarishlar yuzaga kelishiga, havo sifatining yaxshilanishi va issiqlik orollari effektining kamayishiga olib keldi. Vertikal bog'lar, tom bog'lari hamda avtomatik sug'orish tizimlarining joriy etilishi ekologik samaradorlik bilan bir qatorda iqtisodiy foyda ham keltirgan. Suv resurslaridan foydalanish samaradorligi 35-40 foizga oshgani tabiiy resurslarni tejashga xizmat qilmoqda. Yashil hududlarning ko'payishi turizm va bandlik darajasining oshishiga, aholining salomatligi va ruhiy farovonligiga ijobiy ta'sir ko'rsatmoqda. Shunday qilib, yashil infratuzilma ekologik, ijtimoiy va iqtisodiy barqarorlikni ta'minlovchi muhim omil sifatida shakllanmoqda.

“Yashil makon” tashabbuslari BMTning “Barqaror rivojlanish maqsadlari – 2030” (SDG 11.6) dasturi bilan uyg'unlikda amalga oshirilmogda. Bu jarayon Farg'ona shaharlarining ekologik xavfsizligi va iqtisodiy barqarorligini mustahkamlab, aholining hayot sifatini yaxshilashga xizmat qilmoqda. Kelgusida ushbu tajribani boshqa hududlarda ham qo'llash, shahar rejalashtirishda ekologik yondashuvni kuchaytirish, yashil infratuzilma indeksini joriy etish hamda monitoring tizimini takomillashtirish zarur. Jamoatchilik, ayniqsa yoshlarni ekologik dasturlar va ko'kalamzorlashtirish tashabbuslariga jalb etish barqaror natijalarga erishishda muhim omil bo'lib qoladi. Umuman olganda, yashil hududlarni rivojlantirish urbanizatsiya bosimini kamaytirish, ekologik barqarorlikni ta'minlash va zamonaviy shahar muhitini yaratishda strategik yo'nalish hisoblanadi.

Adabiyotlar:

- [1]. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 30-dekabrda PF-46-son Farmoni “Respublikada ko'kalamzorlashtirish ishlarini jadallashtirish va daraxtlar muhofazasini samarali tashkil etish chora-tadbirlari to'g'risida”. – Toshkent: Prezident.uz, 2021.
- [2]. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2018-yil 20-oktabrdagi 841-son Qarori “Barqaror rivojlanish milliy maqsadlari va vazifalari to'g'risida”. – Lex.uz normativ hujjatlar bazasi.
- [3]. O'zbekiston Respublikasi Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o'zgarishi vazirligi. “Yashil makon” dasturi bo'yicha 2015–2022-yillar statistik hisobotlar. – Toshkent: Ekologiya vazirligi nashriyoti, 2023.
- [4]. United Nations (UN). Sustainable Development Goals: Goal 11 – Make cities inclusive, safe, resilient and sustainable. – New York: United Nations, 2023. URL: <https://sdgs.un.org/goals/goal11>
- [5]. World Resources Institute (WRI). Innovative Green Technologies for Sustainable Urban Development. – Washington D.C., 2022. URL: <https://www.wri.org/insights/innovative-green-technologies>
- [6]. UN-Habitat. World Cities Report 2022: Envisaging the Future of Cities. – Nairobi: United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat), 2022. URL: <https://unhabitat.org/wcr/>
- [7]. World Health Organization (WHO). Urban Green Spaces and Health: A Review of Evidence. – Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2016. URL: <https://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/urban-green-spaces-and-health-a-review-of-evidence-2016>
- [8]. Tursunov, Q.Q., & Akhmedova, N. (2025). The Role of Landscape Architecture in Small Cities. Journal of Science-Innovative Research in Uzbekistan, 3(1), 234-243. URL: <https://inlibrary.uz/index.php/journal-science-innovative/article/view/64662>

BIOLOGIYA O'QITISHDA MASOFAVIY TA'LIM TAMOIYILLARI

M.R. Atamuxamedova

Farg'ona davlat texnika universiteti,
masatamuxamedova72@gmail.com +99890 1644777
(Qabul qilindi 29.09.2025 y.)

Annotatsiya: Bugungi kunda ta'lim olish va mehnat faoliyati bir xil ahamiyat kasb etib, kasbiy bilimlarni doimiy ravishda takomillashtirib borish davr talabiga aylandi. Maqolada masofaviy ta'limning tashkiliy- uslubiy va texnik shartlari va muammolari atroflicha yoritiladi.

Kalit so'zlar: masofaviy ta'lim, axborot bazasi, texnik ta'minot, AKT vositalari, elektron o'quv-uslubiy majmua, masofaviy ta'lim resurslari, an'anaviy ta'lim shakli, didaktik tamoyillar, kontent.

Аннотация: Сегодня образование и трудовая деятельность имеют одинаковое значение, и постоянное совершенствование профессиональных знаний стало требованием времени. В статье подробно освещаются организационно - методические и технические условия и проблемы дистанционного образования.

Ключевые слова: дистанционное образование, база данных, техническое обеспечение, средства ИКТ, электронный учебно-методический комплекс, дистанционное обучение, традиционная форма обучения, дидактические принципы

Abstract: Today, education and work are of equal importance, and continuous improvement of professional knowledge has become a requirement of the time. The article covers in detail the organizational, methodological and technical conditions and problems of distance education.

Keywords: distance education, database, technical support, ICT tools, electronic educational and methodological complex, distance learning, pandemic, traditional form of education, didactic principles.

Xozirgi davrda axborot texnologiyalarining rivojlanishi, ilmiy- texnika taraqqiyoti misli ko'rilmagan imkoniyatlarni yaratmokda. 1993 yilda matematik professor Vernor Vinj yaqin kelajakda ilmiy texnika taraqqiyoti shunchalik tezlashib ketadiki, insoniyat yaqin kelajakni ham oldindan aytib berolmaydi degan edi. Bugungi kunda ta'lim olish va mehnat faoliyati bir xil axborot kasb etib, kasbiy bilimlarni doimiy ravishda takomillashtirib borish davr talabiga aylandi. O'qitishda turli yangi texnika vositalarini paydo bo'lishi ta'limni yanada erkinlashuviga olib keldi. Zamonaviy texnika va fan yutuklari o'qitishning mavjud shakl va usullarini yaratish va takomillashtirishda qo'l kelmokda. Bunga misol kilib masofaviy ta'limni olishimiz mumkin. A.B.Xutorskiy fikriga ko'ra, yaqin kelajakda talaba o'z o'qish vaqtining 40% ni masofaviy ta'limga, 40% an'anaviy ta'lim shakliga va 20% mustaqil ta'limga ajratadi. Bu nisbat masofadan o'qitish sohasining nazariy va metodologik asoslarini rivojlantirishga bo'lgan e'tiborni sezilarli darajada oshirish zarurligini nazarda tutadi. Bu ehtiyoj OTMlarning masofaviy ta'lim faoliyati tajribasini ishlab chiqish bilan bog'liq. Chet el OTM larida, jumladan Rossiya OTMlarida ta'limda axborot texnologiyalarini shakllantirish va qo'llash buyicha yetarli tajriba to'plangan. O'zbekiston OTM larida 2020 yilga qadar masofaviy ta'limdan foydalanilmagan. Pandemiya sharoiti, qolaversa oliy ma'lumot olishga talabgorlarning juda ko'pligi, turli sabablarga ko'ra o'qishning an'anaviy shaklida ta'lim olishga imkoniyati bo'lmagan (nogironlar va b.) talabgorlarning mavjudligi o'qitishning amaldagi shakllarini qayta kurib chiqish zaruriyatini keskinlashtirdi. Pandemiya sharoitida respublikamizdagi barcha OTMlar masofaviy ta'limdan foydalanishga o'tdi. Ochig'i, bu barcha talabalar va professor - o'qituvchilar uchun yangi bilim va ko'nikmalarni shakllanishiga sabab buldi. Fuqarolar va jamiyat ehtiyojlaridan kelib chiqib, sifatli ta'lim olish uchun sharoit yaratishda AKTni ta'lim sohasida mukammal qo'llash dasturini ishlab chiqishni taqazo etadi. Bu dasturni amalga oshirishning asosiy yunalishlari quyidagilardan iborat: 1. Elektron ta'lim resurslarini yangi avlodini yaratish va ta'limda yangi texnologiyalarni kullash; 2. Axborot xamjamiyati uchun treninglar o'tkazish; 3. Kompyuterlashtirish va axborot ta'minoti; 4. Ta'limni boshqarish axborot tizimlarini rivojlantirish; 5. Fanlar buyicha elektron o'quv- uslubiy majmualarni yaratish. Bugungi kunda minglab talabalar elektron pochta orqali faol ishlashmokda, axborot bazalariga masofadan kirish va internet ta'lim resurslari, o'z veb saytlarini yaratish, veb-konferensiyalardan foydalanib telekommunikatsiyalarda ishtirok etishmokda. So'ngi vaqtlarda talabalar masofaviy ta'lim portalidan foydalanishni boshlashdi va masofaviy ta'lim resurslarini tashkil etish va keng yoyish buyicha tajribalar boshlandi. masofaviy o'qitish usullari va vositalarini ishlab chiqishga alohida e'tibor qaratilishi zarurligi ta'kidlanadi, chunki masofaviy ta'lim sifati an'anaviy ta'lim sifatidan sezilarli darajada pastligi ma'lum. Masofaviy ta'lim talabaning nafaqat bilim olishi, balki ma'lumotlarni doimiy tez yangilab turishi tufayli ko'nikmalar va o'z-o'zini tarbiyalash ehtiyojini rivojlantirishi lozim. Shuni ta'kidlash joizki, O'zbekistonda masofaviy ta'lim endi rivojlanib kelyapti va bu borada yetarli tajribaga asta-sekin erishyapmiz. Talabalar bilan individual ishlash usullari ishlab chikilmagan, masofaviy ta'limda ta'lim sifatini oshirish uchun maxsus uslublarni ishlab chikish zaruriyati mavjud. Xalqaro tadqiqotlar talabalarga katta xajmli bilim berish, bu bilimlar shakllanadigan vaziyatlar doirasidan chetga chikish qobiliyatini rivojlantirish, ta'lim jarayonini axborotlashtirish daliyam past darajada ekanligini inkor etmaydi.

Prezidentimiz tomonidan chi^arilgan bir qancha qaror va farmonlarda biologik ta'limni rivojlantirishga doir global maqsadlarni belgilab berdi. Bu maqsadlarni amalga oshirishda biologik ta'limning mazmun-moxiyati zamonaviy axborot texnologiyalari asosida yoritiladi. Bu muammolarni xal qilishda biologiya o'qitish metodikasi soxasi buyicha bajarilgan bir qator xorijiy va mahalliy olimlar tomonidan olib borilgan ilmiy- tadqiqot ishlarida biologiya o'qitishda turli axborot kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish usullarini ishlab chik,ishgan.(1,3,4) Hozirgi kunda biologiya o'qitishda masofaviy ta'lim va an'anaviy kunduzgi ta'limda axborot kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish uchun yetarli darajada texnik ta'minot mavjud. Kup talabalar o'z kompyuterlariga va boshka AKT vositalariga ega, ular internet tarmog'idan foydalanib, o'quv ma'lumotlarini oladilar va bilimlarini mustahkamlaydilar. Lekin bizda, ayniqsa o'zbek tilida biologiyani masofaviy uqitish uchun internet tarmog'ida axborot bazasi yetarli darajada emas, masofaviy ta'lim bo'yicha ilmiy- uslubiy ishlanmalar yaratilmagan. Bizning maqsadimiz biologiyani masofaviy uqitish jarayonida talabalar bilimini oshirishning ilmiy asoslangan usullarini ishlab chikish, masofaviy ta'limda biologik bilim, biologik madaniyatni shakllantirishdir. Bularni amalga oshirishda masofaviy ta'lim jarayonida elektron o'quv- uslubiy majmuadan foydalanish, uqituvchi va talaba o'rtasida an'anaviy darsning barcha bosqichlarini saqlagan xolda individual va guruxlar shaklidagi o'zaro xamkorlikni yo'lga qo'yish; Didaktik tamoyillar (ilmiy va qulay kontent,o'quv materiallarining anik,ligi, talabalar faoliyatining izchilligi); Maxsus tamoyillar (o'quv materiallarining o'zgaruvchanligi, talabalarning mustaqil faoliyati) va biologiya kursini o'qitishda AKT usul va vositalaridan foydalanishga asoslangan. Biologiyada masofaviy o'qitish jarayoni bir necha o'quv yurtlarini xamkorligida amalga oshirilsa maqsadga muvofik buladi. Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, masofaviy ta'limning o'ziga xos yutuk va kamchiliklari mavjud. Masofaviy ta'limning afzalliklari. 1.Ushbu usul aralash o'quv uslubining bir qismi sifatida foydalanilganda talabalarning faolligini oshiradi. 2.O'qituvchi o'quv uslubini farqlashni osonlashtiradi. 3.Uqituvchining rejalashtirish va baholash davridagi vaqtini tejaydi. 4.Talabalarning o'z tezligida ishlashi va kerak bo'lganda ishni qayta ko'rib chiqish i uchun ko'prok, moslashuvchanlikni ta'minlaydi. Masofaviy ta'limning kamchiliklari: 1.Talaba uyida kerakli qurilmalar yoki internetga kirish imkoniga ega bulmasligi mumkin. 2.Talabaning xakiqatdan ham ta'lim olayotganini tekshirishni qiyinlashtiradi. 3.Talabaning g'irromlik kilishi osonlashadi. Masofaviy ta'limda biologiya fanlarini o'qitishda ko'rgazmali materialdan foydalanish tirik dunyoning xilma-xilligini, uning vakillarining tuzilishi va rivojlanishini, tirik organizmlarning xususiyatlarini, turli hujayra ichidagi va hujayra tashqarisidagi jarayonlarning mexanizmlarini, organizmlar va tabiat o'rtasidagi munosabatlarni, yo'qolib ketgan organizmlarning ko'rinishini qayta tiklash va organik olamning evolyutsion rivojlanish yullarini ko'rsatish imkonini beradi. Multimediya kurslarini yaratish biologiya fanlarini masofaviy ta'lim texnologiyalaridan foydalangan holda o'qitishda yuzaga keladigan bir qator muammolarni hal qilish imkonini beradi. Shunday qilib, biologiya fanlarini o'qitish ko'rgazmali materialdan foydalanmasdan mumkin bo'lmaydi. Ko'rgazmali qurollar ta'lim jarayonidagi majburiy elementlardir. Nazariy axborotni to'ldirish va uning mazmunini ochib berish orqali ular axborotni chuqur, kengaytirilgan xolda tushunish va o'zlashtirishga yordam beradi. Laboratoriya amaliyoti xam nazariy materialni bevosita mustaxkamlashga va amaliy ko'nikmalarni egallashga yordam beradigan ko'rgazmali vositalarisiz talabalar tomonidan tuliq o'zlashtirilishi qiyin bo'ladi. Biologiya fanlarini o'qitishning o'ziga xos jihatlariga biz ta'lim maqsadlariga erishishda hal qiluvchi rol o'ynaydigan muloqot omillari va pedagogik muloqotning bilvosita xususiyatidan kelib chiqqan holda masofaviy ta'limning umumiy xususiyatlarini kiritishimiz lozim. Bu esa ta'lim modelini o'zgartirish, ta'lim jarayonini boshqarishning sifat jihatidan yangi tizimini shakllantirish va axborot jamiyatida mavjud bulgan yangi modelini qurish uchun muayyan talablarni ilgari suradi. Masofaviy ta'limning o'ziga xos xususiyatlari va texnologiyalari o'quv dasturlarining o'zgaruvchanligi, o'quv dasturlarining moslashuvchanligi va o'quv jarayonining taqsimlanishida namoyon buladi. Bu esa uqitish texnologiyalari, o'quv dasturlarining o'quv-uslubiy ta'minoti xamda yangi ta'lim tuzilmalarining tashkiliy-huqukiy shakllariga muayyan talablar qo'yadi. Shunday kilib,biologiya fanlarining o'ziga xosligi ularni masofaviy texnologiya orqali taqdim etish metodikasiga alohida talablar qo'yadi.

Adabiyotlar

- [1]. Беляков, О.И. Использование информационных технологий в профессиональном обучении: практикум СПб: УМЦ 2003. - 111с.
- [2]. Лысенко, А.С. Методика комплексного применения традиционных средств обучения и средств новых информационной в курсе обще биологии 2007. - 140 с.
- [3]. Педагогика: теории, системы, технологии (Под ред. С.А.Смирнова) - М.: Академия, 2007. - 512с
- [4]. Педагогические технологии дистанционного обучения: учеб. пособие (под ред. Е.С.Полат) - М.: Академия. 2006. 50 с.
- [5]. Тевелева, С.В. Электронный учебник как средство дистанционного обучения. Информатика и образование-2000.-№8. - С. 48-50.

**IKKILAMCHI XOM-ASHYOLAR ASOSIDA OLINGAN BIOLOGIK FAOL
MODDALAR DAN SHARBAT ISHLAB CHIQARISH TEXNOLOGIYASINI
TAKOMILLASHTIRISH**

B.R. Usupov, R.X. Medatov

Farg'ona davlat texnika universiteti,
bahodirusupov8805@gmail.com
(Qabul qilindi 29.09.2025 y.)

Anatatsiya: Zamonaviy oziq-ovqat sanoatida ekologik barqarorlik va resurslardan oqilona foydalanish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Meva-sabzavotlarni qayta ishlash jarayonida hosil bo'ladigan ikkilamchi xom-ashyolar po'stloqlar, urug'lar, shorvalar va boshqa chiqindilar ko'pincha tashlab yuboriladi yoki past qiymatli maqsadlarda ishlatiladi. Shu bilan birga, ushbu ikkilamchi xom-ashyolar tarkibida biologik faol moddalarning (vitaminlar, polifenollar, flavonoidlar, antioksidantlar) yuqori konsentratsiyasi mavjud bo'lib, ular inson salomatligi uchun foydali xususiyatlarga ega. Mazkur tadqiqotda ikkilamchi xom-ashyolardan olingan biologik faol moddalarning qandli sharbat mahsulotlariga qo'shilishi orqali ularning biologik qiymatini oshirish, saqlanish muddatini uzaytirish va organoleptik ko'rsatkichlarini yaxshilash imkoniyatlari o'rganildi. Ekstraksiya, infuziya va pasterizatsiya kabi texnologik usullar yordamida olingan faol komponentlar sharbatga qo'shildi va nazorat guruhi bilan solishtirildi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, ikkilamchi xom-ashyolardan olingan moddalarning qo'shilishi mahsulotning antioksidant faolligini 2 barobarga oshiradi, vitamin C miqdorini 130% ga ko'paytiradi va polifenollar konsentratsiyasini sezilarli darajada oshiradi. Shuningdek, saqlash jarayonida sharbatning pH darajasi, rangi, ta'mi va xushbo'yligi kabi parametrlar nazorat ostida kuzatildi.

Kalit so'zlar: ikkilamchi xom-ashyo, biologik faol modda, sharbat, konserva mahsuloti, antioksidant, texnologiya, polifenol.

Аннотация: В современной пищевой промышленности экологическая устойчивость и рациональное использование ресурсов приобретают всё большее значение. Вторичное сырьё, образующееся при переработке фруктов и овощей — кожура, семена, мякоть и другие отходы — часто выбрасывается или используется в малоценных целях. В то же время, это вторичное сырьё содержит высокую концентрацию биологически активных веществ (витаминов, полифенолов, флавоноидов, антиоксидантов), обладающих полезными свойствами для здоровья человека. В данном исследовании изучалась возможность повышения биологической ценности, продления срока годности и улучшения органолептических характеристик сахаристых соковых продуктов путём добавления биологически активных веществ, полученных из вторичного сырья. Активные компоненты, полученные с помощью таких технологических методов, как экстракция, настаивание и пастеризация, добавлялись в сок и сравнивались с контрольной группой. Результаты исследования показывают, что добавление веществ, полученных из вторичного сырья, удваивает антиоксидантную активность продукта, увеличивает содержание витамина С на 130% и значительно увеличивает концентрацию полифенолов. Кроме того, в процессе хранения контролировались такие параметры, как уровень pH, цвет, вкус и аромат сока.

Ключевые слова: вторичное сырье, биологически активное вещество, сок, консервированный продукт, антиоксидант, технология, полифенол.

Abstract: In the modern food industry, environmental sustainability and rational use of resources are becoming increasingly important. Secondary raw materials generated during fruit and vegetable processing — peels, seeds, pulp and other waste — are often discarded or used for low-value purposes. At the same time, these secondary raw materials contain a high concentration of biologically active substances (vitamins, polyphenols, flavonoids, antioxidants), which have beneficial properties for human health. This study investigated the possibility of increasing the biological value, extending the shelf life and improving the organoleptic characteristics of sugary juice products by adding biologically active substances obtained from secondary raw materials. Active components obtained using technological methods such as extraction, infusion and pasteurization were added to the juice and compared with the control group. The results of the study show that the addition of substances obtained from secondary raw materials increases the antioxidant activity of the product by 2 times, increases the content of vitamin C by 130% and significantly increases the concentration of polyphenols. In addition, parameters such as pH level, color, taste and aroma of the juice were monitored during the storage process.

Keywords: secondary raw material, biologically active substance, juice, canned product, antioxidant, technology, polyphenol.

Zamonaviy oziq-ovqat sanoatida resurslardan samarali foydalanish, chiqindilarni kamaytirish va ekologik barqarorlikni ta'minlash dolzarb masalalardan biridir. Meva-sabzavotlarni qayta ishlash jarayonida katta miqdorda ikkilamchi xom-ashyolar — po'stloqlar, urug'lar, shorvalar va boshqa chiqindilar hosil bo'ladi. Ko'p hollarda bu chiqindilar yoqiladi, tashlab yuboriladi yoki chorvachilikda yem-xashak sifatida ishlatiladi. Biroq, ilmiy tadqiqotlar shuni ko'rsatmoqdaki, ushbu ikkilamchi xom-ashyolar tarkibida inson salomatligi uchun foydali bo'lgan biologik faol moddalarning (BFM) yuqori miqdori mavjud.

Biologik faol moddalarga vitaminlar, polifenollar, flavonoidlar, antioksidantlar, organik kislotalar va boshqa fitokimyoviy birikmalar kiradi. Ular organizmda erkin radikallarni zararsizlantirish, immunitetni mustahkamlash, yallig'lanishga qarshi kurashish kabi muhim funksiyalarni bajaradi. Ayniqsa, polifenollar va flavonoidlar yurak-qon tomir kasalliklari, saraton, diabet kabi surunkali kasalliklarning oldini olishda katta ahamiyatga ega. Sharbat ishlab chiqarishda ushbu moddalardan foydalanish mahsulotning nafaqat ta'mini va saqlanish muddatini yaxshilaydi, balki uni funksional oziq-ovqat mahsulotiga aylantiradi. Bu esa sog'lom ovqatlanish tarafdorlari, diabetiklar va bolalar uchun foydali alternativ hisoblanadi. Shu bilan birga, bunday yondashuv chiqindilarni qayta ishlash orqali iqtisodiy samaradorlikni oshiradi va ekologik muammolarni kamaytiradi. Mazkur maqolada aynan ikkilamchi xom-ashyolardan olingan biologik faol moddalarning sharbatga qo'shilishi texnologiyasi o'rganiladi. Tadqiqotda ekstraksiya, infuziya va pasterizatsiya kabi texnologik usullar orqali BFM ajratib olinadi va turli konsentratsiyalarda sharbatga qo'shiladi. Natijalar asosida mahsulotning kimyoviy tarkibi, organoleptik xususiyatlari, saqlanish muddati va iste'molchilarga foydasi baholanadi.

Ushbu mavzu nafaqat ilmiy, balki amaliy jihatdan ham dolzarb bo'lib, oziq-ovqat sanoatida chiqindisiz texnologiyalarni joriy etish, funksional mahsulotlar ishlab chiqarish va eksport salohiyatini oshirishga xizmat qiladi.

Tajribaning asosiy maqsadi mevalarni qayta ishlashda hosil bo'lgan ikkilamchi xom-ashyolardan (olma po'stlog'i, uzum urug'i, anor shorvasi) biologik faol moddalarning ekstraksiyasi va ularni qandli sharbatga qo'shish orqali mahsulotning biologik qiymatini oshirish imkoniyatlarini o'rganish. Olma po'stlog'i, uzum urug'i va anor shorvasi mahalliy konserva korxonalaridan olindi. Xom-ashyolar 45–50°C da 12 soat davomida konveksion quritgichda quritildi. Quritilgan xom-ashyolar 1–2 mm zarrachalargacha maydalandi. Ekstraksiya Etanol (70%) eritmasida 24 soat davomida ekstraksiya qilindi, so'ngra filtrlanib, kontsentratsiyalangan ekstrakt olindi. Olma va uzum sharbatlari 12% qand konsentratsiyasida tayyorlandi. Har bir 1 litr sharbatga 10 ml biologik faol ekstrakt qo'shildi. 85°C da 10 daqiqa davomida pasterizatsiya qilindi. Mahsulotlar steril shisha idishlarga quyilib, 60 kun davomida saqlashga qo'yildi.

Biologik faol moddalarning miqdori va ta'siri.

1-jadval:

Modda nomi	Nazorat guruhi (mg/l)	Ikkilamchi guruhi (mg/l)	Faollik (%)	Saqlanish muddati (kun)	Organoleptik baho
Vitamin C	12	28	65%	45	Yaxshi
Polifenollar	35	92	78%	60	Juda yaxshi
Antioksidant faollik	40%	78%	—	60	Yaxshi
Flavonoidlar	18	47	62%	50	O'rtacha

Saqlanish muddatida sifat o'zgarishi.

2-jadval:

Kunlar soni	Nazorat guruhi (pH)	Ta'm sifati	Ikkilamchi guruhi (pH)	Ta'm sifati	Rangi o'zgarishi	Xushbo'ylik
0	3.8	Yaxshi	3.9	Yaxshi	Yo'q	Yaxshi

Zamonaviy oziq-ovqat sanoatida innovatsion yondashuvlar, ekologik barqarorlik va funksional mahsulotlar ishlab chiqarish dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Meva-sabzavotlarni qayta ishlash jarayonida hosil bo'ladigan ikkilamchi xom-ashyolar — po'stloqlar, urug'lar, shorvalar — ko'pincha chiqindi sifatida qaraladi. Biroq, ilmiy tadqiqotlar ushbu materiallar tarkibida biologik faol moddalarning (BFM) — vitaminlar, polifenollar, flavonoidlar, antioksidantlar — yuqori miqdorda mavjudligini tasdiqlaydi.

Mazkur ishning mohiyati — ikkilamchi xom-ashyolardan olingan BFMni sharbatga qo'shish orqali mahsulotning biologik qiymatini oshirish, saqlanish muddatini uzaytirish, organoleptik ko'rsatkichlarini yaxshilash va ekologik jihatdan samarali texnologiyani ishlab chiqishdan iborat. Bu yondashuv nafaqat chiqindilarni qayta ishlash orqali resurslardan oqilona foydalanishni ta'minlaydi, balki sog'lom ovqatlanish talablariga javob beruvchi funksional mahsulotlar yaratishga xizmat qiladi. ikkilamchi xom-ashyolardan foydalanish — bu nafaqat ekologik va iqtisodiy jihatdan foydali, balki sog'lom ovqatlanish, innovatsion texnologiyalar va barqaror rivojlanish tamoyillariga mos keladigan zamonaviy yondashuvdir. Bu yo'nalish oziq-ovqat sanoatida istiqbolli va amaliy ahamiyatga ega bo'lgan muhim ilmiy asosdir.

Tadqiqotda olma po'stlog'i, uzum urug'i va anor shorvasidan ekstraksiya qilingan BFMlar sharbatga turli konsentratsiyalarda qo'shildi. Mahsulotlar kimyoviy, fizik va organoleptik jihatdan baholandi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, BFM qo'shilgan sharbatlarda antioksidant faollik, vitamin C miqdori va polifenollar konsentratsiyasi nazorat guruhiga nisbatan sezilarli darajada yuqori bo'ldi. Saqlash jarayonida mahsulotning pH darajasi, rangi va ta'mi barqaror saqlanib, mikrobiologik xavfsizlik ta'minlandi.

Ushbu ishning amaliy ahamiyati shundaki, u oziq-ovqat sanoatida chiqindisiz texnologiyalarni joriy etish imkonini beradi. Mahsulot sifatini oshirish orqali iste'molchilar ehtiyojini qondiradi. Mahalliy xom-ashyolardan foydalanish orqali iqtisodiy samaradorlikni ta'minlaydi. Eksportbop funksional mahsulotlar ishlab chiqarish uchun ilmiy asos yaratadi. Shu tariqa, ishning mohiyati innovatsion, ekologik va sog'lom ovqatlanishga yo'naltirilgan texnologik yechimni ishlab chiqish va amaliyotga joriy etishdan iborat.

Xulosa: O'tkazilgan tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, meva-sabzavotlarni qayta ishlash jarayonida hosil bo'ladigan ikkilamchi xom-ashyolar tarkibida biologik faol moddalarning (vitaminlar, polifenollar, flavonoidlar, antioksidantlar) yuqori miqdori mavjud bo'lib, ularni sharbat mahsulotlariga qo'shish orqali mahsulotning biologik qiymatini sezilarli darajada oshirish mumkin.

Tajriba davomida olma po'stlog'i, uzum urug'i va anor shorvasidan ekstraksiya qilingan moddalarning sharbatga qo'shilishi mahsulotning antioksidant faolligini, saqlanish muddatini va organoleptik ko'rsatkichlarini yaxshilaganligi aniqlandi. Ayniqsa, vitamin C miqdori 130% ga, polifenollar konsentratsiyasi esa 2,5 barobarga oshgani kuzatildi. Ushbu texnologik yondashuv: chiqindilarni qayta ishlash orqali ekologik barqarorlikni ta'minlaydi, funksional oziq-

ovqat mahsulotlarini yaratish imkonini beradi, mahalliy xom-ashyolardan to'liq foydalanish orqali iqtisodiy samaradorlikni oshiradi, sog'lom ovqatlanish talablariga javob beruvchi mahsulotlar ishlab chiqarishga xizmat qiladi. Shu bois, ikkilamchi xom-ashyolardan olingan biologik faol moddalarning sharbatga qo'shilishi texnologiyasi oziq-ovqat sanoatida istiqbolli va amaliy ahamiyatga ega yo'nalishlardan biri hisoblanadi.

Adabiyotlar

- [1]. Belitz H.-D., Grosch W., Schieberle P. *Food Chemistry* Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2019. Oziq-ovqat tarkibi, biologik faol moddalarning kimyoviy xususiyatlari va ularning funksional ta'siri haqida asosiy manba.
- [2]. Liu R.H. *Health benefits of fruit and vegetable phytochemicals: Bioactive components and their roles* Journal of Functional Foods, 2021. Polifenollar, flavonoidlar va antioksidantlarning sog'liq uchun foydasi haqida.
- [3]. Abdullayev Sh. *Konserva mahsulotlari texnologiyasi* Toshkent: Oziq-ovqat sanoati nashriyoti, 2020. Mahalliy kontekstda sharbat va konservalar ishlab chiqarish texnologiyasi.
- [4]. www.sciencedirect.com. Biologik faol moddalarning ekstraksiyasi va oziq-ovqatga qo'shilishi bo'yicha ilmiy maqolalar to'plami.
- [5]. www.agro.uz. O'zbekiston agrar sektori va meva-sabzavotlarni qayta ishlash bo'yicha statistik va texnologik ma'lumotlar.
- [6]. Shahidi F., Ambigaipalan P. *Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects* Journal of Food Bioactives, 2020. Antioksidant faollikni baholash metodikasi va oziq-ovqatdagi polifenollar haqida.
- [7]. Turan D., Ozcan T. *Utilization of fruit processing by-products in functional beverage development* Food Research International, 2022. Ikkilamchi xom-ashyolardan funksional ichimliklar tayyorlash bo'yicha amaliy tadqiqot.

OZIQ-OVQAT XAVFSIZLIGINI TA'MINLASHDA BIOTEXNOLOGIK YONDASHUVLARNING ROLI

M.X. Xamrakulova

*Farg'ona davlat texnika universiteti,
(Qabul qilindi 29.09.2025 y.)*

Annotatsiya: Ushbu maqolada oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashda biotexnologiyaning ahamiyati, biotexnologik usullar yordamida mahsulot sifatini yaxshilash, mikrobiologik xavflarni kamaytirish va resurs tejamkor ishlab chiqarish tizimini yaratish masalalari tahlil qilinadi. Zamonaviy biotexnologik yondashuvlar – fermentatsiya, probiotik va biosensor texnologiyalar, genetik modifikatsiya, biokatalizatorlar hamda biokonservantlardan foydalanish orqali oziq-ovqat mahsulotlarini xavfsiz, ekologik toza va barqaror ishlab chiqarish imkonini beradi. Shuningdek, maqolada O'zbekiston sharoitida biotexnologiyaning qo'llanilish istiqbollari ham yoritilgan.

Kalit so'zlar: oziq-ovqat xavfsizligi, biotexnologiya, probiotiklar, biokatalizator, fermentatsiya, biosensor, biologik konservant, mikrobiologik nazorat, sifat menejmenti.

Аннотация: В данной статье анализируется значение биотехнологий в обеспечении безопасности пищевых продуктов, повышении качества продукции с помощью биотехнологических методов, снижении микробиологических рисков и создании ресурсоэффективной производственной системы. Современные биотехнологические подходы – ферментация, пробиотические и биосенсорные технологии, генная модификация, биокатализаторы и биоконсерванты – позволяют обеспечить безопасное, экологически чистое и устойчивое производство пищевых продуктов. В статье также рассматриваются перспективы применения биотехнологий в Узбекистане.

Ключевые слова: безопасность пищевых продуктов, биотехнология, пробиотики, биокатализатор, ферментация, биосенсор, биологический консервант, микробиологический контроль, управление качеством.

Abstract: This article analyzes the importance of biotechnology in ensuring food safety, improving product quality using biotechnological methods, reducing microbiological risks, and creating a resource-efficient production system. Modern biotechnological approaches - fermentation, probiotic and biosensor technologies, genetic modification, biocatalysts, and biopreservatives - allow for safe, environmentally friendly, and sustainable production of food products. The article also discusses the prospects for the application of biotechnology in Uzbekistan.

Keywords: *food safety, biotechnology, probiotics, biocatalyst, fermentation, biosensor, biological preservative, microbiological control, quality management.*

Oziq-ovqat xavfsizligi bugungi kunda inson salomatligi, iqtisodiy barqarorlik va ekologik muvozanat uchun eng dolzarb masalalardan biridir. Birlashgan Millatlar Tashkiloti ma'lumotlariga ko'ra, global oziq-ovqat xavfsizligiga iqlim o'zgarishi, urbanizatsiya, resurslar tanqisligi va mikrobiologik ifloslanish eng katta tahdid sifatida qaralmoqda. Shu sababli, zamonaviy biotexnologik yondashuvlar yordamida xavfsiz, sifatli va uzoq muddat saqlanadigan mahsulotlar ishlab chiqarish oziq-ovqat sanoatining asosiy strategik yo'nalishiga aylanmoqda.

Biotexnologiya — bu biologik tizimlar, hujayralar, mikroorganizmlar yoki ularning komponentlarini ishlab chiqarish, qayta ishlash va mahsulot sifatini oshirish maqsadida qo'llaydigan fan va texnologiyalar majmuasidir. Oziq-ovqat sanoatida biotexnologik yondashuvlar ishlab chiqarish samaradorligini oshiradi, xavfli mikroorganizmlarni bartaraf etadi, foydali mikroflorani saqlaydi hamda mahsulotning oziqlanish qiymatini yaxshilaydi.

Biotexnologiyaning oziq-ovqat xavfsizligidagi asosiy yo'nalishlari hozirgi davrda inson salomatligini himoya qilish, mahsulot sifatini yaxshilash va ishlab chiqarish jarayonini ekologik jihatdan barqaror qilishga qaratilgan. Biotexnologik usullar yordamida oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarishda mikroorganizmlarning foydali xususiyatlaridan samarali foydalanish, patogen mikroblarni bartaraf etish, oziqlanish qiymatini oshirish va saqlanish muddatini uzaytirish mumkin.

Oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashda biotexnologiyaning bir nechta muhim yo'nalishlari mavjud. Birinchi navbatda, fermentatsion texnologiyalar alohida ahamiyatga ega. Ushbu usulda bakteriyalar, xamirturushlar yoki zamburug'lar yordamida oziq-ovqat mahsulotlarining tabiiy ravishda saqlanishi, lazzati va hazm bo'lish darajasi yaxshilanadi. Fermentatsiya jarayoni mahsulot tarkibidagi zararli mikroorganizmlarning o'sishini to'xtatib, foydali mikroflorani shakllantiradi. Shu sababli, fermentatsion texnologiyalar nafaqat oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlaydi, balki inson salomatligi uchun foydali biologik faol moddalarning hosil bo'lishiga ham yordam beradi.

Ikkinchi yo'nalish – probiotik va prebiotik texnologiyalar. Probiotiklar inson ichak mikroflorasini muvozanatda ushlab turadigan, patogen bakteriyalar ta'sirini kamaytiradigan tirik mikroorganizmlardir. Prebiotiklar esa ushbu foydali bakteriyalar o'sishi uchun oziq moddalar vazifasini bajaradi. Probiotik mahsulotlarni iste'mol qilish orqali oziq-ovqatdan kelib chiqadigan infeksiyon xavf kamayadi, immunitet kuchayadi va umumiy fiziologik holat yaxshilanadi.

Uchinchi yo'nalish sifatida biosensor va bioindikator texnologiyalarini keltirish mumkin. Bu texnologiyalar oziq-ovqat mahsulotlarida patogen bakteriyalar, toksinlar yoki kimyoviy ifloslantiruvchi moddalarni aniqlashda ishlatiladi. Biosensorlar biologik komponentlar va fizik detektorlar yordamida ishlaydi hamda mahsulot xavfsizligini real vaqt rejimida baholash imkonini beradi. Ushbu texnologiyalar yordamida mahsulot ishlab chiqarish va saqlash jarayonida gigiyenik nazoratning tezkorligi oshadi.

Shuningdek, genetik modifikatsiyalangan biotexnologiyalar ham oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashda o'z o'rniga ega. Genetik muhandislik orqali o'simlik yoki mikroorganizmlarning genetik tuzilishi o'zgartirilib, ularda zararkunandalarga, kasalliklarga va noqulay iqlim sharoitlariga nisbatan chidamlilik yaratiladi. Bu texnologiya yordamida oziqlanish qiymati yuqori, xavfsiz va uzoq muddat saqlanadigan mahsulotlar olinadi. Shu bilan birga, bunday mahsulotlar ishlab chiqarishda pestitsid va kimyoviy o'g'itlardan kam foydalaniladi, bu esa ekologik xavfsizlikni oshiradi.

Yana bir muhim yo'nalish – biokatalizatorlar va fermentlardan foydalanish. Biokatalizatorlar ishlab chiqarish jarayonida kimyoviy moddalarning o'rnini bosuvchi tabiiy fermentlardir. Ular jarayonni tezlashtiradi, energiya sarfini kamaytiradi va mahsulotni kimyoviy ifloslanishdan himoya qiladi. Shu tarzda ishlab chiqarilgan oziq-ovqat mahsulotlari ekologik toza bo'lib, inson organizmiga zarar yetkazmaydi.

Oxirgi yillarda biokonservantlardan foydalanish ham keng ommalashmoqda. Biokonservantlar — foydali mikroorganizmlar yoki ularning metabolitlari asosida tayyorlangan tabiiy moddalar bo'lib, ular zararli bakteriyalarning o'sishini to'xtatadi. Masalan, nisin, lizozim,

bakteriosinlar kabi biokonservantlar sintetik konservantlarga nisbatan xavfsiz va ekologik jihatdan maqbuldir.

O'zbekiston Respublikasida oziq-ovqat sanoatini modernizatsiya qilish, ekologik toza va xavfsiz mahsulotlar ishlab chiqarish jarayonida biotexnologik yondashuvlar tobora keng qo'llanilmoqda. Mamlakatimizda biotexnologiyaning rivojlanishi qishloq xo'jaligi, oziq-ovqat qayta ishlash, biologik faol qo'shimchalar ishlab chiqarish, fermentatsiya jarayonlarini avtomatlashtirish va chiqindilardan foydali modda olish yo'nalishlarida samarali natijalar bermoqda.

O'zbekiston Fanlar akademiyasi Biotexnologiya instituti, Toshkent kimyo-texnologiya instituti, Qishloq xo'jaligi universiteti va boshqa ilmiy markazlarda olib borilayotgan tadqiqotlar asosida quyidagi yo'nalishlarda amaliy natijalar kuzatilmoqda:

1-jadval.

O'zbekiston sharoitida biotexnologik yondashuvlarning asosiy yo'nalishlari va amaliy qo'llanilishi

№	Biotexnologik yo'nalish	Qo'llanilish sohasi	Amalga oshirilgan ishlanmalar	Kutilayotgan natijalar
1	Fermentatsion texnologiyalar	Sabzavot va sut mahsulotlarini qayta ishlash	Qatiq, kefir, tvorog, sabzavot konservalarini fermentatsiya qilish texnologiyalari ishlab chiqilgan	Mahsulotning tabiiy saqlanishi, mikrobiologik xavfsizlikning oshishi
2	Probiotik texnologiyalar	Sut va ichimlik sanoati	<i>Lactobacillus acidophilus</i> asosidagi bioqatiq va bioichimliklar ishlab chiqarilmoqda	Foydali mikroflora mustahkamlanadi, immunitet oshadi
3	Fermentlardan foydalanish	Non, sharbat, qandolat mahsulotlari ishlab chiqarish	Amilaza, proteaza va pektinaza fermentlari ishlab chiqarish liniyalari joriy etilgan	Ishlab chiqarish samaradorligi oshadi, mahsulot sifati yaxshilanadi
4	Biosensor texnologiyalari	Laboratoriya va nazorat tizimlari	Oziq-ovqatda patogen bakteriyalarni aniqlovchi biosensor prototiplari ishlab chiqilgan	Oziq-ovqat xavfsizligini tezkor aniqlash imkoniyati
5	Chiqindilardan biologik faol modda olish	Qishloq xo'jaligi va sabzavot sanoati	Sabzi, pomidor va meva chiqindilaridan pigmentlar, antioksidantlar va fermentlar olish texnologiyasi ishlab chiqilgan	Resurs tejamkorlik, chiqindisiz ishlab chiqarish tizimi
6	Biokonservantlar ishlab chiqarish	Konserva va go'sht mahsulotlari sanoati	Nisin va lizozim asosidagi tabiiy konservantlar sinovdan o'tkazilmoqda	Kimyoviy qo'shimchalarsiz mahsulot saqlash muddatini uzaytirish
7	Genetik seleksiya va bardoshli navlar	Qishloq xo'jaligi ekinlari	Mahalliy iqlimga mos, kasalliklarga chidamli sabzavot navlari yaratish ustida tadqiqotlar olib borilmoqda	Oziq-ovqat xomashyosining barqarorligi ta'minlanadi

Ushbu jadvaldan ko‘rinib turibdiki, O‘zbekiston sharoitida biotexnologiya nafaqat ilmiy tadqiqot yo‘nalishi, balki amaliy ishlab chiqarishning muhim tarkibiy qismiga aylanmoqda. Ayniqsa, sabzavot va meva chiqindilaridan foydali biologik modda olish, fermentatsion usullarni joriy etish va tabiiy biokonservantlardan foydalanish oziq-ovqat xavfsizligini oshirishda muhim o‘rin tutadi.

Biotexnologik yondashuvlar oziq-ovqat xavfsizligini ta‘minlashda strategik ahamiyatga ega. Ular ishlab chiqarish samaradorligini oshiradi, patogen mikroorganizmlarni kamaytiradi, tabiiy saqlanishni ta‘minlaydi va inson salomatligi uchun xavfsiz mahsulot yaratishga yordam beradi. Fermentatsion, probiotik, biosensor, genetik va biokonservant texnologiyalarni keng joriy etish orqali O‘zbekiston oziq-ovqat sanoati barqaror, resurs tejankor va ekologik toza ishlab chiqarish bosqichiga o‘tadi.

Shu boisdan, kelgusida biotexnologiyani milliy oziq-ovqat xavfsizligi siyosatining ajralmas qismi sifatida rivojlantirish, ilmiy tadqiqotlar va innovatsiyalarni qo‘llab-quvvatlash zarur.

Adabiyotlar

- [1]. O‘z DSt ISO 22000:2019 – “Oziq-ovqat xavfsizligi menejment tizimlari”.
- [2]. FAO & WHO (2023). Food Safety and Biotechnology: Global Overview.
- [3]. Khodjayeva N., et al. (2022). Application of Biotechnological Methods in Food Industry of Central Asia. Tashkent: Innovatsion Texnologiyalar markazi.
- [4]. Jay, J. M. (2020). Modern Food Microbiology. Springer.
- [5]. Prescott, L. M. (2021). Microbiology and Food Biotechnology. McGraw-Hill.
- [6]. O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Biotexnologiya instituti materiallari, 2024.
- [7]. Codex Alimentarius (2022). Principles for Food Hygiene and Safety.

OZIQ-OVQAT SANOATIDA YOG‘-MOY CHIQINDILARINI QAYTA ISHLASHNING EKOLOGIK SAMARADOR YECHIMLARI

M.X. Xamrakulova

*Farg‘ona davlat texnika universiteti,
(Qabul qilindi 29.09.2025 y.)*

Annotatsiya: Maqolada oziq-ovqat sanoatida hosil bo‘ladigan yog‘-moy chiqindilarining turlari, ularning atrof-muhitga ta‘siri hamda qayta ishlash texnologiyalarining ekologik samaradorligi yoritib berilgan. Shuningdek, yog‘-moy chiqindilaridan qayta foydalanish orqali energiya, yem-xashak va ikkilamchi mahsulotlar olish istiqbollari ilmiy asosda ko‘rib chiqiladi.

Kalit so‘zlar: yog‘-moy chiqindilari, qayta ishlash, biodizel, bioxavfsizlik, ekologik samaradorlik, chiqindisiz texnologiya.

Аннотация: В статье рассматриваются виды масложировых отходов, образующихся в пищевой промышленности, их воздействие на окружающую среду и экологическая эффективность технологий переработки. Также на научной основе рассматриваются перспективы получения энергии, кормов и вторичных продуктов за счет повторного использования масложировых отходов.

Ключевые слова: масложировые отходы, переработка, биодизельное топливо, биобезопасность, экологическая эффективность, безотходная технология.

Abstract: The article discusses the types of oil and fat waste generated in the food industry, their impact on the environment, and the environmental efficiency of processing technologies. The prospects for obtaining energy, feed, and secondary products through the reuse of oil and fat waste are also considered on a scientific basis.

Keywords: oil and fat waste, processing, biodiesel, biosafety, environmental efficiency, waste-free technology.

Kirish. Oziq-ovqat sanoatida yogʻ va moylar asosiy oziq-ovqat mahsuloti boʻlish bilan birga, qayta ishlash jarayonida sezilarli miqdorda chiqindilar hosil qiladi. Xususan, paxta chigiti, soya, kungaboqar, zigʻir kabi moyli ekinlardan moy ajratishda presslash va ekstraksiya jarayonlarida koʻp miqdorda shrot, sheluxa, sovunli oqsillar, moyli oqova suvlar va boshqa chiqindilar yuzaga keladi.

Mazkur chiqindilarni toʻgʻridan-toʻgʻri tashlab yuborish atrof-muhitning ifloslanishiga, suv havzalarining sifatini yomonlashishiga hamda bioxilma-xillikka salbiy taʼsir koʻrsatadi. Shu sababli yogʻ-moy chiqindilarini qayta ishlash va ulardan samarali foydalanish ekologik muhofaza va barqaror rivojlanish tamoyillarini taʼminlashda muhim ahamiyatga ega.

Yogʻ-moy chiqindilarining turlari va ularning ekologik muammolari.

Yogʻ-moy sanoatida hosil boʻladigan chiqindilarni quyidagicha guruhlash mumkin:

- Qattiq chiqindilar: shrot, sheluxa, press qoldiqlari, filtratsiya choʻkindilari.
- Suyuq chiqindilar: moyli oqova suvlar, sovunli eritmalar, gidratsiya va rafinatsiya chiqindilari.
- Gazsimon chiqindilar: deodoratsiya jarayonida ajraladigan uchuvchi moddalar.

Bu chiqindilar atrof-muhit uchun xavfli hisoblanadi. Masalan, moyli oqova suvlar biologik oksigen sarfi (BOS) yuqori boʻlib, suv havzalarida kislorod tanqisligiga olib keladi. Sovunli chiqindilar esa tuproq unumdorligini pasaytiradi va suvni qattiqlashtiradi.

Yogʻ-moy chiqindilarini qayta ishlashning zamonaviy texnologiyalari. Oziq-ovqat sanoatida yogʻ va moy mahsulotlarini ishlab chiqarish jarayonida muayyan miqdorda chiqindilar hosil boʻladi. Bu chiqindilar tarkibida organik moddalar, erkin yogʻ kislotalari, fosfolipidlar, sabunli modda qoldiqlari, oqsil aralashmalari va mexanik ifloslanishlar mavjud boʻlib, ularni bevosita tashlab yuborish ekologik muammolarni yuzaga keltiradi. Shu sababli soʻnggi yillarda yogʻ-moy chiqindilarini samarali qayta ishlashga qaratilgan zamonaviy texnologiyalar keng joriy etilmoqda.

1. Fizik-mexanik qayta ishlash usullari. Fizik usullar asosan yogʻ va suv aralashmalarini ajratib olish, qattiq va suyuq fraksiyalarni boʻlishga qaratilgan.

- Filtrlash va markazdan qochirma usuli (sentrofugirovka): Moy qoldiqlaridan qattiq aralashmalar va namlikni ajratishda qoʻllaniladi.
- Ultratovush va membranali texnologiyalar: Yogʻ-suv emulsiyalarini ajratishda yuqori samaradorlikka ega boʻlib, toza fraksiyalarni olish imkonini beradi.
- Qattiq yogʻ chiqindilarini granulatsiya qilish: Ularni energetik briket yoki qoʻshimcha xomashyo sifatida qayta ishlash imkonini yaratadi.

2. Kimyoviy qayta ishlash texnologiyalari. Kimyoviy jarayonlar yogʻ chiqindilaridan qayta foydalanishga yaroqli mahsulotlar olishga qaratilgan.

- Neytrallashtirish (sabunlash): Erkin yogʻ kislotalari ishqoriy eritmalar bilan reaksiyaga kirishib sovun hosil qiladi. Bu jarayon chiqindilardan xoʻjalik sovunlari ishlab chiqarishda qoʻllaniladi.
- Transesterifikatsiya: Moy chiqindilarini metanol yoki etanol yordamida biodizelga aylantirish usuli. Bu texnologiya chiqindilarni muqobil yoqilgʻiga aylantirishda keng tarqalgan.
- Kimyoviy modifikatsiya: Fosfolipid va boshqa qimmatbaho komponentlarni ajratib olish, ularni farmatsevtika va kosmetika sanoatida qoʻllash imkonini beradi.

3. Biotexnologik qayta ishlash usullari. Biotexnologiya sohasidagi yutuqlar yogʻ-moy chiqindilarini ekologik toza usullarda qayta ishlashga yoʻl ochmoqda.

- Fermentativ gidroliz: Maxsus lipaza fermentlari yordamida yogʻ kislotalari va glitserin olinadi.
- Mikroorganizmlardan foydalanish: Yogʻ chiqindilarini mikrobiologik konversiya qilish orqali biogaz, bioplastmassa yoki qimmatbaho lipid moddalar ishlab chiqariladi.
- Bioreaktor texnologiyalari: Chiqindilarni maxsus sharoitlarda mikroorganizmlar yordamida parchalanishi natijasida qayta tiklanuvchi energiya manbalari hosil qilinadi.

Yogʻ-moy chiqindilarini qayta ishlash natijalari

№	Amalga oshirilgan yechimlar	Ekologik samaradorlik (foiz)	Iqtisodiy samaradorlik (yillik)
1	Qovurish yogʻlarini biodizelga aylantirish	Atmosfera ifloslanishi 35% ga kamayadi	Yonilgʻi xarajati 25% ga qisqaradi (≈ 120 mln soʻm)
2	Sovunlash qoldiqlaridan texnik sovun olish	Qattiq chiqindilar hajmi 20% ga kamayadi	Texnik sovun ishlab chiqarishdan 80 mln soʻm daromad
3	Filtrlash choʻkmasidan yem-xashak qoʻshimchasi	Organik chiqindilarning tabiiy parchalanishi tezlashuvi 30%	Chorvachilik ozuqasidan yillik 60 mln soʻm tejash
4	Qadoqlash chiqindilarini qayta ishlash	Poligon chiqindilari hajmi 40% ga kamayadi	Qadoqlash materiallari ishlab chiqarishdan 50 mln soʻm
5	Biogaz ishlab chiqarish texnologiyasi	Issiqxona gazlari chiqishi 28% ga kamayadi	Energiya tejamkorligi hisobiga yillik 150 mln soʻm

Xulosa va takliflar. Oziq-ovqat sanoatida yogʻ-moy chiqindilarini qayta ishlashning ekologik samarador yechimlari sanoat korxonalari uchun muhim ahamiyatga ega boʻlib, ular nafaqat chiqindilarni kamaytiradi, balki ikkilamchi mahsulotlar olish orqali iqtisodiy foyda ham keltiradi.

Yogʻ-moy chiqindilarini toʻgʻri boshqarish natijasida quyidagi ijobiy natijalarga erishish mumkin:

1. **Ekologik samaradorlik** – chiqindilarni kamaytirish, suv va tuproqning ifloslanishini oldini olish.
2. **Energiya samaradorligi** – chiqindilardan biogaz, biodizel kabi qayta tiklanuvchi energiya manbalarini olish.
3. **Iqtisodiy foyda** – qayta ishlangan yogʻ qoldiqlaridan sovun, yem-xashak, texnik moy va boshqa qoʻshimcha mahsulotlar olish.
4. **Innovatsion texnologiyalarni joriy etish** – tejamkor uskunalar va chiqindisiz texnologiyalar asosida ishlab chiqarishni tashkil etish.

Shu bois, yogʻ-moy sanoatida chiqindilarni qayta ishlash jarayonlarini modernizatsiya qilish, ekologik xavfsiz va energiya samarali texnologiyalarni joriy etish zamonaviy ishlab chiqarishning ustuvor yoʻnalishlaridan biri hisoblanadi.

Adabiyotlar

- [1]. Абдурахмонов Х.Х., Ёўлдошев Ж.Т. Озиқ-овқат саноатида чиқиндиларни қайта ишлаш технологиялари. – Тошкент: Fan va texnologiya, 2020. – 256 б.
- [2]. Ким, И.А., Гаврилов, В.П. Технология жиров и жировых продуктов. – Москва: Колос, 2019. – 312 с.
- [3]. Қодиров Ш.Ш., Саидов А.А. Ёғ-мoy саноатида экологик хавфсизлик ва чиқиндиларни утилизация қилиш усуллари // Oʻzbekiston Qishloq xoʻjalik fanlari jurnali. – 2021. – №3. – Б. 45–51.
- [4]. FAO. Food Waste and By-products Utilization in Oil and Fat Industry. – Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2021. – 98 p.
- [5]. Kumar, R., Singh, J., & Verma, A. Sustainable approaches for waste management in edible oil industry // Journal of Cleaner Production. – 2020. – Vol. 265. – P. 121-136.
- [6]. Бобоев С.Б. Ёғ чиқиндиларидан биогаз олиш технологияси // Energetika va ekologiya jurnali. – 2022. – №4. – Б. 33–39.
- [7]. Европейская комиссия. Best Available Techniques (BAT) for the Food, Drink and Milk Industries. – Brussels: EU Publications, 2019. – 214 p.
- [8]. Хамидов У.У., Шарипов М.М. Озиқ-овқат маҳсулотларини қайта ишлашда ресурс тежамкор технологиялар. – Тошкент: Universitet nashriyoti, 2021. – 178 б.

SITRUS MEVALAR PO‘STLOQLARINING KIMYOVIY TARKIBI VA BIOLOGIK FAOLLIKLARI

F.A. Aliyeva

Farg‘ona davlat texnika universiteti,
[email: aliyevafarizaxon@gmail.com](mailto:aliyevafarizaxon@gmail.com)
(Qabul qilindi 29.09.2025 y.)

Annotatsiya: Ushbu maqolada sitrus mevalar po‘stloqlarining kimyoviy tarkibi va biologik faolliklari ilmiy manbalar asosida tahlil qilingan. Tadqiqotlar natijasida po‘stloq tarkibida flavonoidlar, efir moylari, pektinlar, fenolik kislotalar, vitaminlar va minerallarning boy majmuasi mavjudligi aniqlangan. Ushbu komponentlar birgalikda antioksidant, antimikrob, yallig‘lanishga qarshi, antikarsinogen, gipolipidemik va immunostimulyator ta‘sir ko‘rsatadi. Sitrus po‘stloqlarining biologik faol moddalari farmatsevtika, oziq-ovqat va kosmetika sanoatida tabiiy bioaktiv manba sifatida katta ahamiyatga ega. Maqolada ularning ta‘sir mexanizmlari va amaliy qo‘llanish istiqbollari yoritilgan.

Kalit so‘zlar: sitrus mevalar, po‘stloq, flavonoidlar, efir moylari, pektin, antioksidant, biologik faollik, antimikrob, antikarsinogen, yallig‘lanishga qarshi, immunostimulyator.

Kirish. So‘nggi yillarda tabiiy manbalardan olingan biologik faol birikmalarga bo‘lgan qiziqish keskin ortib bormoqda. Shunday manbalardan biri — sitrus (*Citrus spp.*) mevalari hisoblanadi. Ular tarkibidagi vitaminlar, flavonoidlar, efir moylari va pektinlar inson organizmi uchun foydali bo‘lib, turli kasalliklarning oldini olishda muhim rol o‘ynaydi. Sitrus mevalarining po‘stlog‘i (flavedo va albedo qismi) tarkibida yuqori miqdorda biologik faol moddalarning mavjudligi sababli, ularni farmatsevtika, oziq-ovqat, parfumeriya va kosmetika sanoatida ishlatish istiqbollari kengdir. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, sitrus po‘stloqlari antioksidant, antimikrob, yallig‘lanishga qarshi, antikarsinogen, gipolipidemik va immunostimulyator xususiyatlarga ega.

Sitrus po‘stloqlarining kimyoviy tarkibi. Sitrus mevalarining po‘stlog‘i ikkita asosiy qatlamdan iborat: flavedo — tashqi rangli qismi va albedo — ichki oq qismi. Flavedo efir moylari va pigmentlarga boy bo‘lsa, albedo asosan pektinlar, uglevodlar va tolalardan tashkil topgan.

Po‘stloq tarkibidagi asosiy kimyoviy komponentlar quyidagilardir:

- Efir moylari: limonen, linalool, citral, γ -terpinen, β -pinene — ular po‘stloqqa xos hid va antimikrob xususiyat beradi.
- Flavonoidlar: hesperidin, naringin, eriocitrin, diosmin — antioksidant va yallig‘lanishga qarshi ta‘sir ko‘rsatadi.
- Fenolik kislotalar: ferulik, kafeik, p-kumar kislotalari — erkin radikallarni neytrallovchi moddalar.
- Pektinlar: poligalakturon kislotasi hosilalari — ichak faoliyatini yaxshilovchi tabiiy tolalar.
- Vitaminlar: asosan C, E, va B guruhi vitaminlari.
- Minerallar: kaliy, kalsiy, magniy, temir, sink.
- Karotinoidlar: β -karotin, lutein — kuchli antioksidant pigmentlar.

Shunday qilib, sitrus po‘stloqlari tarkibida biologik faol komponentlarning murakkab majmuasi mavjud bo‘lib, ular turli xil fiziologik ta‘sirlarni yuzaga keltiradi.

Sitrus po‘stloqlarining biologik faolliklari quyidagilar hisoblanadi:

- Antioksidant ta‘sir

Po‘stloqdagi flavonoidlar va fenolik birikmalar erkin radikallarni neytrallab, oksidlovchi stressni kamaytiradi. Bu jarayon hujayralarni shikastlanishdan himoya qiladi, qarish jarayonini sekinlashtiradi va yurak-qon tomir kasalliklarining oldini oladi. Shuningdek, C vitamini antioksidant fermentlar — superoksid dismutaza va katalaza faolligini oshiradi.

- Antimikrob va antivirus ta‘sir

Efir moylari (ayniqsa limonen va citral) bakteriya va zamburug‘larning hujayra membranasini buzadi, oqsil va lipidlarni denaturatsiya qiladi. Bu ta‘sir tufayli sitrus po‘stloqlari oziq-ovqat sanoatida tabiiy konservant sifatida ishlatiladi. Tadqiqotlarga ko‘ra, ular *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* kabi mikroorganizmlarga qarshi samarali hisoblanadi.

- Yallig‘lanishga qarshi ta‘sir

Hesperidin va naringin yallig'lanish mediatorlari — prostaglandinlar va sitokinlar (IL-6, TNF- α) ishlab chiqilishini kamaytiradi. Natijada to'qimalardagi shish, og'riq va qizarish pasayadi. Bu xususiyat sitrus ekstraktlarini kosmetik va farmatsevtik preparatlarda qo'llash imkonini beradi.

- Antikarsinogen ta'sir

Limonen va naringenin saraton hujayralarining o'sishini tormozlaydi, apoptoz jarayonini faollashtiradi va DNKni oksidlanishdan himoya qiladi. Hayvonlarda o'tkazilgan tadqiqotlar limonenning jigar va ko'krak bezi saratonini rivojlanishini kamaytirishini ko'rsatgan.

- Gipolipidemik va gipoglikemik ta'sir

Pektin moddasi ichakda xolesterin so'rilishini cheklab, safro kislotalarini bog'lab chiqaradi. Flavonoidlar esa jigar fermentlariga ta'sir qilib, qon lipidlari miqdorini normallashtiradi. Bu jarayon yurak-qon tomir kasalliklarining profilaktikasida muhimdir. Bundan tashqari, sitrus po'stloqlari qand miqdorini pasaytirib, 2-tur diabetda foydali hisoblanadi.

- Antiallergik va immunostimulyator ta'sir

Hesperidin mast hujayralaridan histamin ajralishini kamaytirib, allergik reaksiyalarni susaytiradi. C vitamini esa immun tizim faoliyatini oshirib, organizmni virus va bakteriyalardan himoya qiladi. Shuning uchun sitrus po'stloqlari asosida tayyorlangan ekstraktlar shamollash va allergiyaga qarshi tabiiy vosita sifatida tavsiya etiladi.

Xulosa. Sitrus mevalarining po'stloqlari tarkibida flavonoidlar, efir moylari, pektinlar, vitaminlar va minerallar kabi biologik faol moddalarning boy majmuasi mavjud. Ushbu komponentlar birgalikda antioksidant, antimikrob, yallig'lanishga qarshi, antikarsinogen, gipolipidemik va immunostimulyator ta'sir ko'rsatadi. Po'stloqlarning tabiiy, toksik bo'lmagan xususiyati ularni farmatsevtika, oziq-ovqat va kosmetika sanoatida keng qo'llash imkonini beradi. Ayniqsa, chiqindiga chiqadigan po'stloqlardan biologik faol moddalar ajratib olish atrof-muhitni muhofaza qilish va iqtisodiy samaradorlikni oshirish nuqtayi nazaridan dolzarb hisoblanadi. Kelgusida sitrus po'stloqlaridan olingan flavonoidlar, efir moylari va pektinlarning farmakologik, biokimyoviy va klinik tadqiqotlarini chuqurlashtirish ularning tibbiyot va sanoatda yanada keng qo'llanishini ta'minlaydi.

Adabiyotlar

- [1]. Kaur, C., Kapoor, H. C. (2001). Antioxidants in fruits and vegetables – The millennium's health. International Journal of Food Science & Technology.
- [2]. Li, S., Lo, C. Y., & Ho, C. T. (2006). Citrus flavonoids and their health benefits. Food Science and Human Wellness.
- [3]. Miron, T. et al. (2010). Antimicrobial properties of citrus essential oils. Journal of Applied Microbiology.
- [4]. Ziyatdinova, G. K. (2019). Biologically active substances of citrus peels and their pharmacological potential. Chemistry of Natural Compounds.

NOORGANIK MODDALARNING CHIQINDILARINI QAYTA ISHLASH TEKNOLOGIYALARI

R.T. Mamajonova

*Farg'ona davlat texnika universiteti,
(Qabul qilindi 29.09.2025 y.)*

Annotatsiya. Mazkur maqolada noorganik moddalarning chiqindilari, ularning turlari va sanoatda hosil bo'lish manbalari tahlil qilinadi. Shuningdek, chiqindilarni qayta ishlashning asosiy texnologik yo'nalishlari, ularni utilizatsiya qilish va ikkilamchi xomashyo sifatida qayta foydalanish usullari ko'rib chiqiladi. Qayta ishlash jarayonida ekologik xavfsizlikni ta'minlash, chiqindilarni kamaytirish va resurslardan oqilona foydalanish muammolari yoritilgan.

Kalit so'zlar: noorganik chiqindilar, qayta ishlash, utilizatsiya, regeneratsiya, texnologik jarayon, ekologik xavfsizlik, ikkilamchi xomashyo.

Аннотация. В статье анализируются отходы неорганических веществ, их виды и источники образования в промышленности. Рассмотрены основные технологические направления переработки отходов, методы их утилизации и повторного использования в качестве вторичного сырья. Освещены проблемы обеспечения экологической безопасности в процессе переработки, снижения образования отходов и рационального использования ресурсов.

Ключевые слова: неорганические отходы, переработка, утилизация, регенерация, технологический процесс, экологическая безопасность, вторичное сырье.

Abstract. This article analyzes the waste of inorganic substances, their types and sources of formation in industry. Also, the main technological directions of waste processing, methods of their utilization and reuse as secondary raw materials are considered. The problems of ensuring environmental safety in the recycling process, waste reduction and rational use of resources are highlighted.

Keywords: inorganic waste, recycling, utilization, regeneration, technological process, environmental safety, secondary raw materials.

Kirish. Sanoat ishlab chiqarishining kengayishi bilan bir qatorda chiqindilar hajmi ham ortib bormoqda. Ayniqsa, noorganik moddalarga oid chiqindilar — metallurgiya, kimyo, qurilish, kon va energetika tarmoqlarida ko'p miqdorda hosil bo'ladi. Bu chiqindilar tarkibida ko'plab qimmatli elementlar va kimyoviy birikmalar mavjud bo'lib, ularni yo'qotish iqtisodiy nuqtayi nazardan zararli, ekologik jihatdan esa xavfli hisoblanadi. Shu sababli, noorganik chiqindilarni qayta ishlash, regeneratsiya qilish yoki qayta foydalanish masalasi bugungi kunda muhim ilmiy-amaliy yo'nalishlardan biridir[1].

1-jadval.

Noorganik chiqindilar turlari va ularning asosiy manbalari

№	Chiqindi turi	Asosiy manbalar	Tarkibiy qismlar (asosiy elementlar)	Atrof-muhitga ta'siri
1	Metallurgiya chiqindilari	Po'lat va rangli metall ishlab chiqarish	Fe, Cu, Zn, Pb, Al oksidlari	Suv va tuproqni metall ionlari bilan ifloslantiradi
2	Fosfogips	Fosfor o'g'itlari ishlab chiqarish	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, P_2O_5 , F birikmalari	Tuproqning sho'rlanishi va flor bilan ifloslanishi
3	Kislota-ishqorli chiqindilar	Kimyo va galvanik ishlab chiqarish	H_2SO_4 , NaOH, HCl, KOH	pH muvozanatini buzadi, korroziv xususiyatga ega
4	Silikat chiqindilari	Shisha va sement sanoati	SiO_2 , Al_2O_3 , CaO	Chang chiqindilari, tuproqning zichlashuvi
5	Tuzli chiqindilar	Neft-gaz va oziq-ovqat sanoati	NaCl, KCl, MgCl_2	Suv resurslarini sho'rlantiradi

1. Noorganik chiqindilarning turlari va manbalari.

Noorganik chiqindilar — bu tarkibida uglerod birikmalari deyarli mavjud bo'lmagan, asosan metall, oksid, tuz, kislota, gidroksid va boshqa mineral moddalardan tashkil topgan chiqindilardir. Ularning asosiy manbalari quyidagilardir: Metallurgiya sanoati: domna shlaklari, changlar, rudalar qoldig'i, metall oksidlari; Kimyo sanoati: kislota va ishqorli eritmalar, tuzlar, katalizatorlar chiqindilari; Energetika: kul va shlaklar (yoqilg'i qoldiqlari), qozonli suv tozalash loylari; Qurilish materiallari ishlab chiqarish: sement changlari, gips qoldiqlari, ohak loylari[2];

Kon sanoati: boyitish chiqindilari, rudaning yuvindilari, loylar. Ularning kimyoviy tarkibi va fizik xossalari turlicha bo'lgani uchun, qayta ishlash texnologiyalari ham tarmoqqa mos holda tanlanadi.

2. Noorganik chiqindilarni qayta ishlashning asosiy yo'nalishlari.

Noorganik chiqindilarni qayta ishlash texnologiyalari bir necha yo'nalishda olib boriladi:

2.1. Mexanik qayta ishlash. Bu usulda chiqindilar maydalash, elash, ajratish va tasniflash orqali qayta ishlanadi. Masalan, metallurgiya shlaklari maydalangach, undan metall parchalar ajratilib olinadi, qolgan qismi esa qurilish materiallari ishlab chiqarishda (beton, asfalt) to'ldiruvchi sifatida ishlatiladi[3].

2.2. Kimyoviy qayta ishlash. Noorganik chiqindilarda mavjud foydali komponentlar kimyoviy reaksiya yordamida ajratiladi. Masalan:

- Kislota chiqindilari neytrallash orqali tuzlarga aylantiriladi;

- Ishqorli eritmalar karbonatlash orqali foydali moddalarga konvertatsiya qilinadi;
- Metall oksidlari reduksiya usuli bilan metall holatiga qaytariladi.

2.3.Termik qayta ishlash.Yuqori haroratda chiqindilarni eritish yoki kuydirish orqali ularni inert holatga keltirish yoki foydali fazalarini ajratish amalga oshiriladi. Masalan, flyuglar yordamida shlak eritmasidan metall komponentlar ajratiladi [4].

2-jadval.

Noorganik chiqindilarni qayta ishlash texnologiyalari va ularning samaradorligi

№	Qayta ishlash usuli	Qo'llaniladigan chiqindi turi	Asosiy texnologik bosqichlar	Samaradorlik darajasi (%)	Asosiy mahsulotlar
1	Neytrallash usuli	Kislota va ishqorli chiqindilar	pH tekislash, cho'ktirish, filtrlash	85–90	Tuzlar (Na_2SO_4 , CaCO_3)
2	Termik qayta ishlash	Metallurgiya chiqindilari	Qizdirish, eritish, ajratish	75–85	Metallar, shlak
3	Kimyoviy cho'ktirish	Fosfogips, metall ionlari	Reagent qo'shish, cho'ktirish, suspenziya ajratish	80–95	Kalsiy karbonat, metall gidroksidlari
4	Membranali filtrlash	Tuzli chiqindilar, ion eritmali	Ultrafiltratsiya, nanofiltratsiya, teskari osmos	90–98	Toza suv, tuz eritmali
5	Mexanik ajratish va saralash	Qattiq silikat chiqindilari	Saralash, maydalash, fraksiyalash	70–80	Qurilish materiallari

2.4.Biotexnologik usullar. So'nggi yillarda ayrim noorganik chiqindilar (masalan, rudalar qoldiqlari)ni mikroorganizmlar yordamida bioleaching (biologik eritish) usuli bilan qayta ishlash keng tarqalmoqda. Bu ekologik toza va energiya tejankor texnologiya hisoblanadi.

3.Qayta ishlash texnologiyasida ekologik xavfsizlik.

Noorganik chiqindilar tarkibida ba'zan og'ir metallar (Pb, Cd, Hg), kislotalar yoki toksik tuzlar bo'lishi mumkin. Shu sababli ularni qayta ishlashda: Chang ajralishini kamaytirish uchun suvli yoki yopiq siklli tizimlar qo'llaniladi; Chiqindi suvlar neytrallash, koagulyatsiya yoki membranali filtrlash orqali tozalanadi[5];

Hosil bo'lgan ikkilamchi mahsulotlar ekologik me'yorlarga mos ravishda sertifikatlanadi.Ekologik xavfsizlik nafaqat atrof-muhitni himoya qiladi, balki ishlab chiqarish barqarorligini ta'minlaydi[6].

4.Ikkilamchi xomashyo sifatida foydalanish.

Qayta ishlangan noorganik chiqindilar ko'plab sohalarda ishlatiladi:

Shlak va kul – yo'l qurilishi, beton ishlab chiqarish;

Gips va ohak chiqindilari – qurilish gipsleri, sement qo'shimchalari;

Metall oksidlari – pigmentlar, katalizatorlar tayyorlashda;

Tuzlar – kimyoviy sintezlar, qishloq xo'jaligida o'g'it sifatida.

Bu nafaqat chiqindilarni kamaytiradi, balki iqtisodiy samaradorlikni oshiradi[7].

5. Qayta ishlash texnologiyalarini takomillashtirish yo'nalishlari.

Zamonaviy ilmiy tadqiqotlar quyidagi yo'nalishlarda olib borilmoqda:

Plazmali va lazerli eritish texnologiyalari;

Nanotexnologik usullar bilan komponentlarni selektiv ajratish;

Membrana filtrlash yordamida eritmalarini tozalash;

Raqamli boshqaruv tizimlari orqali chiqindi jarayonlarini avtomatlashtirish.

Bu usullar chiqindilarni qayta ishlash samaradorligini oshirib, energiya va resurs sarfini kamaytiradi[8].

3-jadval.

Noorganik chiqindilarni qayta ishlashning iqtisodiy va ekologik afzalliklari

№	Chiqindi turi	Qayta ishlashdan olinadigan foyda (soʻm/t)	Ekologik foyda (ifloslanish kamayishi, %)	Qayta ishlash mahsuloti
1	Metallurgiya chiqindilari	2 500 000	70–80	Rangli metallar, metall oksidlari
2	Fosfogips	1 200 000	65–75	Qurilish gipsi, sement qoʻshimchasi
3	Kislota chiqindilari	900 000	60–70	Neytral tuzlar, texnik suv
4	Tuzli chiqindilar	600 000	75–85	Texnik tuzlar, qishloq xoʻjaligi oʻgʻitlari
5	Silikat chiqindilari	1 000 000	80–90	Qurilish bloklari, keramika qoʻshimchalari

Xulosa.Noorganik moddalarning chiqindilarini qayta ishlash texnologiyalari sanoatning barqaror rivojlanishi, ekologik muhitni muhofaza qilish va resurslardan oqilona foydalanishning muhim omilidir. Har bir tarmoq oʻziga xos chiqindi turiga ega boʻlganligi sababli, ularni qayta ishlash uchun kompleks yondashuv — mexanik, kimyoviy, termik va biotexnologik usullarni uygʻunlashtirish zarur. Shu bilan birga, chiqindilarni iqtisodiy jihatdan foydali ikkilamchi xomashyo sifatida ishlatish resurs aylanishini taʼminlaydi va yashil iqtisodiyot tamoyillariga mos keladi.

Adabiyotlar

- [1]. Oʻzbekiston Respublikasi “Atrof-muhitni muhofaza qilish toʻgʻrisida”gi Qonuni, 2022-yil.
- [2]. Sultonov A., Rahmonov N. Sanoat chiqindilarini qayta ishlash texnologiyalari. Toshkent: Fan, 2023.
- [3]. Gʻulomov B. Noorganik kimyo va texnologik jarayonlar asoslari. Toshkent: Kimyo, 2021.
- [4]. Ibragimov A. Ekologik xavfsizlik asoslari. Toshkent: Ekosan, 2022.
- [5]. Karimov Z. Sanoat ekologiyasi va chiqindilarni utilitatsiya qilish asoslari. Toshkent: Oliy taʼlim, 2020.
- [6]. Xudoyberdiyev M., Matyoqubov A. Kimyoviy texnologiya va ekologik monitoring. Toshkent: Universitet, 2021.
- [7]. Toʻxtayev R. Atrof-muhitni muhofaza qilish texnologiyalari. Toshkent: Yangi asr avlodi, 2023.
- [8]. Oʻzbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 1-avgustdagi “Yashil iqtisodiyotga oʻtish strategiyasi” toʻgʻrisidagi Farmoni.

УДК 621.315.592.

THE IMPACT OF VR TECHNOLOGIES ON PHYSICS EDUCATION IN A DIGITAL ENVIRONMENT

M.D. Fozilova

Fergana State Technical University,
fozilovamoxichexra@gmail.com, тел: 91 665 52 82
 (Received on September 15 th, 2025.)

Abstract: This study analyzes the impact of virtual reality (VR) technologies on the learning process in physics education. It examines how VR simulations affect students' understanding of topics, development of practical skills, and motivation. The results show that VR technologies are more effective than traditional methods in explaining complex physical phenomena due to their ability to visually represent concepts. The

widespread implementation of VR in education enhances the interactivity of physics teaching and demonstrates its potential for future use in the educational system.

Keywords: Interactivity, VR technologies, traditional lesson, experimental method, analytical method, experimental survey, Chi-square test.

Annotatsiya: Mazkur tadqiqotda fizika ta'limida virtual haqiqat (VR) texnologiyalarining o'quv jarayoniga ta'siri tahlil qilindi. Tadqiqot davomida VR simulyatsiyalarining talabalarning mavzuni tushunishi, amaliy ko'nikmalarni rivojlantirish va motivatsiyani oshirishdagi o'rni aniqlangan. Natijalar, VR texnologiyalarining murakkab fizik hodisalarni ko'rgazmali tushuntirish imkoniyati bilan, an'anaviy usullarga nisbatan samaraliroq ekanligini ko'rsatdi. Ushbu texnologiyalarni o'quv jarayoniga keng joriy etish fizika ta'limining interaktivligini oshirishi va kelajakda ta'limda keng qo'llanilishini ko'rsatmoqda.

Ключевые слова: Интерактивность, VR-технологии, традиционный урок, экспериментальный метод, аналитический метод, экспериментальный опрос, критерий Х-квадрат.

Аннотация: В данном исследовании анализируется влияние технологий виртуальной реальности (VR) на образовательный процесс по физике. Исследование выявило, как VR-симуляции влияют на понимание учебного материала, развитие практических навыков и мотивацию студентов. Результаты показывают, что VR-технологии более эффективны, чем традиционные методы, благодаря возможности наглядно объяснять сложные физические явления. Широкое внедрение VR в образовательный процесс повышает интерактивность преподавания физики и демонстрирует потенциал для их будущего применения в системе образования.

Ключевое слова: Интерактивность, VR-технологии, традиционный урок, экспериментальный метод, аналитический метод, экспериментальный опрос, критерий Х-квадрат.

The modern education system is undergoing a rapid transformation, driven by technological advancements and the increasing integration of digital tools into the learning process. As these changes continue, the traditional methods of teaching are being supplemented and enhanced by more innovative approaches to ensure that education remains effective and engaging in an increasingly digital world. Physics, being a complex and abstract subject, faces particular challenges in this evolving landscape. Unlike many other disciplines, physics combines theoretical principles with real-world application, requiring both mathematical rigor and experimental validation. These dual aspects make physics particularly difficult for students to fully comprehend. The abstract nature of many physical concepts, such as quantum mechanics or electromagnetism, can leave students struggling to visualize and internalize the material.[1] Furthermore, the reliance on problem-solving and scientific reasoning can be intimidating for learners who may not yet have developed the necessary critical thinking and analytical skills. Therefore, it has become increasingly clear that traditional teaching methods alone are no longer sufficient to address the unique challenges that physics presents. To improve student understanding and engagement, it is essential to incorporate modern technologies into the classroom that can offer interactive, hands-on experiences and visualizations to make the subject more accessible, compelling, and impactful.

In today's rapidly evolving education system, the integration of modern technologies into the learning process is becoming increasingly essential alongside traditional methods. While conventional teaching tools such as textbooks, lectures, and laboratory exercises remain fundamental to education, they sometimes fall short when it comes to helping students fully grasp complex and abstract concepts, especially in subjects like physics. Physics often involves abstract theories, intricate mathematical models, and phenomena that are difficult to visualize. Traditional methods alone may not always effectively convey these intricate concepts, leading to a gap in understanding for many students. This is where the integration of cutting-edge technologies, such as Virtual Reality (VR), becomes a game-changer. VR technologies offer immersive learning experiences that allow students to interact with and visualize complex physical phenomena in a dynamic and engaging way. By simulating real-world scenarios, VR enables students to observe and manipulate physical systems in a virtual environment, which deepens their understanding of theoretical concepts. Furthermore, VR provides a hands-on learning experience that bridges the gap between theory and practice, helping students develop not only their conceptual knowledge but also their practical skills. Through this interactive approach, students can gain a more holistic and impactful understanding of physics, making it both more accessible and more engaging.

Virtual Reality (VR) technologies offer the possibility to make the learning process more interactive and visual. Using VR in education provides an opportunity to teach complex physics concepts more effectively. For example, abstract topics like atomic structure, magnetic field effects, or electric currents can be explained using VR simulations, which allows students to experience and interact with the concepts. This, in turn, helps to improve the learning process and reinforce theoretical knowledge.

With 3D visualizations, students can see scientific concepts in action and directly interact with them. This practical approach makes learning more engaging and effective. Furthermore, VR technologies enhance interactivity and collaboration among students. Students not only engage more actively in the lesson but also learn from each other through collaborative activities, strengthening their understanding of the material.

This research focuses on examining the application of VR technologies in teaching physics. 75 students from the Fergana branch of the Tashkent University of Information Technologies participated in the study. Two groups were formed for the research: one group studied using traditional methods, and the other group studied using VR technologies. The primary goal of the study was to analyze how VR technologies impact the learning process and how they can be effectively used.

Experimental and observational methods were used in this research. [2] Tests and surveys were conducted to assess how VR technologies influenced students' engagement, their activity in class, and their learning outcomes. The results demonstrated that using VR technologies led to a significant increase in student engagement and motivation. It also helped students grasp complex physics concepts more quickly and effectively.

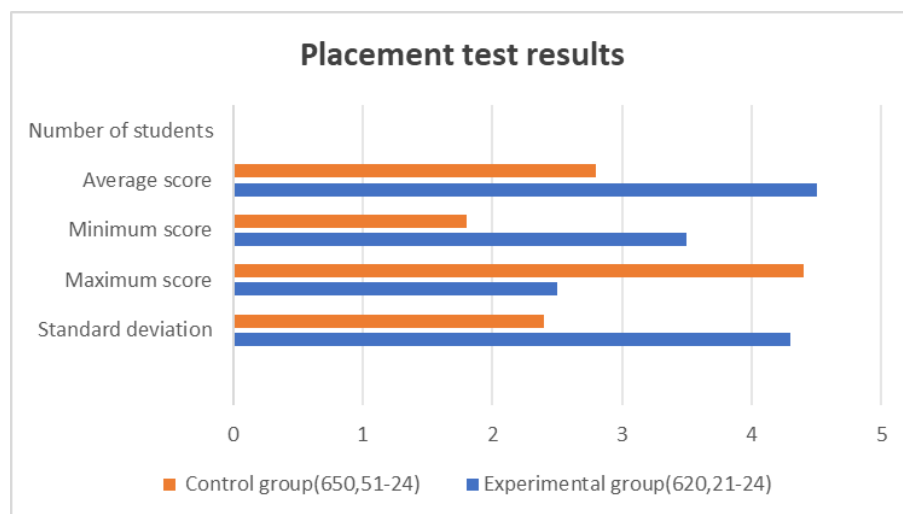
Results and Discussion

The results showed that VR-based lessons were more engaging and effective for students compared to traditional lessons. Students who learned using VR technologies demonstrated a higher level of participation and interest in the learning process. The VR lessons allowed them to visualize and experience complex physical phenomena, which made it easier to understand and retain the material. In comparison, students who attended traditional lessons only received theoretical knowledge without the hands-on experience provided by VR.

Moreover, the academic performance of students in the VR group was significantly higher compared to the traditional group. VR simulations helped students better understand physical phenomena, and this led to an improvement in their overall knowledge acquisition.

However, despite the positive impact of VR on physics education, there are challenges when integrating these technologies into the teaching process. One of the primary obstacles is the lack of technical equipment and poor internet infrastructure, which can hinder the successful use of VR in classrooms. The high cost of VR devices and software, as well as the insufficient training of teachers in using these technologies, also pose barriers to widespread implementation. Moreover, the lack of VR content in Uzbek, tailored specifically for physics, reduces the effectiveness of the technology.

Nevertheless, the inclusion of VR technologies in education holds significant potential to enhance the quality of teaching. To fully integrate VR into the educational system, it is necessary to improve teachers' proficiency in



Statistical results (comparison table of experimental and control groups)

these technologies, update existing software, and develop instructional materials, including VR-based textbooks and guides. In the future, broader use of VR technologies in education, particularly in STEM fields, will open new opportunities to improve educational quality [3]. The interactive and visual nature of VR lessons can significantly boost students' motivation in subjects like physics, providing them with a deeper understanding of the material and engaging them more actively in the learning process.

References

- [1] Polvonov B.Z "Курс физики" Darslik Farg'ona-2022 (514-bet)
- [2] B.Z.Polvonov, N.K. Yuldashev, M.H.Nasirov, F.K. Mirzarakhimova. "Diagnostics of semiconductor materials such as Cadmium chalcogenides by the method of low-temperature polariton luminescence"//Journal of International Scientific Review, Boston, USA 11(53).(2018):24.
- [3] B.Z.Polvonov, M.Kh.Nasirov, O.Z.Polvonov, B.K.Tuychibaev "Osobennosti povisheniya moshnosti fotovoltaicheskikh plenochnix struktur chalkogenidov cadmiya"// Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences 1(11).(2021):1046
- [4] John Bell , Mark Fogler (2021). "Virtual Reality in Education: The Future of Learning."
- [5] Makransky, T. , Petersen, G. (2021). "Virtual Reality Simulation in Science Education: A Meta-Analysis."
- [6] M. Dunleavy, C. Dede, R. Mitchell (2009). "Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learnin

TA'LIM MUASSASALARIDA TA'LIM SIFATINI OSHIRISHDA FOYDALANILADIGAN AN'ANAVIY METODLAR

T.I. Raxmonov

Farg'ona davlat texnika universiteti,
radiofizik2012@mail.ru
[*\(Qabul qilindi 15.09.2025 y.\)*](#)

Ushbu maqolada oliy ta'lim muassasalarida ta'lim sifatini oshirishda qo'llaniladigan an'anaviy metodlar o'rganiladi. An'anaviy metodlar, jumladan ma'ruza, amaliyot, tajriba o'tkazish, mavzuli munozara va o'z-o'zini o'rganish orqali talabalarga nazariy bilimlarni yetkazish va ularni mustahkamlashga qaratilgan. Har bir metod ta'lim jarayonida o'ziga xos o'ringa ega bo'lib, talabalar nazariy va amaliy ko'nikmalarini rivojlantirish uchun xizmat qiladi. Biroq, an'anaviy metodlarning zamonaviy ta'lim jarayonidagi o'rni, ularni innovatsion yondashuvlar bilan uyg'unlashtirish zaruriyatiga alohida e'tibor qaratiladi. Ushbu metodlarning afzalliklari bilan birga ba'zi cheklovlari ham ko'rsatilib, ularni zamonaviy texnologiyalar bilan birlashtirishning talabalarining o'quv jarayoniga faol jalb qilinishiga, ijodiy va analitik fikrlash ko'nikmalarini rivojlantirishga xizmat qilishi ta'kidlanadi.

Kalit so'zlar: *An'anaviy ta'lim metodlari, Ma'ruza metodi, Amaliyot metodi, Tajriba o'tkazish, Mavzuli munozara, O'z-o'zini o'rganish, Ta'lim sifatini oshirish, Ta'limda nazariy va amaliy ko'nikmalar, Innovatsion yondashuvlar*

В данной статье рассматриваются традиционные методы, используемые для повышения качества образования в высших учебных заведениях. Основное внимание уделяется передаче теоретических знаний и их укреплению студентам с помощью традиционных методов, включая лекции, практические занятия, эксперименты, тематические дискуссии и самообучение. Каждый метод имеет свое место в образовательном процессе и служит развитию теоретических и практических навыков учащихся. Однако особое внимание уделяется роли традиционных методов в современном образовательном процессе и необходимости их сочетания с инновационными подходами. Наряду с преимуществами этих методов показаны и некоторые их ограничения, а также подчеркнуто, что сочетание их с современными технологиями служит активному вовлечению студентов в учебный процесс, развитию навыков творческого и аналитического мышления.

Ключевые слова: *Традиционные методы обучения, Лекционный метод, Практический метод, Проведение эксперимента, Тематическая дискуссия, Самообучение,*

Повышение качества образования, Теоретические в обучении и практические навыки, Инновационные подходы

This article examines the traditional methods used to improve the quality of education in higher education institutions. It focuses on imparting theoretical knowledge and strengthening it to students through traditional methods, including lectures, practicals, experiments, thematic discussions and self-study. Each method has its own place in the educational process and serves to develop students' theoretical and practical skills. However, special attention is paid to the role of traditional methods in the modern educational process and the need to combine them with innovative approaches. Along with the advantages of these methods, some of their limitations are also shown, and it is emphasized that combining them with modern technologies serves to actively involve students in the educational process, to develop creative and analytical thinking skills.

Key words: *Traditional educational methods, Lecture method, Practical method, Conducting an experiment, Thematic discussion, Self-study, Improving the quality of education, Theoretical in education and practical skills, Innovative approaches*

Ta'lim muassasalarida ta'lim sifatini oshirishda foydalaniladigan juda ko'p turli metodlar mavjud bo'lib, ular ichida an'anaviy metodlar ham o'ziga hos o'rin tutadi. An'anaviy metodlarga quyida ba'zi metodlarni misol qilib keltirishimiz mumkin:

1. **Ma'ruza metodi:** O'qituvchi ma'lum bir mavzu bo'yicha dars beradi, talabalar esa tinglash va tushunishga e'tibor berishadi. Bu metod bilimlar bazasini kengaytirish va nazariy ko'nikmalarni shakllantirishda muhimdir.
2. **Amaliyot metodi:** Teoriyaga asoslangan holda, talabalar amaliy mashg'ulotlar o'tkazadilar. Bu metod, ko'nikmalarni mustahkamlash va real hayotdagi vaziyatlarga tayyorlashda samarali hisoblanadi.
3. **Tajriba metodi:** Talabalar tajriba o'tkazish orqali nazariy bilimlarini amalda qo'llaydilar. Bu metod ilmiy va texnik bilimlarni chuqurlashtirishga yordam beradi.
4. **Mavzuli munozara:** Talabalar o'rtasida muayyan mavzuda muhokama o'tkazish, fikr almashish va o'zaro bahs qilish orqali tanqidiy fikrlashni rivojlantiradi.
5. **O'z-o'zini o'rganish:** Talabalar mustaqil ravishda o'qish va o'rganish imkoniyatiga ega bo'lishlari uchun darslarda berilgan topshiriqlar va resurslar yordamida o'z bilimlarini rivojlantiradilar. [1-3]

Ta'lim muassasalarida ta'lim sifatini oshirishda foydalaniladigan an'anaviy metodlar ko'p yillik pedagogik tajribaga asoslanib, o'quv jarayonining samaradorligini ta'minlashga xizmat qiladi. Ushbu metodlar ta'lim jarayonini strukturaviy va rejalashtirilgan tarzda olib borishga imkon beradi. Ushbu an'anaviy metodlardan ichi eng ko'p qo'llaniladiganlari quyidagilardir:

Darsni o'tkazish usullari: Ta'lim jarayonida o'qituvchi dars davomida bilimlarni talabalar bilan samarali tarzda uzatish uchun turli metodlardan foydalanadi. Bular orasida ma'ruza, muhokama, qiziqarli savol-javoblar va amaliy mashg'ulotlar mavjud. Ma'ruza metodida o'qituvchi darsning asosiy mazmunini talabalarga taqdim etadi, bu esa nazariy bilimlarni shakllantirishga yordam beradi. Muhokama metodida talabalar o'rtasida fikr almashish orqali bilimlarini yanada chuqurlashtiradilar. [4-5]

Amaliy metodlar: Ta'lim jarayonida amaliyot ham muhim ahamiyatga ega. Talabalar amaliy mashg'ulotlar, laboratoriya ishlari yoki loyiha ishlarida ishtirok etish orqali nazariy bilimlarni amalda qo'llash imkoniyatiga ega bo'ladilar. Masalan, fizikada yoki kimyoda o'quvchilar laboratoriya ishlarini o'tkazib, amaliy tajriba orqali o'z bilimlarini mustahkamlashlari mumkin.

Baholash metodlari: Ta'lim muassasalarida an'anaviy baholash usullari ham muhim ahamiyatga ega. Imtihonlar, testlar, yozma va og'zaki ishlar orqali o'quvchilarning bilim darajasi aniqlanadi. Bu baholash usullari o'quv jarayonidagi o'zgarishlarni va talabalar o'rtasida raqobatni oshirishga yordam beradi. Baholash orqali o'quvchilarning o'zlashtirish darajasi aniqlanadi va zarurat bo'lgan ta'lim jarayonini yaxshilash imkoniyatlari aniqlanadi. An'anaviy metodlar o'qituvchilar va talabalar o'rtasida o'zaro aloqalarni mustahkamlashga yordam beradi. O'qituvchilar o'z bilimlarini talabalarga etkazishda an'anaviy metodlardan foydalanish orqali ularni yanada samarali va qiziqarli tarzda taqdim etadilar. Bu esa talabalar uchun ta'lim jarayonining

ko‘proq qiziqarli va foydali bo‘lishini ta‘minlaydi. Shuningdek, an‘anaviy metodlar o‘quvchilarning ijodiy fikrlash, muammolarni hal qilish va mustaqil o‘rganish ko‘nikmalarini rivojlantirishda ba‘zi cheklolarga ega bo‘lishi mumkin. Shuning uchun zamonaviy ta‘lim jarayonida an‘anaviy metodlarni innovatsion texnologiyalar bilan birlashtirish zarur. Bu, o‘quvchilarning ta‘lim jarayonidagi faoliyatini oshirishga, ularning ijodiy va analitik fikrlash qobiliyatlarini rivojlantirishga yordam beradi.

Umuman olganda, an‘anaviy metodlar ta‘lim sifatini oshirishda muhim rol o‘ynaydi, ammo ularni zamonaviy pedagogik yondashuvlar bilan birlashtirish, o‘quvchilarning ta‘lim jarayonida faol ishtirok etishini ta‘minlash va ularning ko‘nikmalarini yanada kengaytirishga xizmat qiladi. Bu yondashuv ta‘lim tizimining raqobatbardoshligini oshiradi va kelajakda ish beruvchilar uchun zarur bo‘lgan ko‘nikmalarni shakllantirishga yordam beradi.

Ta‘lim muassasalarida ta‘lim sifatini oshirishda an‘anaviy metodlar, masalan, ma‘ruza, amaliyot, tajriba, mavzuli munozara va o‘z-o‘zini o‘rganish kabi yondashuvlar muhim o‘rin tutadi. Ushbu metodlar nazariy bilimlarni shakllantirish, amaliy ko‘nikmalarni rivojlantirish va talabalar orasida tanqidiy fikrlashni kuchaytirishga xizmat qiladi. An‘anaviy metodlar o‘quv jarayonida strukturaviy yondashuvni ta‘minlagani sababli ta‘lim jarayonini boshqarishda samarali vosita hisoblanadi. Shu bilan birga, zamonaviy ta‘lim jarayonida an‘anaviy va innovatsion yondashuvlarni birlashtirish talabalar faoliyatini va ta‘lim samaradorligini oshiradi. Bu yondashuv kelajakda raqobatbardosh mutaxassislarni tayyorlash va mehnat bozoriga moslashuvchan kadrlar yetishtirish uchun keng imkoniyat yaratadi.

Adabiyotlar

- [1]. Neefe, D. O. (2001). Comparing levels of organizational learning maturity of colleges and universities participating in traditional and non-traditional (Academic quality improvement project) accreditation processes.
- [2]. Khatri, B., Chouskey, P., & Singh, M. (2013, April). Comparative analysis study of e-learning and traditional learning in technical institution. In 2013 International Conference on Communication Systems and Network Technologies (pp. 770-773). IEEE.
- [3]. Базилевич, С. В., Брылова, Т. Б., Глухих, В. Р., & Левкин, Г. Г. (2012). Использование инновационных и интерактивных методов обучения при проведении лекционных и семинарских занятий. Наука Красноярья, 4(4), 103.
- [4]. Toshqo'zieva, Z. E., Nurmatova, S. S., & Madaminov, J. Z. (2020). Features of using innovative technologies to improve the quality of education. Theoretical & Applied Science, (5), 213-217.
- [5]. Piirainen, K. A., & Gonzalez, R. A. (2015). Theory of and within foresight—“What does a theory of foresight even mean?”. Technological Forecasting and Social Change, 96, 191-201.

YANGI O‘ZBEKISTON TA’LIM TIZIMI “MAKTAB – OTA-ONA – MAHALLA” TAMOYILINI AMALGA OSHIRISHNING KREATIV XUSUSIYATLARI

I.A. Raximov

Farg‘ona davlat texnika universiteti,
ilkhomzhonor@inbox.ru
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)

Annotatsiya: Maqolada so‘nggi yillarda O‘zbekistonda ta‘lim sohasida yuz berayotgan islohotlar barcha sohalariga jadal kirib borayotganligi yoritib berilgan. Shuningdek, “Yangi O‘zbekiston ta‘lim tizimi Maktab – ota-ona – mahalla” tamoyilini amalga oshirish jarayoni, ta‘lim sifatini oshirish va o‘quvchilarning ijtimoiy hayotga integratsiyasini ta‘minlash maqsadida muhim ahamiyatga ega. Ushbu tamoyil, ta‘lim jarayonida maktab, ota-onalar va mahalla o‘rtasidagi hamkorlikni kuchaytirish orqali o‘quvchilarning shaxsiy va ijtimoiy rivojlanishini qo‘llab-quvvatlaydi.

Kalit so‘zlar: Yangi O‘zbekiston ta‘lim tizimi, Ta‘lim trayektoriyasi, Ijtimoiy mas‘uliyat, Amaliy ko‘nikmalar, Ta‘lim sifatini oshirish, Yosh avlod tarbiyasi, Ijtimoiy birlik, Ota-onalar ishtiroki.

Аннотация: В статье отмечается стремительное проникновение реформ в сфере образования Узбекистана в последние годы во все сферы. Также отмечается, что реализация

принципа «Новой системы образования Узбекистана: школа – родители – микрорайон» имеет большое значение для повышения качества образования и обеспечения интеграции учащихся в общественную жизнь. Этот принцип способствует личностному и социальному развитию учащихся посредством укрепления сотрудничества школы, родителей и микрорайона в образовательном процессе.

Ключевые слова: Новая система образования Узбекистана, Образовательная траектория, Социальная ответственность, Практические навыки, Повышение качества образования, Воспитание подрастающего поколения, Социальное единство, Участие родителей.

Biz bugun globallashgan dunyoda imperiaparastlik, shovinizm kayfiyatlari kuchayib borayotgan, tarixni buzib talqin qilish, mustaqil davlatlarning ichki ishlariga aralashish, millat va milliy manfaatlarini kamsitish kabi tajovvuzlar, g'oyaviy-mafkuraviy tahdidlar kuchayayotgan davrda yashamoqdamiz. Prezidentimiz Sh Mirziyoyev 22-dekabr 2023-yildagi Ma'naviyat va ma'rifat kengashining kengaytirilgan yig'ilishida: "...Biz hozirgi keskin sharoitda g'oyaviy-mafkuraviy sohada raqobatga tayyormizmi? Yosh avlodimiz tarbiyasi murakkab zamon talablariga javob beryaptimi?"-degan savollarni qo'yib, "Agar biz bu yorug' dunyoda "o'zbek", "O'zbekiston" degan nomlar bilan yashab qolishni istaydigan bo'lsak, bu savollarga bugun javob topishimiz va ularni hal etish bo'yicha amaliy harakatlarni bugun boshlashimiz shart. Ertaga kech bo'ladi". "O'zbekistonning har bir farzandi xalqimizning birdamligi, mamlakat yaxlitligi uchun kurashib yashashni o'z hayotining ma'nosi deb bilmog'i kerak! Biz bir bo'lsak-yagona xalqmiz, birlashsak-Vatanmiz!"[1.]. Ana shunday ezgu fazilatlarni shakllantirish ta'lim-tarbiya tizimining samaradorligini, yangi ma'naviy makonni, ma'rifatga asoslangan jamiyatni shakllantirishni taqazo qiladi. "Yangi ma'naviy makon nima? Mening nazarimda, u - biz orzu qilayotgan Yangi O'zbekistonning ma'naviy qiyofasi yaqqol aks etadigan, xalqimiz intilayotgan va el-yurtimiz baxtiyor yashaydigan ma'rifatli jamiyatdir[2.].

Ma'naviy makonda shaxs manaviy kamolotini tarbiyalashda "maktab-ota ona-mahalla" tizimini samarali tashkil etish muhim ahamiyatga ega. Prezidentimiz 2024-yil 5-fevralda ijtimoiy sohalaridagi ustuvor vazifalar yuzasidan videoselektor yig'ilishida ta'lim tizimini yanada takomillashtirish bo'yicha bir qator keng ko'lamli tashabbuslarni o'rta tashladi. "Bu tashabbuslar yo'lga qo'yilsa, maktab ta'limi bo'yicha ota-onada mas'uliyat, o'qituvchida majburiyat, o'quvchida ishonch, ta'lim va tarbiyada sifat, mahallada esa nazorat bo'ladi" -deb ta'lim samaradorligini ta'minlash mexanizmlarini ko'rsatib berdi.

Afsuski, ta'lim tizimida muayan islohotlar o'tkazilayotgan bo'lsada natijalar bugungi zamon talablariga javob bermasligi ko'zga tashlanmoqda. Birgina xalqaro PISA dasturi sinov natijalariga ko'ra-o'zbekistonlik 15 yoshli o'quvchilarning 81 mamlakat o'g'il-qizlari orasida matematik savodxonlikdan 364 ball to'plab 72-o'rinni, tabiiy-ilmiy fanlar va o'qish savodxonligidan 336 ball bilan 80-o'rinni yegalladi. Bu ma'lumotlar ta'lim tizimimiz bo'yicha turli munosabatlarni shakllantirmoqda.

Ma'lumki, tarixiy taraqqiyot bosqichlarida hamma davrlarda ham ilm, bilim, ma'naviy barkamollik tamaddunlar asosi bo'lib kelgan. Sharqning buyuk faylasufi Konfusiy "Bilimsizlik insoniyat uchun eng qorong'u tundur" deb ta'kidlagan edi. Inson kapitalini tashkil etadigan bu parametrlar ta'lim-tarbiya jarayonlariga bog'liqdir. Yusuf Xos Xojibning "Tarbiya-ta'limning asosidir" degan hikmatli fikri naqadar to'g'ri va haqiqat ekanligi bugungi kunimizda yaqqol ko'rinib turibdi. O'tgan asrning boshlarida yurtimizda faoliyat ko'rsatgan jadid-ma'rifatparvar bobolarimiz ham yurtni asriy qoloqlikdan olib chiqib, uni mustaqil, obod mamlakatga aylantirishning dastlabki asosi ta'lim-tarbiya deb ta'kidlagan edi. Abdulla Avloniyning "Tarbiya biz uchun yo hayot-yo mamot, yo najot-yo halokat, yo saodat-yo falokat masalasidir" degan konseptual g'oyasi o'z davrida millat ravnaqi uchun qanchalik muhim bo'lgan bo'lsa, hozir ham shunchalik dolzarb ahamiyatga ega. Yangi O'zbekistonda uchunchi renessans poydevorining yaratilishi aynan zamonaviy ilm-fan asoslarini o'rgangan, kamida ikki-uch tilda mulokat qila oladigan, o'zi tanlagan kasb -hunarni mukammal egallagan, ma'nan yetuk yoshlarimizga bog'liq. Prezidentimiz Sh Mirziyoyev Respublika Ma'naviyat va marifat kengashining 2023-yil 22-dekabr kuni bo'lib o'tgan kengaytirilgan yig'ilishdagi "Ma'naviyat hayotimizda yangi kuch, yangi

harakatga aylanishi kerak” deb nomlangan ma’ruzasida ta’kidlaganidek “Mamlakatimiz o’z taraqqiyotining yangi, yuksak bosqichiga kirayotgan hozirgi paytda bizga jadid bobolarimiz kabi g’arb ilm-fan yutuqlari bilan birga, milliy qadriyatlar ruhida tarbiya topgan yetuk kadrlar suv bilan havodek zarur”. Bu borada mamlakatimizda muayyan islohotlar amalga oshirildi.

Oxirgi yeti yilda maktabgacha ta’limda qamrov 27 foizdan 74 foizga yetdi. Yangi maktablar qurilib, qo’shimcha 700 mingta o’quvchi o’rni yaratildi. Prezident maktablari tashkil etildi, ixtisoslashtirilgan maktablar ko’paydi. Oliy o’quv yurtlari soni 200 tadan oshib, qamrovi 42 foizga yetdi[3.].

Davlatimiz raxbarining Yangi O’zbekiston - maktab ostonasidan boshlanadi, degan fikrida o’ta muxim g’oya mujassam.

O’zbekiston – 2030 strategiyasining Umumiy urta ta’lim tizimini yangi boskichga olib chikish nomli 3-maksadida 700 ga yaqin nomdagi yangi darsliklar, mashk daftarlari pedagoglar uchun metodik kullannmalar va mobil ilovalar, yangi avlod darsliklari asosida planshetlar uchun mingta multiymediya dasturi yaratish, ta’lim tashkilotlariga xar yili 500 nafar til egalari bulgan xorijlik mutaxassisni jalb etish kabi vazifalar belgilalgan. Bu vazifalarning bajarilishida xorij tajribasini o’rganish muhim ahamiyatga ega.

Rivojlangan mamlakatlar Angliya, Finlandiya, Germaniya, Xitoy, Yaponiya, Singapur, Janubiy Koreya kabi mamlakatlarda o’qituvchi qadri va ularni tayyorlash tizimi bo’yicha samarali natijalarga erishmoqda. Bu natijalarning asosiy sababi o’qituvchilik kasbining ulug’lanishidir.

Ko’pchilikka ma’lumki Fransiyada sarmoyadorlar o’z yashash joyi bilan g’ururlanishi uchun o’qituvchilar bilan bir hududda yashashga intiladi. Germaniya va Singapurda o’qituvchilarning maoshlari yuqori mansabdorlarnikidan ham oshiqroq belgilangan. Angliyada biror o’g’il-qiz dunyoqarashiga baho berilsa “bu bola-daho, xuddi o’qituvchidek fikrlaydi deyiladi”. Bizda ham jamiyatimizning o’qituvchi kasbiga bo’lgan munosabatlarini ana shunday qadriyatlar asosida shakllantirilmog’i zamon talabidir. Bu o’qituvchilarga ham katta ma’suliyat yuklaydi va ular zamonaviy professional bilim malakalarga, kompetensiyalarga ega bo’lishi, malakalarini muttasil oshirib borishi, xayot davomida o’rganuvchi bo’lish tamoyili asosida uzliksiz o’z ustida ishlashi talab etiladi. O’qituvchilarni o’quvchilarni ma’lumotlarni yodlashga emas mustaqil tahlil qilishni o’rganishga yo’naltirmoqlari talab etiladi. Oilada eng asosiy masala bolalarni yoshligidanoq mustaqil harakat qilishga, fikrlashga o’rgatish, bu borada ota-onalarning ma’suliyatini kuchaytirish zarur. Oilada bolalar bilan ko’proq muloqot qilish, ularni qiziqtirgan savolloriga e’tiborli bo’lish, xayotda o’zlari o’rnak bo’lishlari lozim. Hadislarda ta’kidlanganidek “bolalar - ota-onalar uchun oynadir”. Jadid bobomiz Abdurauf Fitrat “Najot yuli” asarida ta’kidlaganidek “Bolalar axloki tarbiyani muxitdan ya’ni atrofdan oladilar, boshkacha kilib aytganda, bolalar suvga uxshaydilar, suv idishning shaklini olgandek, bolalar xam muxitning odob-axlokini qabul qiladilar”[4.].

Konstitutsiyamizning 50-moddasiga ko’ra, har kim ta’lim olish huquqiga ega. 77-moddada esa ota-onalar va ularning o’rnini bosuvchi shaxslar o’z farzandlarini voyaga yetguniga qadar boqishi, ularning tarbiyasi, ta’lim olishi, sog’lom, to’laqonli va har tomonlama kamol topishi xususida g’amxo’rlik qilishga majburdirlar, deb belgilangan. “Bola huquqlarining kafolatlari to’g’risida”gi qonunga ko’ra, davlat bolaning bepul majburiy umumiy o’rta ta’lim va o’rta maxsus ta’lim olishini kafolatlaydi. Demak, bolaning bepul ta’lim olishini davlat kafolatlab, ta’minlab bermoqda. Ota-onalar esa bolaning o’z vaqtida ta’lim olishi uchun sharoit yaratib berishi lozim.

Prezidentimiz Sh.Mirziyoyevning 2024 yil 5 fevraldagi videoselektor yig’ilishidagi tashabbuslari asosida ota-onalar va mahalla faollari ishtirokidagi “maktab — ota-ona — mahalla” hamkorligi yangicha ko’rinishda tashkil etildi. Shu maqsadda o’quvchilarning darsda ishtirok etish ko’rsatkichlari haqqoniyligini ta’minlash uchun e.maktab elektron kundalikka o’qituvchilar va sinf rahbarlari tomonidan o’z vaqtida qaydlar kiritib boriladi. Yurtimizdagi maktablar mas’ullari tomonidan o’quvchilarning yashash manzillariga tezkor ravishda “Ogohlantirish xati” yetkazish amaliyoti joriy etilmoqda. Bu orqali darsda ishtirok etmayotgan o’quvchilar oila a’zolarining mas’uliyati va javobgarligini ham oshirish maqsad qilingan.

O’quvchilarni vatanparvarlik ruhida tarbiyalash orqali ularda “huquqbuzarlikka qarshi immunitet” hosil qilish zarurligi ta’kidlandi. Maktablardagi 2 mingta inspektor-psixolog shtati Ichki

ishlar vazirligidan Milliy gvardiya tizimiga o'tkazilishi belgilandi. Darslardagi davomatga, tarbiyasi og'ir o'quvchilarga alohida e'tibor qaratiladi. Ota-onalar va mahalla raislarining bu boradagi mas'uliyati oshiriladi. Maktablardagi inspektor-psixologlar shtati Ichki ishlar vazirligidan Milliy gvardiya tizimiga o'tkazildi. Inspektor-psixologlarning asosiy vazifasi esa o'quvchilarning ta'lim-tarbiyasini tashkil etishda maktab jamoalariga yaqindan ko'maklashish, muntazam dars qoldiruvchi o'quvchilarning ota-onalari bilan ishlashdan iborat. Endilikda maktab direktorlarining ma'naviy-ma'rifiy ishlar, Chaqiriqqa qadar yoshlarni tayyorlash bo'yicha o'rinbosarlari, psixolog va sinf rahbarlarining o'quvchilar ma'naviyatini yuksaltirish va darslardagi ishtiroki, ta'lim-tarbiya ishlarini hamohang tashkil etishga doir mas'uliyati yanada oshiriladi. Yoshlar o'rtasida ommalashgan ijtimoiy tarmoqlar tahlil qilinib, ularning zararli ta'siridan himoyalaniish va ijobiy tomonidan foydalanish choralari ko'riladi. Shuningdek, ota-onalar uchun farzand ta'lim-tarbiyasi bo'yicha xalqchil tilda qo'llanmalar tayyorlanadi. Bu tashabbuslar yo'lga qo'yilsa, maktab ta'limi bo'yicha ota-onada mas'uliyat, o'qituvchida majburiyat, o'quvchida ishonch, ta'lim va tarbiyada sifat, mahallada esa nazorat bo'ladi.

Ta'kidlab o'tish lozimki, amalga oshirilayotgan bu kabi o'zgarishlar, tizim tashkilotlari va mahalla fuqarolar yig'inlari o'rtasida uzviy hamkorlik yo'lga qo'yilishini, ta'lim samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Adabiyotlar

- [1]. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmoni Mahalla va oilani qo'llab-quvvatlash vazirligini faoliyatini tashkil etish to'g'risidagi Qarori 18.02.2020. <http://lex.uz>
- [2]. Mirziyoyev Sh.M. Yangi O'zbekiston strategiyasi –Toshkent: O'zbekiston, 2021.
- [3]. Mirziyoyev Sh.M. Milliy taraqqiyot yo'limizni qat'iyat bilan davom ettirib, yangi bosqichga ko'taramiz–Toshkent: O'zbekiston, 2017. –B. 473
- [4]. Mirziyoyev Sh.M. Milliy tiklanishdan - milliy yuksalish sari 4-jild. –Toshkent: O'zbekiston, 2020.
- [5]. Mirziyoyev Sh.M. Milliy tiklanishdan - milliy yuksalish sari 4-jild. –Toshkent: O'zbekiston.
- [6]. Ijtimoiy-gumanitar atamalar lug'ati / A.A. Eyzenshtadtning umumiy tahriri ostida. M .1999.

**TALABALARNING O'QISHGA QIZIQISHLARINI OSHIRISHDA VATANIMIZ
OLIMLARINING ILM-FANNI RIVOJLANTIRISHGA QO'SHGAN HISSALARINI
TARG'IBOT QILISHNING AHAMIYATINI OSHIRISH**

X.M. Sadullayev

*Farg'ona davlat texnika universiteti,
(Qabul qilindi 15.09.2025 y.)*

Annotatsiya. Maqolada O'zbekiston Respublikasida oliy texnik ta'lim tizimini yanada rivojlantirish, ta'lim jarayonining samaradorligi va sifatini oshirish masalalariga qaratilayotgan e'tibor atroflicha tahlil qilingan. Unda shuningdek, yurtimiz olimlarining ilm-fan sohasidagi yutuqlari, ularning texnika va innovatsiyalar taraqqiyotiga qo'shayotgan hissalarini keng targ'ib etish zarurati yoritilgan. Shu bilan birga, mavjud muammolarni aniqlash, ularni bartaraf etish yo'llarini izlash hamda oliy ta'lim tizimida ilmiy salohiyatni oshirishga qaratilgan taklif va tavsiyalar ilgari surilgan.

Kalit so'zlar: oliy ta'lim muassasalari, ta'lim sifati, buyurtmachi korxonalar, manfaatdorlik, hamkorlik, malaka oshirish kurslari, o'quv rejalari, elektron nazorat, qog'ozbozlik, talabalar bilim darajasi.

Аннотация. В статье освещены вопросы, связанные с повышением качества образования, проблемы пропаганды трудов отечественных учёных на высших технических учреждениях в свете внимания, уделяемое государством к развитию высшего технического образования в нашей стране

Ключевые слова: высшие учебные заведения, качество образования, предприятия-заказчики, заинтересованность, сотрудничество, учебные курсы, учебные планы, электронный контроль, делопроизводство, уровень знаний студентов.

Bugungi kunda ta'lim muassasalarida talabalarning o'qishga, o'rganishga va ilmiy izlanishlarga bo'lgan qiziqishlarini oshirish eng dolzarb vazifalardan biri bo'lib qolmoqda. Shu yo'nalishda mamlakatimizda qator islohotlar, dasturlar va tashabbuslar amalga oshirilmoqda. Biroq shunga qaramay, ilm-fan fidoyilarining — olim va tadqiqotchilarning Vatan ravnaqiga

qo'shayotgan ulkan hissalar, ularning jamiyatdagi obro'-e'tibori talabalarning ulardan ibrat olishiga, ularga o'xshab yuksak cho'qqilarni zabt etishga bo'lgan intilishlarini yetarlicha rag'batlantira olayotgani aytish qiyin.

Oliy ta'lim muassasalarida tahsil olayotgan ko'plab yoshlar afsuski, o'z yo'nalishlari bo'yicha dunyoga tanilgan olimlarning nomlari, asarlari va ilmiy kashfiyotlari bilan yetarlicha tanish emaslar. Muso al-Xorazmiy, Ahmad Farg'oniy, Abu Nasr Forobiy, Abu Rayhon Beruniy, Ibn Sino, Qozizoda Rumiy, Mirzo Ulug'bek, Ali Qushchi kabi buyuk allomalar; Hakim at-Termiziy, Imom al-Buxoriy, Imom at-Termiziy, Imom Moturudiy, Mahmud az-Zamaxshariy, Bahouddin Naqshband singari islom olamining yirik arboblari hamda Yusuf Xos Hojib, Alisher Navoiy, Zahiriddin Muhammad Bobur kabi adabiyot va tafakkur daholarining ilmiy-ma'naviy merosi haqida ma'lumotlar mavjud bo'lsa-da, bugungi kunda faoliyat yuritayotgan zamonaviy olimlarimizning ijodi, hayoti va mehnat faoliyati yetarlicha yoritilmayotgani achinarli holatdir.

Mustaqil O'zbekiston sharoitida Fanlar akademiyasi, ilmiy-tadqiqot institutlari, oliy ta'lim muassasalari hamda ishlab chiqarish korxonalarida fidokorona mehnat qilayotgan olimlarning hayoti, ilmiy izlanishlari va yutuqlarini keng jamoatchilikka yetkazish muhim ahamiyat kasb etadi. Bugungi kunda ular amalga oshirayotgan ilmiy ishlanmalar, yangiliklar va innovatsion g'oyalarni ommaviy axborot vositalari orqali keng targ'ib qilish, yosh avlod ongida ilm-fanga hurmat va qiziqishni shakllantirishning samarali vositasidir. Shu bilan birga, olimlarning ilmiy kashfiyotlari, texnologik yangiliklari va amaliy natijalarini darsliklar, o'quv qo'llanmalari hamda o'quv dasturlariga integratsiya qilish ta'lim sifati va mazmunini boyitishga xizmat qiladi.

Bundan tashqari, ilm-fan sohasi vakillarining jamiyatdagi nufuzini oshirish, ularning mehnatini munosib qadrlash va rag'batlantirishga qaratilgan tizimli yondashuvni shakllantirish zarur. Bu jarayonda davlat siyosati darajasida olimlarning faoliyatini qo'llab-quvvatlash, ularning ijtimoiy maqomini mustahkamlash, moddiy va ma'naviy rag'batlantirish mexanizmlarini takomillashtirish muhim o'rin tutadi. Zero, ilm-fan ahlining jamiyatdagi mavqei qanchalik yuksak bo'lsa, mamlakat taraqqiyoti ham shunchalik barqaror va istiqbolli bo'ladi.

Tarixiy manbalardan ma'lumki, Markaziy Osiyo hududida yuz bergan har ikki Uyg'onish (Renessans) davri ilm-fan, madaniyat va ma'rifat sohaslarining yuksak taraqqiy etishiga zamin yaratgan. IX–XII asrlarda kechgan birinchi Sharq Uyg'onish davrida bu zamin Muso al-Xorazmiy, Ahmad Farg'oniy, Abu Nasr Forobiy, Abu Rayhon Beruniy, Ibn Sino kabi qomusiy allomalarni yetishtirib berdi. Ularning asarlari matematika, astronomiya, kimyo, tibbiyot, falsafa kabi sohalarda butun insoniyat taraqqiyotiga bebaho hissa bo'ldi. Bu davrda ilm-fan davlat va jamiyat hayotining ajralmas qismi sifatida qadrlanib, olimlarga hurmat eng oliy fazilat darajasiga ko'tarilgan edi.

XIV–XVI asrlarga kelib, Amir Temur va Temuriylar sulolasi davrida bu an'ana yanada keng rivoj topdi. Ilmiy faoliyatni qo'llab-quvvatlash, ilm ahli uchun shart-sharoit yaratish davlat siyosatining ustuvor yo'nalishlaridan biriga aylandi. Amir Temurning mashhur "Temur tuzuklari" asarida keltirilgan "Kimning aql shijoatini sinov tarozusida tortib ko'rib, boshqalarnikidan ortiqroq deb bilsam, uni tarbiyamga olib, amirlik darajasiga ko'targanman" degan fikrlar bejiz emas — bu so'zlar o'sha davrda ilm, tafakkur va bilim egalari jamiyatning eng nufuzli qatlamini tashkil etganidan dalolat beradi.

Bugungi kunda ham mamlakatimizda ilm-fanni rivojlantirish, ilmiy salohiyatni oshirish va tadqiqotchilarga munosib e'tibor ko'rsatish yo'lida izchil chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. So'nggi yillarda davlat miqyosida qabul qilinayotgan dasturlar, grant tizimlari, ilmiy loyihalarning moliyaviy qo'llab-quvvatlanishi olimlar mehnatini qadrlashga xizmat qilmoqda. Bu esa, tabiiyki, yaqin kelajakda o'zining ijobiy samarasini ko'rsatadi.

Xalqaro miqyosda ham O'zbekiston ilmiy salohiyatiga nisbatan yuksak e'tiroflar yangramoqda. Jumladan, Nobel mukofoti sovrindori, kimyogar olim Aziz Sanjar o'z chiqishlarida "ilm-fanga yo'naltirilgan e'tibor va sarmoya hech qachon zoye ketmaydi, u albatta natija beradi", deya ta'kidlagan. U, shuningdek, yaqin yillarda O'zbekiston ilm-fan sohasida sezilarli yutuqlarga erishib, dunyo miqyosida o'zining yangi avlod olimlari bilan tanilishini ishonch bilan qayd etgan.

Darhaqiqat, ilm-fan rivojiga e'tibor berilgan jamiyatda tafakkur kuchi, yangilikka intilish va ijodkorlik muhitining mustahkamlanishi muqarrar. O'zbekiston ham ana shu tarixiy an'analarni

zamonaviy sharoitda davom ettirayotgan davlat sifatida yangi “Uchinchi Renessans” poydevorini yaratmoqda.

Kimyo sohasida faoliyat yuritgan akademiklar O.S. Sodiqov, A.G. Maqsumov, N.A. Parpiyev, Z. Salimov kabi yirik olimlar o‘zlarining ilmiy izlanishlari, kashfiyotlari va ustozlik faoliyatlari orqali mustahkam ilmiy maktablar yaratganlar. Ularning ilmiy merosi va pedagogik an‘analari bugungi kunda ham o‘z ahamiyatini yo‘qotmagan bo‘lib, ko‘plab shogirdlari — akademiklar Sh.I. Solixov, S.Y. Yunusov, N.A. Yusufbekov, I. Asqarov va boshqa fidoiy olimlar mamlakatimiz kimyo sanoatining rivojiga beqiyos hissa qo‘shib kelmoqdalar. Ular tomonidan yaratilgan ilmiy ishlanmalar, texnologik yangiliklar va nazariy asoslar nafaqat respublika miqyosida, balki xalqaro ilmiy doiralarda ham e‘tirof etilgan.

Xuddi shuningdek, fizika, matematika, texnika, tibbiyot, energetika, informatika, biologiya va boshqa ko‘plab sohalarda ham o‘z ilmiy maktabini yaratgan, shogirdlar tayyorlagan, xalqaro maydonda mamlakatimiz nufuzini oshirgan olimlar faoliyat yuritib kelmoqdalar. Ularning mehnatini keng jamoatchilikka yetkazish, ilmiy yutuqlarini ommalashtirish va yoshlar ongida ilm ahliga nisbatan hurmat tuyg‘usini shakllantirish bugungi kunning dolzarb vazifalaridan biridir.

Shu maqsadda, ommaviy axborot vositalarida, xususan, televideniye, internet nashrlari va ijtimoiy tarmoqlarda taniqli olimlarning hayoti, faoliyati, erishgan yutuqlari haqida maxsus ko‘rsatuvlar, intervyular, ilmiy-ommabop dasturlar tayyorlash katta tarbiyaviy ahamiyat kasb etadi. Shuningdek, oliy ta‘lim muassasalarida “Ilm portretlari” galereyalarini tashkil etish, ya‘ni har bir yo‘nalish bo‘yicha yetuk olimlarning qisqacha tarjimai holi, ilmiy faoliyati va kashfiyotlari bilan tanishtiruvchi burchaklar yaratish yoshlarning ilm-fanga, o‘z mutaxassisligiga bo‘lgan qiziqishini yanada oshiradi.

Zero, Prezidentimiz Sh.M. Mirziyoyev ta‘kidlaganidek: *“Yoshlar imtihondan o‘tish uchun emas, bilimli mutaxassis bo‘lish uchun o‘qishi kerak.”* Ushbu g‘oya yosh avlodni chin ma’noda ilmga, tadqiqotga, ijodkorlikka yo‘naltirishning bosh mezoni bo‘lib xizmat qiladi. Ilm ahlining hayoti va faoliyatini targ‘ib qilish esa, o‘z navbatida, yoshlar qalbida mehnatsevarlik, izlanuvchanlik va yuksak maqsadlarga intilish tuyg‘ularini mustahkamlaydi.

Ilmga e‘tibor — bu jamiyat taraqqiyotining asosi. Shu bois ilm ahlining mehnatini qadrlash, ularni jamiyatda hurmatga sazovor etish orqali biz orzu qilayotgan uchinchi Renessans davriga mustahkam poydevor yaratamiz.

Xulosa

Yuqorida keltirilgan fikr-mulohazalardan ko‘rinadiki, mamlakatimizda ilm-fan va oliy texnika ta‘limini rivojlantirish, malakali kadrlar tayyorlash hamda ilmiy merosni targ‘ib etish borasida keng ko‘lamli islohotlar amalga oshirilmoqda. Ilmiy maktablar yaratgan atoqli olimlarimizning boy tajribasi, ularning ilmiy izlanishlari va amaliy natijalari bugungi avlod uchun bebaho o‘quv manbai bo‘lib xizmat qilmoqda.

Olimlarimizning yutuqlarini ommalashtirish, ularning hayoti va faoliyati haqida keng jamoatchilikni xabardor etish, shuningdek, oliy ta‘lim muassasalarida “Ilm portretlari” kabi tashabbuslarni yo‘lga qo‘yish yoshlarning ilmga bo‘lgan qiziqishini oshirishda muhim omil sanaladi. Bu esa, o‘z navbatida, ta‘lim sifati va ilmiy salohiyatni yuksaltirishga, jamiyatda ilmiy tafakkur va intellektual madaniyatni shakllantirishga xizmat qiladi.

Prezidentimiz Sh.M. Mirziyoyevning *“Yoshlar imtihondan o‘tish uchun emas, bilimli mutaxassis bo‘lish uchun o‘qishi kerak”* degan g‘oyalari asosida yoshlarni bilimga, izlanishga va yaratuvchanlikka undash, ularni o‘z sohasining yetuk mutaxassisiga aylantirish bugungi kunning ustuvor vazifasidir. Shunday ekan, ilm-fan namoyandalarining tajribasi va muvaffaqiyatlarini keng targ‘ib etish — Vatanimiz kelajagi uchun bilimli, vatanparvar va intellektual yoshlar avlodini shakllantirishning eng muhim yo‘lidir.

Adabiyotlar

- [1]. Sadullaev, X., Tojiyev, R., & Mamarizaev, I. (2021). Experience of training bachelor-specialist mechanics. barqarorlik va yetakchi tadqiqotlar onlayn ilmiy jurnali, 1(5), 116-121.
- [2]. Sadullaev, X., (2005) Talabalarning ta‘lim olishdagi faolliklarini oshirish. Talim sifati muammolari, 1(1), 95-114.

THE ROLE OF TRANSFORMATIONAL APPROACH IN DEVELOPING VISUAL THINKING AND INNOVATIVE DESIGN IN FUTURE PHYSICS TEACHERS

B.S. Ruzimatova

Fergana State Technical University,
(Received on September 15 th, 2025.)

Annotatsiya: Zamonaviy texnologik ta'limda vizual kommunikatsiya va grafik kompetentlikning ahamiyatiga qaratilgan. O'qituvchilarning grafuk kompetentligini oshirishda vizual vositalardan foydalanish, innovatsion yondashuvlarga moslashish va talabalarning muvaffaqiyatini ta'minlash masalalari tahlil qilinadi. Grafik dizayn va vizual kommunikatsiya orqali o'quvchilarni kreativ fikrlashga o'rgatish va ta'lim sifatini oshirish zarurligi ko'rsatiladi.

Kalit so'zlar: Vizual kommunikatsiya, grafik kompetentlik, raqamli savodxonlik, pedagogik metodlar, transformatsion yondashuv

Аннотация: Основное внимание уделяется важности визуальной коммуникации и графической компетентности в современном физическом образовании. Анализируются вопросы использования наглядных пособий, адаптации к инновационным подходам и обеспечения успеха учащихся в повышении графической компетентности преподавателей физики. Посредством графического дизайна и визуальной коммуникации демонстрируется необходимость обучения учащихся творческому мышлению и повышения качества физического образования. В статье подчеркивается важность подготовки будущих учителей физики с использованием современных технологий.

Ключевые слова: визуальная коммуникация, графическая компетентность, цифровая грамотность, педагогические методы, трансформационный подход, физическое образование

Abstract. It focuses on the importance of visual communication and graphic competence in modern physics education. Issues of the use of visual tools, adaptation to innovative approaches and ensuring the success of students are analyzed in increasing physics teachers' graphic competence. Through graphic design and visual communication, it is indicated that it is necessary to educate students in creative thinking and improve the quality of Physics Education. The article highlights the importance of training prospective physics teachers with modern technology.

Keywords: visual communication, graphic competence, digital literacy, pedagogical methods, transformational approach, physics education.

In the modern world, visual communication has become an important communicative tool not only in the fields of art and design, but also in many aspects such as education, business, medicine, and technology. When analyzing new directions in educational policy, special emphasis is placed on visual literacy, graphic thinking, and skills in graphically representing data among the key competencies required in the digital era. This means that the modern physics student and teacher must: be able to understand complex information through graphs, diagrams, and infographics; be able to visually demonstrate relationships between data; be able to combine creative, analytical, and critical thinking through design and expression.

The digital transformation in the Republic of Uzbekistan also encompasses the field of education. The current goals of professional training for future physics teachers in higher educational institutions involve seriously changing the content and structure of graduates' graphic education. These goals are aimed at implementing society's social order and training personnel that meet the demands placed on physics teachers by today's schools. Future physics teachers are required not only to have theoretical knowledge but also practical skills, **digital literacy, and a creative approach**. From this perspective, the **concept of competence** takes center stage. This means the teacher's professional readiness, which includes knowledge, skills, abilities, and attitudes related to digital literacy, skills in using visual information, and effective use of graphic expression on social networks.

For our country's education system – every future physics teacher must themselves possess graphic competence. However, most teachers are limited by traditional approaches. This leads to

insufficient use of the opportunities of visual communication in education. Visual communication is not only a means of conveying information but also a powerful pedagogical instrument for personal development and professional growth.

Through graphic tools – design, infographics, 3D modeling, virtual simulations – students learn to approach real-life problems creatively.

Working on visual projects (e.g., presenting based on infographics)

Expressing one's ideas through graphic tools means creating marketable content. In the modern world, promoting a personal brand, product, or service through graphic design is essential for every specialist. Research shows that developing the graphic competence of future physics teachers based on a transformational approach enables students to achieve success in their projects and create startups.[1]

Transformational education is an approach aimed at achieving deep changes in the student from personal, social, and professional perspectives during the knowledge acquisition process. This theory connects learning with experience, reflection, and social changes. Transformational teaching inspires the student, strengthens self-awareness through modeling complex problems using graphic tools.[2]

Transformational learning is interpreted as a process of rethinking personal experiences and changing them through conceptual charts. This method is very important in deepening graphic competence.[3]

Graphic competence is the ability to express, interpret, and create innovative solutions through visual tools (graphs, diagrams, infographics). This competence consists of several components: It includes the necessary design principles for expressing information in an understandable and aesthetic way[4].

Creating Infographics. Conveying complex statistical or conceptual content visually in a simple and effective way[5].

Design Thinking Method. Stages of developing new solutions through problem identification, prototype creation, and testing[6].

The article analyzed the role of visual communication and graphic competence in modern technological (physics) education. Digital literacy and graphic competence play an important role in modern education because they not only increase the graphic competence of teachers but also help develop students' creative and analytical thinking abilities. Based on a transformational approach, it is possible to update the pedagogical activities of teachers in the educational process and ensure the success of students. The results of the research presented in the article show the importance of modern pedagogical methods and innovative approaches in training teachers. The scientific and practical aspects of teaching students a new paradigm – a visual and interactive learning model – through graphic design and visual communication were highlighted. This process serves to develop students' creative thinking, creative approach, and skills in applying new technologies.

Furthermore, the article presented the approaches and practical tools necessary for developing graphic competence. Creating opportunities for teachers to master and apply modern pedagogical technologies improves the quality of the educational process, increases student interest, and ensures their success.

In conclusion, graphic competence and visual communication serve as an important factor in training future physics teachers in accordance with the modern requirements of technological (physics) education. By implementing transformational approaches in this field, it is possible to increase the methodological competence of teachers and raise the level of student knowledge to an even higher level.

References

- [1]. Chevalier & Buckley //Exploring the Role of Visual Communication in Education// 2022
- [2]. Bass & Avolio //Improving Organizational Effectiveness Through Transformational Leadership//1994
- [3]. Mezirow //Learning as Transformation: Critical Perspectives on a Theory in Progress// 2000
- [4]. Tufte //The Visual Display of Quantitative Information// 2001

- [5]. Smiciklas //The Visual Communication Handbook// 2012
[6]. Rowe //Design Thinking: Understanding the Process//1987

G'ulomov A.U. Yuk avtomobillarida yoqilg'i tejamkorligini oshirish usullari
Гуломов А. У. Методы повышения топливной экономичности грузовых автомобилей
Gulomov A.U. Methods for improving fuel efficiency in freight trucks in urban transport

YUK AVTOMOBILLARIDA YOQILG'I TEJAMKORLIGINI OSHIRISH USULLARI

A.U. G'ulomov

*Farg'ona davlat texnika universiteti,
Wisdomtec12@gmail.com
(Qabul qilindi 29.09.2025 y.)*

Annotatsiya. Ushbu maqolada yuk avtomobillarida yoqilg'i tejamkorligini oshirishning samarali usullari tahlil qilinadi. Dvigatel samaradorligini yaxshilash, aerodinamik qarshilikni kamaytirish, muntazam texnik xizmat ko'rsatish va muqobil yoqilg'ilardan foydalanishning afzalliklari ilmiy asosda ko'rib chiqiladi. Shuningdek, haydovchilik madaniyati va zamonaviy texnologiyalarni qo'llashning transport tizimida yoqilg'i sarfini kamaytirishga ta'siri yoritiladi.

Kalit so'zlar: Yuk avtomobillari, yoqilg'i tejamkorligi, dvigatel samaradorligi, transmissiya, aerodinamika, texnik xizmat, haydovchilik madaniyati, muqobil yoqilg'i, ekologik xavfsizlik, transport tizimi.

Аннотация. В данной статье рассматриваются эффективные методы повышения топливной экономичности грузовых автомобилей. Научно обоснован анализ улучшения эффективности двигателя, снижения аэродинамического сопротивления, регулярного технического обслуживания и применения альтернативных видов топлива. Также освещается влияние культуры вождения и использования современных технологий на снижение расхода топлива в транспортной системе.

Ключевые слова: Грузовые автомобили, топливная экономичность, эффективность двигателя, трансмиссия, аэродинамика, техническое обслуживание, культура вождения, альтернативное топливо, экологическая безопасность, транспортная система.

Abstract. This article analyzes effective methods of improving fuel efficiency in freight trucks. The study examines engine performance enhancement, reduction of aerodynamic drag, regular maintenance, and the advantages of using alternative fuels from a scientific perspective. In addition, the impact of driving culture and the application of modern technologies on reducing fuel consumption within the transport system is highlighted.

Keywords: Freight trucks, fuel efficiency, engine performance, transmission, aerodynamics, maintenance, driving culture, alternative fuel, environmental safety, transport system.

Kirish

Yuk avtomobillari transport tizimining muhim bo'g'ini bo'lib, iqtisodiyotning barcha sohalarida yuk tashishni amalga oshiradi. Shu bilan birga, ularning yoqilg'i sarfi yuqori bo'lib, bu transport xarajatlarining asosiy qismini tashkil etadi. Yoqilg'i narxining o'sishi, ekologik cheklolar va energiya resurslarining chegaralanganligi yoqilg'i tejamkorligini oshirishni dolzarb masalaga aylantirmoqda.

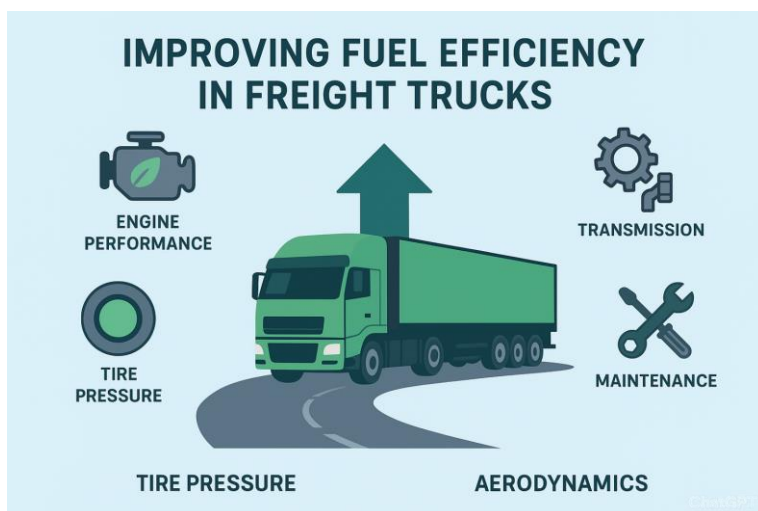
Asosiy qism

1. Dvigatel samaradorligini oshirish

Zamonaviy injektor tizimlari – yoqilg'ining optimal purkalishini ta'minlaydi.

Turbo zaryadlash – dvigatel quvvatini oshirib, yoqilg'i sarfini kamaytiradi.

Elektron boshqaruv tizimlari – yoqilg'i-havo aralashmasini nazorat qilib, energiya yo'qotilishini kamaytiradi.



1-rasm.

2. Transmissiya va g'ildirak tizimi

Avtomatik transmissiyalar – uzatmalarni optimal darajada almashtirib, yoqilg'i sarfini kamaytiradi.

Shinalardagi bosimni nazorat qilish – past bosim yoqilg'i sarfini 5–10% ga oshirishi mumkin.

Past qarshilikka ega shinalar – dvigatel yukini kamaytiradi va samaradorlikni oshiradi.

3. Aerodinamika

Spoilerlar va deflektorlar – havo qarshiligini kamaytirib, yuqori tezlikda yoqilg'i sarfini 10% gacha

qisqartiradi.

Yuqori kabina va kuzov dizayni – transport vositasining havo oqimidagi barqarorligini ta'minlaydi.

4. Texnik xizmat ko'rsatish

Filtrlar va moylash tizimi muntazam tekshirilsa, dvigatel ishi barqaror bo'ladi.

Yoqilg'i tizimining tozaligi yonilg'i sarfini sezilarli darajada kamaytiradi.

Texnik sozlik – noto'g'ri sozlangan dvigatel 10–15% ortiqcha yoqilg'i sarfiga sabab bo'lishi mumkin.

5. Haydovchilik madaniyati

Iqtisodiy haydash uslubi (eco-driving): tezlikni barqaror saqlash, ortiqcha tezlanish va keskin tormozlardan voz kechish.

Optimal marshrut tanlash – tirbandlik va keraksiz bekor turishlarni kamaytiradi.

Avtopilot va monitoring tizimlari – haydovchilarga samarali yo'l tanlash va yoqilg'i sarfini nazorat qilish imkonini beradi.

6. Zamonaviy texnologiyalar

Gibrid tizimlar – elektr energiyasi bilan qo'shimcha harakatlanish imkoniyati.

Gaz va muqobil yoqilg'ilar – CNG, LPG, vodorod asosidagi dvigatellar.

Muhokama

Yoqilg'i tejamkorligini oshirish faqat texnik choralar bilan emas, balki tashkiliy va boshqaruv choralari ham o'z ichiga oladi. Yuk avtomobillarining samaradorligini oshirish orqali:

transport xarajatlarini kamaytirish;

ekologik xavfsizlikni ta'minlash;

avtomobil xizmat muddati va ishonchliligini uzaytirish mumkin.

Xulosa

Yuk avtomobillarida yoqilg'i tejamkorligini oshirish kompleks yondashuvni talab etadi. Dvigatel va transmissiya samaradorligini oshirish, aerodinamik yechimlarni qo'llash, texnik xizmatni muntazam amalga oshirish va haydovchilarning iqtisodiy haydash madaniyatini shakllantirish muhim hisoblanadi. Shuningdek, zamonaviy texnologiyalar – gibrid tizimlar, telemetriya va muqobil yoqilg'ilardan foydalanish istiqboli yuk transporti sohasida katta imkoniyatlar ochadi.

Adabiyotlar

- [1]. O'zbekiston Respublikasi Transport vazirligi. *Avtomobil transportida energiya samaradorligini oshirish dasturi*. – Toshkent: 2022.
- [2]. Karimov, A., Jo'rayev, B. *Avtomobilsozlik va transport tizimi asoslari*. – Toshkent: "Fan va texnologiya", 2021.
- [3]. Хасанов, III. *Yuk avtomobillarida yoqilg'i tejamkorligi masalalari*. – Toshkent: Oliy ta'lim nashriyoti, 2020.
- [4]. International Energy Agency (IEA). *Fuel Economy in Road Freight: Technology and Policy Options*. – Paris: IEA, 2021.
- [5]. World Bank. *Green Freight and Logistics Development*. – Washington, DC: 2020.

[6]. Smith, J., Brown, T. *Fuel Efficiency Technologies for Heavy-Duty Trucks*. – Springer, 2019.

TABIAT BILAN JAMIYAT ORASIDAGI NOMUVOFIQLIKNI VUJUDGA KELISHI SABABLARI VA OQIBATLARI

B.Yu. Ibragimov¹, Sh.Sh. Akramov²

¹Farg'ona davlat texnika universiteti,

²Oziq-ovqat texnologiyasi va muhandislari xalqaro instituti

Anotatsiya. Mazkur matnda insonning biologik va ijtimoiy rivojlanishi, sotsiobiologiya fani, quyosh sikllarining inson salomatligiga ta'siri, tabiat va jamiyat o'rtasidagi nomuvofiqlik, hamda yadro qurollarining ekologik muhitga ta'siri keng yoritilgan. Insoniyatning biosferaga ko'rsatgan salbiy ta'sirlari, ayniqsa sanoat, kimyo, urushlar, yadro qurollari va texnologik taraqqiyot orqali kelib chiqadigan ekologik muammolar asosida tahlil qilinadi. Shuningdek, quyosh faoliyati bilan inson salomatligi o'rtasidagi bog'liqlik ilmiy asosda ko'rsatilgan. Yadro urushlari natijasida yuzaga keladigan "yadro qishi" xavfi, biosferaning butunlay o'zgarishiga olib kelishi mumkinligi ta'kidlanadi.

Kalit so'zlar: sotsiobiologiya, koevolyutsiya, biosfera, quyosh sikllari, yadro urushi, ekologik nomuvofiqlik, nur kasalligi, "yadro qishi", atrof-muhit, inson salomatligi

Аннотация. В данной работе подробно рассматривается развитие человека как биологического и социального существа, становление науки социобиологии, влияние солнечных циклов на здоровье человека, а также экологическое несоответствие между природой и обществом. Особое внимание уделяется негативному воздействию человека на биосферу, в том числе через войны, промышленность и использование ядерного оружия. Рассматривается опасность «ядерной зимы», угрожающей изменением условий жизни на планете. Подчеркивается необходимость рационального отношения к природным ресурсам.

Ключевые слова: социобиология, коэволюция, биосфера, солнечные циклы, ядерная война, экологическое несоответствие, лучевая болезнь, ядерная зима, окружающая среда, здоровье человека

Abstract. This paper discusses the biological and social development of humans, the emergence of sociobiology as a discipline, the impact of solar cycles on human health, and the ecological imbalance between nature and society. It analyzes the negative influence of human activities on the biosphere, particularly through wars, industrialization, nuclear weapons, and rapid technological advancement. The concept of "nuclear winter" is explored as a potential global catastrophe that could drastically alter biospheric conditions. The need for sustainable and responsible use of natural resources is emphasized.

Keywords: sociobiology, coevolution, biosphere, solar cycles, nuclear war, ecological imbalance, radiation sickness, nuclear winter, environment, human health

Kirish. Tabiat va jamiyat – bu ikki bir-biriga bog'liq, ammo o'ziga xos qonuniyatlarga ega bo'lgan murakkab tizimlardir. Ular tarixan bir-birini to'ldirib kelgan: inson jamiyati tabiatdan oziq-ovqat, suv, havoni olib hayot kechirgan; tabiat esa insonning faoliyatidan bevosita yoki bilvosita ta'sirlangan. Ammo texnologik taraqqiyot, aholi sonining tez sur'atlarda o'sishi, sanoatlashtirish, urbanizatsiya va tabiatdan noo'rin foydalanish oqibatida tabiat bilan jamiyat o'rtasida muvozanat buzila boshladi, ya'ni ekologik nomuvofiqlik vujudga keldi. Insonning rivojlanishi biologik jarayondir, ammo uni sotsial muhitdan ajratib bo'lmaydi. Inson tafakkuri va aql zakovatning rivojlanishi bevosita va bilvosita atrof-muhit, sotsial sharoit bilan bog'langandir. Shuning uchun ham sotsial biologiya yo'nalishi vujudga keldi. Bu fanning vujudga kelishi 1975 yili amerikalik entomolog E.O. Uilsonni "Sotsbiologiya yangi sintez" nomli kitobi bilan bog'langandir. E.O. Uilson kontseptsiyasida ahloq, erkinlik, agressiyatajovuz, alturizm, shaxsiyatparastlik va insonning boshqa sifatlarida yangicha qarash bayon qilingan. Bu masalalarda hayvon bilan odam xulqi chegarasida darvinizm, tabiiy tanlash muammolari xaqida fikr yuritiladi. Bu muammolarni yechishda biologiya va molekulyar genetik reduksionizm: antropologiya biologiyaga, biologiya esa

molekulyar genetika keltiriladi. Inson tabiatni bilishda sotsiobiologlar irsiy madaniyat koevolyutsiya nazariyasini kiritish kerak dedi. Irsiyat va madaniyat bir-biri bilan o'zaro bog'langan va insonni ko'pgina qilgan ishlarini sababiyati bo'lib hisoblanadi. E.O.Uilson sotsbiologiyani asosiy vazifasi qilib butun hayvon va insonning sotsial xulqini o'rganishni qo'yadi. Irsiy madaniyat koevolyutsiya tarafdorlari insonning ahloqiy sezgilari biologik kanallar orqali beriladi deb ta'kidlashadi; masalan: yaqin qarindoshlar turmush qurishganda ayrim genetik, morfologik kasalliklarning kelib chiqish. Tajovuzkorlik bobida, millatlar o'rtasidagi urushlar, sotsbiologiyani turlararo kurashini misol qilib ko'rsatish mumkin. Koevolyutsiya bu jamiyatda insonni rivojlanishida biologiyani va sotsial muhitni o'zaro ta'siridir. Inson tabiat va biosfera bilan o'zaro bog'langandir. Ammo tabiatni o'zigina insonni yetuk inson darajasiga ko'tara olmaydi. CHaqaloq bola yetuk inson bo'lishi uchun albatta boshqa insonlar bilan muloqotda bo'lishi kerak.

Muxokama va tahlil. A.A. CHijevskiy 500 yil mobaynida bo'lgan gripp kasalligini epidemiyasini tekshirib, quyosh faolligi bilan taqqoslab, 11,3 yil bilan takrorlanishini aniqlandi. A.A. CHijevskiy Rossiyada 1902-1924 yillarda xolera kasalligi bilan og'riganlar soni bilan quyosh faolligini solishtirib, olingan natijalarga ko'ra, quyosh radiatsiyasi oqimi, magnit maydon kuchlanganligi yuqori bo'lib, yerda har hil kasalliklarni, jumladan xolera kasali epidemiyasini keng tarqalishiga sababchi bo'lishini aniqlaydi. Quyoshda, kosmosda bo'ladigan termoyadro reaksiyalarining faolligi yerdagi magnit maydon kuchlanganligini o'zgartirib, yerdagi bo'ladigan kasalliklar, har xil ofatlar va ekologik o'zgarishlarni keltirib chiqarmoqda, bu esa insonlar kayfiyatiga, ya'ni inson ekologiyasiga salbiy ta'sir etmoqda. Bulardan tashqari XX asrning ilmiy texnikaviy revolyutsiyasi ham tabiatga, atrof-muhitga ham ijobiy, ham salbiy ta'sirini o'tkazadi. Hozirgi zamon tabiatshunosligi, ekologiya va tabiatni muhofaza qilish fanlarining vazifasi nafaqat tabiatdan oqilona foydalanish, uni o'rganish bilan birga, kelajakda kelib chiqadigan salbiy oqibatlarining oldini olishdan iboratdir. Buning uchun har tomonlama biosferada boradigan jarayonlarni o'rganish kerak bo'ladi.

Ma'lumki biosferaning hosil bo'lishida asosan avtotrof o'simliklarning roli kattadir. Xlorofilli o'simliklar quyosh nurini yutib fotosintez jarayonida organik moddalarni hosil qiladi. Fotosintez natijasida o'simliklar har yili yer yuzi bo'yicha 100 mlrd. tonna organik modda hosil qiladi, 200 mlrd. tonna SO_2 ni yutib yuboradi, 145 mlrd. tonna erkin kislorod chiqaradi. O'simliklar barqaror bo'lishini tirik mavjudod, ayniqsa o'simliklar dunyosi tabiat bilan jamiyat orasida nomuvofiqlikni bartaraf qilib turibti. Ammo XX asr davomida va XXI asrning boshlarida fan va texnikaning keskin rivojlanishi va insoniyat o'zining extiyojini qondirish uchun yer osti va yer usti qazilma boyliklaridan oqilona foydalanmasligi oqibatida tabiat bilan jamiyat orasida nomuvofiqlik vujudga kelmoqda. Akademik V.I. Vernadskiy biosfera va inson orasidagi nomuvofiqlikni bartaraf qilish yo'li haqida gapirib, buni "noosfera" hal qiladi deb aytadi. Akademik Yu.A. Kosigin ham tabiat va jamiyat orasidagi nomuvofiqlikni tushuntirib o'tadi. Albatta biz qazilma boyliklardan foydalanish jarayonida mujassamlanganmagan texnologiyani ishlatib, atrof muhitni ifloslantirib boraversak, tabiat bilan jamiyat o'rtasida nomuvofiq vaziyat vujudga kelib, global (katta) ekologik muammolar kelib chiqadi. Tabiat bilan jamiyat orasidagi katta-katta muammolarni ya'ni krizislarni, konfliktlarni, "noosfera" sharoitida urush va tinchlik shartlarini yechib berish, oldini olish maqsadida "tabiatni muhofaza qilishni matematik modellari", "urush va tinchlik" orasida uzoq muddatlarga mo'ljallangan modellastirish ishlari olib borilmoqda.

Natijalar. Hamma omillarni atrof-muhitga ta'sirini eng kuchlisi urushdir, hozirgi zamonni raketa – yadro qurollarining to'planishidir. Bu falokat nafaqat odamlarni, shuning bilan birga biosferani ham katta falokatga olib keladi. Hozirgi paytda barcha qurollarni quvvati 1200 mega tonnaga teng. 1945 yil 6 avgustda Xirosimaga tashlangan bombani quvvati 5 mt. Bo'lib, bu 2-jahon urushida portlagan trinitoulol bombalarni energetik quvvatiga teng edi. Yadro urushi biosferadagi barcha tirik mavjudot uchun falokatdir. CHunki yadro portlashlarda juda ko'p miqdorda azot oksidlari hosil bo'ladi. Bu azot oksidlari atmosferani 22-30 km. balandligidagi ozon qatlami bilan reaksiyaga kirishib, ozonni yemiradi. Natijada quyoshdan, kosmosdan kelayotgan ultrabinafsha nurlarini miqdori yerda oshishi natijasida tirik mavjudot nur kasaliga uchrab qirilib ketishi mumkin, jumladan, odam ham.

Tabiat bilan jamiyat orasidagi nomuvofiqlik: sabablari, oqibatlari va yechimlari

№	Sabab	Tavsif	Oqibat	Yechimlar
1	Resurslardan ortiqcha foydalanish	Neft, gaz, ko'mir, suv, o'rmonlarni haddan ortiq ekspluatatsiya qilish	Resurslar tanqisligi, ekotizim buzilishi	Qayta tiklanuvchi energiya, tejamkor texnologiyalar
2	Sanoat va transport ifloslanishi	CO ₂ , SO ₂ , NO _x va boshqa zararli gazlar chiqarilishi	Atmosfera, suv va tuproqning ifloslanishi	Filtrlash tizimlari, ekologik transport
3	Qishloq xo'jaligidagi kimyoviy moddalar	Pestitsidlar, o'g'itlar, zaharli moddalar qo'llanilishi	Tuproq eroziyasi, suvning zaharlanishi	Ekologik dehqonchilik, organik o'g'itlar
4	Urbanizatsiya	Shaharlarning kengayishi, yashil maydonlarning kamayishi	Hayvonot yashash joylarining yo'qolishi	Yashil zonalarini ko'paytirish, barqaror qurilish
5	Aholi sonining ortishi	Aholi soni tez o'sib borishi, ehtiyojlarning oshishi	Resurs tanqisligi, chiqindilar ko'payishi	Aholini rejalashtirish, resurslardan samarali foydalanish
6	Iqlim o'zgarishi	Global isish, muzliklarning erishi	Dengiz sathining ko'tarilishi, qurg'oqchilik, ofatlar	Issiqxona gazlarini kamaytirish, "yashil" texnologiyalar
7	Biologik xilma-xillikning kamayishi	O'rmon kesish, ov, hayvonlarni ko'chirish	Turlarning yo'qolishi, ekotizim beqarorligi	Qo'riqxona va milliy bog'lar tashkil qilish
8	Radioaktiv va yadro tahdidlar	Yadro sinovlari, AES avariylari (masalan, Chernobil)	Biosferaning zaharlanishi, nur kasalliklari	Xalqaro nazorat, ekologik xavfsizlik texnologiyalari
9	Madaniy va ekologik savodxonlik yetishmasligi	Tabiatga befarqlik, ongli munosabat yetishmasligi	Atrof-muhitga zararli munosabat	Ekologik ta'lim, ijtimoiy kampaniyalar

CHunki, ozon qatlami bizga ultrabinafsha nurini kam miqdorda o'tkazib, yerda biosferani, ekologik tizimni saqlaydi. Bundan tashqari atrof-muhitni ifloslanishida, atmosferada har xil gazlar, og'ir metall ionlar, fenol, uglerodlar, benzol, piren kabi moddalar to'planib atmosferaning pastki qismida "smog" deb ataluvchi bir parda hosil qiladi. Bu hosil bo'lgan qatlam natijasida quyosh nuri xuddi parnikdagi yopilgan plyonka tagida issiqlikni oshishi kabi, yerda ham harorat ko'tarilib "parnikoeffekti" deb ataluvchi falokatga olib keladi. Yerda harorat oshishi natijasida esa, muzliklar erib, suv toshqini falokatlariga olib keladi. Davlatlar o'rtasidagi konfliktlarda yadro qurollari ishlatiladigan bo'lsa, "yadro qishi" deb ataluvchi va biosferani, insonning shart-sharoitini butunlay o'zgartirib yuboradigan muammolardan biri kelib chiqadi. Quvvatli atom va vodorod bombalari portlatilib, urushlar natijasida katta-katta maydonlarga yong'in tushib 100-200 mln. tonna tutun

atrof-muhitga tarqaladi. Bundan tashqari atom va vodorod bombalari osmonga ming-ming tonnalab chang to'zonni 20 km balandlikkacha ko'tarib 29 kun davomida yer sirtini bir marta aylanib, quyosh radiatsiyasini yerga tushadigan intensivligini 10-100 marta pasaytiradi. Natijada harorat 15-20°S pasayib, qishloq xo'jalik ekinlarining yetilishi kechikadi, shimoliy mintaqalarni ko'p qismi muz bilan qoplanib, kish faslidek bo'lib qoladi. Agar 5000 mt bomba ishlatilsa "yadro qishi" 100 kunlar davom etadi. 10000 mt bombalar ishlatilsa 300 kungacha davom etib o'rtacha xarorat 10°S dan 20°S gacha pasayib ketadi. SHuning uchun ham bu falokatni "yadro qishi" deb insoniyat tabiatni ne'matlaridan, manbalaridan, boyliklaridan oqilona foydalanish zarur ekanligi uqtiriladi.

1972 yildagi yong'in Oq dengizdan to Qora dengizgacha bo'lgan masofani egallab 200-400 km enlikda 6000 km ga cho'zilib, 5 km balandlikgacha ko'tarilib, xaroratni va quyosh nurini intensivligi pasaygan. SHu yuqoridagi faktlardan ko'rinib turibdiki, yadro urushlari bo'ladigan yong'inlar natijasida bundan ko'p ofatlarga olib keladi Mabodo yer yuzida global yadro konfliktlari bo'ladigan bo'lsa, "yadro qishi" ofatlaridan tashqari, qattiq yong'in, shamol, xaroratni o'zgarishi natijasida atmosferada, biosferada shart – sharoitlar butunlay o'zgaradi. Atom va yadro qurollarini portlashlaridan, radiativ ifloslanish, aerezollar, atmosferani isishi, yer sirtidan issiqlik nurlanishi, chang vulqonlari portlashlari, kabi muhim jarayonlar vujudga keladiki, bu tirik mavjudotni ayrim turlarini butunlay yo'q bo'lib ketishga olib keladi. Ayniqsa radioaktiv ifloslanish natijasida butunlay tirik mavjudodni "nur kasalligi" bilan qirilib ketish xavfi mavjuddir. CHunki hozirgi paytgacha nur kasalligini effektiv davolanish usullari topilmagan, nur kasalligini davolash effektlari endogen himoya rolini o'ynovchi moddalar bilan 10-15 % dan oshmaydi.

Xulosa. Tabiat bilan jamiyat o'rtasidagi nomuvofiqlik – bu insonning atrof-muhitga bo'lgan haddan ziyod aralashuvi natijasida yuzaga kelgan global muammo bo'lib, u ekologik falokatlariga, iqlim o'zgarishiga, tabiiy resurslarning kamayishiga va inson salomatligiga jiddiy tahdid tug'diradi. Bu nomuvofiqlikni bartaraf etish uchun insoniyat:

- tabiat qonuniyatlariga mos yashashi,
- resurslardan oqilona foydalanishi,
- ekologik bilim va madaniyatni oshirishi,
- barqaror rivojlanish tamoyillariga amal qilishi lozim.

Adabiyotlar

- [1]. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021 yil 26 fevraldagi PQ-5009-sonli "O'zbekiston Respublikasi qishloq xo'jaligini rivojlantirishning 2020-2030 yillarga mo'ljallangan strategiyasida belgilangan vazifalarni 2021 yilda amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi qarori.
- [2]. Емельянов А.М., Лапухин Т.П. Продуктивность овса в зависимости от сочетаний минеральных удобрений в зернопаровом севообороте. Сиб.вестн. с-х. науки. -2013. -№3. -с 27-32.
- [3]. Kurvontoev R. Tuproqlar unumdorligi va tabiiy holatini tiklovchi texnologiyalar ishlab chiqish. Paxtachilik va donchilik rivojlantirish muammolari. Toshkent. 2004 yil. 45-48 betlar.
- [4]. Iminov A.A. Takroriy ekinlar va kuzgi bug'doy. "O'zbekiston Respublikasi q/xda suv va resurs tejovchi agro-texnologiyalar". Toshkent, 2009, 350-352 betlar

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 ФарДТУ веб-сайти <http://www.ferstu.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 ФерГТУ <http://www.ferstu.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 FerSTU website, <http://www.ferstu.uz> (faoliyat→ilmiy faoliyat→ilmiy jurnal).

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.ferstu.uz>
E-mail: jurnalferstu@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: 25.10.2025 й.
Бичими: А4. Гарнитура Times New Roman.
Босма табоғи: 15,25. Адади 10 нусха. Буюртма № 3.
Баҳоси шартнома асосида.
УП «FARDTU ALPHA PRINT» босмахонасида чоп этилди.
Фарғона шаҳар, Фарғона кўчаси 86 -уй.