

ISSN 2181-7200

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ТАЪЛИМ, ФАН
ВА ИННОВАЦИЯЛАР ВАЗИРЛИГИ

ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

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



2024. Том 28. № 5

**НАУЧНО–ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ ФерПИ**

**SCIENTIFIC – TECHNICAL
JOURNAL of FerPI**

ФАРҒОНА – 2024

ФарПИ ИЛМИЙ-ТЕХНИКА ЖУРНАЛИ ТАҲРИРИЯТИ

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

Таҳрир хайъати:

Физика-математика фанлари:

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

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 ПИ
4. Тўхтақўзиёв А., т.ф.д., проф. – Ўз ФА МЭИ
5. Файзиматов Ш.Н., т.ф.д., проф. – Фар ПИ
6. Валиев Г.Н., т.ф.д., проф. – Фар ПИ

Қурилиш:

1. Аббасов Ё.С., т.ф.д. – Фар ПИ
2. Ақромов Х.А., т.ф.д., проф. – Тош АҚИ
3. Одилхажоев А.Э., т.ф.д., проф. – Тош ТИТМИ
4. Раззаков С.Ж., т.ф.д., проф. – НамМҚИ
5. Шинкова Н.Б. т.ф.д.проф. – Москва Арх. Инст., Россия

Энергетика, электротехника, электрон қурилмалар ва ахборот технологиялар

1. Арипов Н.М., т.ф.д., проф. – Тошкент ТИТМИ
2. Хайриддинов Б.Э., т.ф.д., проф. – Қарши ДУ
3. Қасимахунова А.М., т.ф.д., проф. – Фар ПИ
4. Расулов А.М., т.ф.д. – ТАТУ ФФ
5. Эргашев С.Ф., т.ф.д. – Фар ПИ

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 ПИ
4. Омонов Т.С., ф.-м.ф.д., проф. – Альберта Университети, Эдмонтон, Канада.
5. Хамдамова Ш.Ш., т.ф.д. – Фар ПИ
6. Хамроқулов З.А., т.ф.д. – Фар ПИ

Ижтимоий-иқтисодий фанлар

1. Ертаев К.Е., и.ф.д., проф. – Тараз ДУ, Қозоғистон
2. Иқромов М.А., и.ф.д., проф. – Тош ИУ
3. Искандарова Ш.М., фил.ф.д., проф. – Фар ДУ
4. Исманов И.Н., и.ф.д., проф. – Фар ПИ
5. Қудбиев Д., и.ф.д., проф. – Фар ПИ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ФерПИ

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, Ю.Ю. Вайткус, Г.Н. Валиев, К.Е. Ертаев, А.А. Ибрагимов, О.О. Ибрагимов, М.А. Иқромов, Ш.М. Искандарова, И.Н. Исманов, А.М. Қасимахунова, Д. Қудбиев, Р.А. Муминов, И. Нуриддинов, 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 of FerPI

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, Yu.Yu. Vaitkus, G.N. Valiev, K.E. Ertaev, 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.O. Odilxajaeov, 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

Акбаров Д.Е., Қўчқоров М.Х., Собиров А.А., Мадаминов М.М. Эллиптик эгричирикнинг криптографик тадбиқлари масалалари ечимларида Виет теоремасининг қўлланилиши	9
Boltayev Z.I., Hojiyev A.X., Sabirova R.A. Qovushoq-elastik silindrik qobiqda xos to'liqinni tarqalish xususiyatlari	14
Айибжанов М., Туйчибаев Б.К., Юлдашев Н.Х. Вакуумда термик чанглатиб ўтказиш усули билан SnO ₂ шаффоф контактли CdSe пленкаларини олиш технологияси	19

МЕХАНИКА

Тожиев Р.Ж., Ортиқалиев Б.С. Саралаш жараёнларининг элак турларига боғлиқлиги ..	26
Ахтямов А.В., Алиматов Б.А. Чекли элементлар услуги ёрдамида юпка пластинка ҳисоби	30
Ro'zmetov R.I., Tuychiyev T.O., Turdiyev X.E. Quritish agenti sarfini paxta tolasidan namlikni ajralishiga va tozalash samaradorligiga ta'siri	41
Комилов Ш., Жураева Г., Мурадов Р. Аррали жин машинасининг ишчи камерасидаги чигит тароғи бўйича олиб борилган тадқиқотлар таҳлили	46
Bazarov B.I., Ernazarov A.A. Shahar atrofida yo'lovchi tashishni tashkil etish mexanizmlarini optimallashtirish	51
Qosimov K.Z., Mo'yidinov A.Sh., Maxmudov I.R., Obidov O.S. Chizel – kultivator ishchi qismlari materiallarini o'rganish natijalari	57
Tosheva Sh.A., Norqobilova M.B., Mansurova M.A. Neftchilarning himoyalovchi maxsus kiyimini loyihalash masalalari	60
Tilabov B.K., Olimjonov R.Z., Borixonov A.D., Sobirjonov N.Sh., Ergasheva Sh.A. Mashinalarning quyma detallari uchun qattiq qotishmali sirt qoplamasi va ularga keyingi termik ishlov berish	65
Abdurahmonov J.B. Lint tozalash moslamasining to'rtli yuzasini tanlash bo'yicha tadqiqot natijalari	70
Мирзаумидов А.Ш. Шлицали аррали вални статик ҳолада мустаҳкамликка таҳлил этиш	77
Abdullayev A.A. Ikki kamerali saralagichda urug'lik Chigitlarning harakatini o'rganish	82

ҚУРИЛИШ

Раззаков С.Ж., Мартазаев А.Ш. Темир-бетон тўсинларнинг қия кесим бўйича мустаҳкамлигини экспериментал тадқиқ қилиш натижаларининг таҳлили	86
Otaqulov B.A. Tutashish choklari mustahkamligini beton qorishmasining quyugligiga bog'liqligi	92

ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОН ҚУРИЛМАЛАР ВА АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Zaxidov R.A., Saloydinov S.Q. Qayta tiklanuvchi energiya manbalari hisobiga suv ombori yaqinida qurilgan geslarning energiya salohiyatini oshirish	96
Muxamedieva D.T., Raupova M.H., Vasiyeva D.D. Energiya tizimlarida kvant optimallashtirish usullari	105
Safarova L.U. Qoramollar kasalligini aniqlash uchun mutaxasis bilimlar bazasiga asoslanib noravshan algoritmni ishlab chiqish	114
Ibragimov U.X., Qodirov J.R., Abdinazarov S.B. To'siq turbulizatorli quyosh havo kollektorida turbulentlik samarasini sonli tadqiqot qilish	121
Pirmatov N.B., Panoyev A.T. Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning statik va dinamik rejimlarida matematik ifodalarini "Matlab" paketi dasturida modellashtirish	128
Qodirov J.R., Ibragimov U.X. Quyosh quritgichlarining konstruksiyalari tahlili	139

Olimov J.S., Shirinov S.G'. Rotori qisqa tutashtirilgan asinxron motor validagi yuklama o'zgarishi asosida quvvatini avtomatik boshqarish	144
Uzoqov G'.N., Quziyev O.A. Ko'p funksiyali geliotexnik qurilmani inkubatsiya rejimida tadqiq qilish	151
Boynazarov B.B., Uzbekov M.O. Suvning oqim energiyasi asosida ishlovchi gidroturbinali nasos va elektr energiya olish tizimini hisoblash	158
Tovboyev A.N., Tog'ayev I.B. Elektr tarmoqlarida reaktiv quvvat kompensatsiyasi va uning elektr energiyasi sifat ko'rsatkichlariga ta'sirini tizimli tahlil qilish	163
Karimov A.I. Ba'zi iqtisodiy masalalarni yechishda, «Maple-17» dasturining tadbirlari	169
Uskenboev D.E., Mendibaev S.A., Toshmurodov Yo.K. Tekshirish mashinasi asosida teskari konvertorni boshqarish tizimini ishlab chiqish	174
Uzbekov M.O., O'rmonov S.R. Gidroturbina soplosining geometrik shaklini optimallashtirish	181
Muhammedova M.O. Oyoqning boldir tovon bo'g'imidagi patologik o'zgarishlarning morfometrik parametrlar tahlili	189

КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЭКОЛОГИЯ

Хаметов З.М., Хурмаматов А.М., Юсупова Н.К., Алимов Н.П. Нефтьшлямини фракцияларга ажратиш ва тажриба қурилмасининг режим кўрсаткичларини ҳисоблаш	196
Hakimova S.Sh., Mirzayev Sh.M., Qodirov J.R. Qovunlarga dastlabki ishlov berish usullari (sharh)	202
Xusenov A.Sh., Ashurov M.M., Abdullayev O.X., Raxmonberdiev G. Karboksimetilinulin va jelatin asosli kompozitsiyalar olish, fizik-kimyoviy xususiyatlarini o'rganish	208
Dehkanov Z.K., Umarova M.M. Ammoniy sulfat va kaliy xlorid konversiyasiga monoetanolaminning ta'sirini o'rganish	212
Мамаджанова Р.Т., Хамракулов З.А., Дехканов З.К. Суспензиялашган NPK- ўғитларини тозаланган фосфат кислота ва калий нитрат асосида олишнинг хусусиятлари	216
Narzullayeva A.M., Umarov B.N., Voxidov E.A. Ekologik toza plastifikator sintezining istiqbollari va dolzarbligi	223
Orazboyeva A.A., Zokirov B.S., Saparova G.D. Geksametilentetramin, aminoetanol va mis(II) asetat pentagidratining urug' dorilovchi vositalar uchun eritmalar xususiyatlariga ta'sirini o'rganish	228
Тошбоев Х.М., Нуруллаев Ш.П., Ахмедова О.Б., Караев Ш.Т. Этилен мономерини пирогаз таркибидан ажратиш олиш қурилмасини такомиллаштириш	232

ИЖТИМОЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАҢЛАР

Камилов А.А. 1917 йилги икки инқилоб даврида Туркистондаги ижтимоий-сиёсий вазият ..	239
--	-----

ҚИСҚА ХАБАРЛАР

Тожиев Р.Ж., Ортиқалиев Б.С. Қурилиш материаллари саноатида ишлатилган оловга чидамли материаллардан қайта фойдаланиш	243
Salomova M.A. Paxta separatorida sidirgichlar sonining tahlili	246
Inamova M.D. Arra tishining old qirrasini og'ish burchagining jinlash texnologik jarayoniga ta'siri	249
Atambayev D.D. Pishirilgan ip tarkibidagi yakka iplarni uzunlik bo'yicha farqining ip sifatiga ta'siri	253
Obidov J.G'. Pilla qobig'ining perimetri bo'ylab mustahkamligini har tomonlama baholash uchun amplituda modulyatsiyasi skanerlashiga asoslangan sensor tizimini ishlab chiqish va uni metrologik ta'minoti	256
Karimov Sh.T., Yuldasheva Yo.N. Noma'lum koeffitsientli giperbolik tenglamalarning teskari masallarini yechish haqida	259
Ахунбаев А.А., Ғаниева Г.Ш. Барабанли қуритгичда сферик заррачаларни қуриштириш вақтини моделлаштириш	263
Муаллифлар диққатига !	267

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУКИ

Акбаров Д.Е., Кучкоров М.Х., Собиров А.А., Мадаминов М.М. Применение теоремы Вьета при решении задач криптографического применения эллиптической кривой	9
Болтаев З.И., Хожиев А.Х., Сабирова Р.А. Характеристики распространения оборудованной волны в толстой упругой цилиндрической оболочке	14
Айибжанов М., Туйчибаев Б.К., Юлдашев Н.Х. Технология получения пленок CdSe с прозрачными контактами SnO ₂ методом термического испарения в вакууме	19

МЕХАНИКА

Тожиев Р.Ж., Ортикалиев Б.С. Зависимость процессов сортировки от типов сит	26
Ахтямов А.В., Алиматов Б.А. Расчёт тонкой пластины методом конечных элементов ...	30
Розметов Р.И., Туйчиев Т.О., Турдиев Е.П. Влияние расхода сушильного средства на отделение влаги из хлопкового волокна и эффективность очистки	41
Комилов Ш., Жураева Г., Мурадов Р. Анализ исследований, проведенных на семенах в рабочей камере пилящего машины	46
Базаров Б.И., Эрнazarов А.А. Оптимизация механизмов организации пригородных пассажирских перевозок	51
Косимов К.З., Муйдинов А.Ш., Махмудов И.Р., Обидов О.С. Результаты исследования материалов рабочих частей чизел-культиваторов	57
Тошева Ш.А., Норкабилова М.Б., Мансурова М.А. Вопросы проектирования защитной спецодежды для нефтяников	60
Тилабов Б.К., Олимжонов Р.З., Борийхонов А.Д., Собиржонов Н.Ш., Эргашева Ш.А. Наплавочные и твердосплавные покрытия для литых деталей машин и технологии их последующей термической обработки	65
Абдурахмонов Ж.Б. Результаты исследований по выбору сетчатой поверхности ворсоочистительного устройства	70
Мирзаумидов А.Ш. Анализ шлицового пильного вала на прочность в статическом состоянии	77
Абдуллаев А.А. Изучение движения семян в двухкамерном сортировщике	82

СТРОИТЕЛЬСТВО

Раззаков С.Ж., Мартазаев А.Ш. Анализ результатов экспериментальных исследований прочности железобетонных балок по наклонным сечениям	86
Отакулов Б.А. Зависимость прочности швов от толщины бетонной смеси	92

ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Захидов Р.А., Салойдинов С.К. Увеличение энергетического потенциала гидроэлектростанций, построенных вблизи водохранилища, за счет возобновляемых источников энергии	96
Мухамедиева Д.Т., Раупова М.Х., Васиева Д.Д. Квантовые методы оптимизации в энергетических системах	105
Сафарова Л.У. Разработка нечеткого алгоритма для определения заболеваний крупного рогатого скота, основанная на экспертной базе знаний	114
Ибрагимов У.Х., Кодиров Ж.Р., Абдиназаров С.Б. Численное исследование турбулентной эффективности в солнечных воздушных коллекторах с перегородочными турбулизаторами	121
Пирматов Н.Б., Паноев А.Т. Моделирование математических выражений в статическом и динамическом режимах асинхронного двигателя, используемого в кормоизмельчающих устройствах, в пакете программ «Matlab»	128
Кодиров Ж.Р., Ибрагимов У.Х. Обзор конструкции солнечных сушилок	139

Олимов Ж.С., Ширинов С.Г. Автоматическое регулирование мощности по изменению нагрузки на валу асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	144
Узоков Г.Н., Кузиев О.А. Исследование многофункционального гелиотехнического устройства в инкубационном режиме	151
Бойназаров Б.Б., Узбеков М.О. Расчет рабочего гидротурбинного насоса и системы сбора электроэнергии на основе энергии водного потока	158
Товбоев А.Н., Тогаев И.Б. Систематический анализ компенсации реактивной мощности в электрических сетях и ее влияния на показатели качества электроэнергии	163
Каримов А.И. Применение программы «Maple-17» в решении некоторых экономических задач	169
Ускенбаев Д.Е., Мендыбаев С.А., Тошмуродов Ё.К. Разработка системы управления реверсивного преобразователя на базе управляющего автомата	174
Узбеков М.О., Урмонов С.Р. Оптимизация геометрической формы сопла гидротурбины	181
Мухаммедова М.О. Анализ морфометрических параметров патологических изменений голеностопного сустава нижней конечности	189

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Хаметов З.М., Хурмаматов А.М., Юсупова Н.К., Алимов Н.П. Разделение нефтешламов на фракции и расчет режимных показателей экспериментальной установки	196
Хакимова С.Ш., Мирзаев Ш.М., Кодиров Ж.Р. Способы предварительной обработки дыни (обзор)	202
Хусенов А.Ш., Ашуrow М.М., Абдуллаев О.Х., Рахманбердиев Г. Получение композиции на основе карбоксиметилинулин и желатина, исследование их физико-химических свойств	208
Дехканов З.К., Умарова М.М. Исследование влияния моноэтаноламина на конверсию сульфата аммония и хлорида калия	212
Мамаджанова Р.Т., Хамракулов З.А., Дехканов З.К. Получение и свойства суспендированных NPK-удобрений на основе очищенной фосфорной кислоты и нитрата калия	216
Нарзуллаева А.М., Умаров Б.Н., Вохидов Э.А. Перспективы и актуальность синтеза экологически чистого пластификатора	223
Оразбаева А.А., Закиров Б.С., Сапарова Г.Д. Исследование влияния гексаметилентетрамина, аминокэтанола и ацетата меди пентагидрата на свойства растворов для разработки протравителей семян	228
Тошбоев Х.М., Нуруллаев Ш.П., Ахмедова О.Б., Караев Ш.Т. Совершенствование установки разделения мономера этилена из состава пирогаза	232

СОЦИАЛЬНО - ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Камилов А.А. Социально-политическое положение в Туркестане в период двух революций 1917 г.	239
---	-----

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Тожиев Р.Ж., Ортикалиев Б.С. Повторное использование использованных огнеупорных материалов в промышленности строительных материалов	243
Саломова М.А. Анализ количества сепараторов на сепараторе хлопка	246
Инамова М.Д. Влияние угла отклонения передней кромки зуба пилы на технологический процесс дженирование	249
Атамбаев Д.Д. Влияние разницы длины отдельных нитей курченой пряжи на качество пряжи	253
Обидов Ж.Г. Разработка и метрологическое обеспечение сенсорной системы на основе амплитудно-модуляционного сканирования для комплексной оценки прочности оболочки кокона по его периметру	256
Каримов Ш.Т., Юлдашева Ё.Н. О решениях обратных задач гиперболических уравнений с неизвестными коэффициентами	259
Ахунбаев А.А., Ганиева Г.Ш. Моделирование времени сушки сферических частиц в барабанной сушилке	263
К сведению авторов !	268

FUNDAMENTAL SCIENCES

Akbarov D.Y., Kuchkorov M.Kh., Sobirov A.A., Madaminov M.M. Application of Viet's theorem in solving problems of cryptographic applications of the elliptic curve .	9
Boltaev Z.I., Khozhiev A.Kh., Sabirova R.A. Characteristics of propagation of an equiped wave in a thick elastic cylindrical shell	14
Ayibzhanov M., Tuychibaev B.K., Yuldashev N.Kh. Technology for producing CdSe films with transparent SnO ₂ contacts by thermal evaporation in vacuum	19

MECHANICS

Tojiev R.J., Ortikaliev B.S. Dependence of sorting processes on types of sieves	26
Akhtyamov A.V., Alimatov B.A. Calculation of a thin plate by the finite element method	30
Rozmetov R.I., Tuychiyev T.O., Turdiyev H.E. Effect of drying agent consumption on moisture separation from cotton fiber and cleaning efficiency	41
Komilov Sh., Juraeva G., Muradov R. Analysis of research conducted on the seed comb in the working chamber of the sawing machine	46
Bazarov B.I., Ernazarov A.A. Optimization of mechanisms for the organization of suburban passenger transportation	51
Qasimov K.Z., Mo'yidinov A.Sh., Makhmudov I.R., Obidov O.S. Results of research on materials of working parts of chisel-cultivators	57
Tosheva Sh.A., Norqobilova M.B., Mansurova M.A. Issues of designing protective clothing for oil workers	60
Tilabov B.K., Olimjonov R.Z., Boriikhonov A.D., Sobirzhonov N.Sh., Ergasheva Sh.A. Carbide surface coating for cast machine parts and their subsequent heat treatment	65
Abdurahmonov J.B. The results of the research on the selection of the mesh surface of the lint cleaning device	70
Mirzaumidov A.Sh. Analysis of the saw blade shaft for strength in the static state	77
Abdullaev A.A. Studying the movement of seeds in a two-chamber sorter	82

BUILDING

Razzakov S.J., Martazaev A.Sh. Analysis of experimental research results on the strength of reinforced concrete beams along inclined sections	86
Otakulov B.A. Dependence of joint strength on the thickness of the concrete mix	92

ENERGETICS, THE ELECTRICAL ENGINEERING, ELECTRONIC

DEVICES AND INFORMATION TECHNOLOGIES

Zakhidov R.A., Saloydinov S.Q. Increasing the energy potential of hydropower plants built near the reservoir through renewable energy sources	96
Mukhamedieva D.T., Raupova M.H., Vasiyeva D.D. Quantum optimization methods in energy systems	105
Safarova L.U. Development of a fuzzy algorithm for determining cattle diseases based on an expert knowledge base	114
Ibragimov U.X., Qodirov J.R., Abdinazarov S.B. Numerical study of turbulent efficiency in solar air collectors with baffle turbulators	121
Pirmatov N.B., Panoev A.T. Modeling of mathematical expressions in static and dynamic modes of an asynchronous motor used in feed grinding devices, in the Matlab software package	128
Qodirov J.R., Ibragimov U.X. Overview of solar dryer design	139

CONTENTS

Olimov J.S., Shirinov S.G. Automatic control of power based on load changes on the shaft of an asynchronous motor with a short-circuited rotor	144
Uzokov G.N., Kuziev O.A. Investigation of multifunctional heliotechnical device in incubation mode	151
Boynazarov B.B., Uzbekov M.O. Calculation of the working hydroturbine pump and electrical energy acquisition system based on water flow energy	158
Tovboyev A.N., Togaev I.B. Systematic analysis of reactive power compensation in electric networks and its impact on electricity quality indicators	163
Karimov A.I. Applications of the «Maple-17» program in solving some economic problems ..	169
Uskenbaev D.E., Mendybaev S.A., Toshmurodov Yo.K. Development of a control system for a reversing converter based on a control machine	174
Uzbekov M.O., Urmonov S.R. Optimizing the geometric shape of the hydro turbine nozzle	181
Mukhamedova M.O. Analysis of morphometric parameters of pathological changes in the ankle joint of the foot	189

CHEMICAL TECHNOLOGY AND ECOLOGY

Khametov Z.M., Khurmamatov A.M., Yusupova N.K., Alimov N.P. Separation of oil sludge into fractions and calculation of operating parameters of an experimental installation	196
Khakimova S.Sh., Mirzaev Sh.M., Kodirov Zh.R. Coding Methods for pre-treatment of melon (review)	202
Khusenov A.Sh., Ashurov M.M., Abdullayev O.Kh., Rakhmanberdiyev G. Obtaining a composition based on carboxymethylulin and gelatin, study of their physicochemical properties	208
Dekhkanov Z.K., Umarova M.M. The effect of monoethanolamine on the conversion of ammonium sulfate and potassium chloride	212
Mamadzhanova R.T., Khamrakulov Z.A., Dekhkanov Z.K. Characteristics of making suspension NPK fertilizers based on purified phosphate acid and potassium nitrate	216
Narzullaeva A.M., Umarov B.N., Vohidov E.A. Prospects and relevance of the synthesis of environmentally friendly plasticizer	223
Orazbayeva A.A., Zakirov B.S., Saparova G.D. Study of the effect of hexamethylenetetramine, aminoethanol, and copper(II) acetate pentahydrate on the properties of solutions for the development of seed treatments	228
Toshboyev Kh.M., Nurullaev Sh.P., Akhmedova O.B., Karaev Sh.T. Improvement of the installation for separation of ethylene monomer from pyrogas composition	232

SOCIAL AND ECONOMIC SCIENCES

Kamilov A.A. The Socio-Political Situation in Turkestan during the Two Revolutions of 1917	239
--	-----

SHORT MESSAGES

Tojiev R.J., Ortikaliev B.S. Reutilization of used refractory materials in the construction materials industry	243
Salomova M.A. Analysis of the number of scrapers in the cotton separator	246
Inamova M.D. The influence of the angle of deviation of the front edge of the saw tooth on the technological process of grinding	249
Atambaev D.D. The influence of the difference in length of individual yarns in cooked yarn on yarn quality	253
Obidov J. Development and metrological support of a sensor system based on amplitude-modulation scanning for a comprehensive assessment of the strength of the cocoon shell along its perimeter	256
Karimov Sh.T., Yuldasheva Yo.N. On solutions of inverse problems of hyperbolic equations with unknown coefficients	259
Akhunbaev A.A., Ganieva G.Sh. Simulation of drying time of spherical particles in a drum dryer ..	263
Information to the authors !	269

ЭЛЛИПТИК ЭГРИЧИЗИҚНИНГ КРИПТОГРАФИК ТАДБИҚЛАРИ МАСАЛАЛАРИ ЕЧМЛАРИДА ВИЕТ ТЕОРЕМАСИНИНГ ҚЎЛЛАНИЛИШИ

Д. Е. Акбаров, М.Х. Кўчқоров, А.А. Собиров, М.М. Мадаминов

Қўқон давлат педагогика институти
(Қабул қилинди 11.09.2024 й.)

Мақолада эллиптик эгричиқиқнинг криптографик тадбиқларида унинг параметрларини танлаш масалалари ечимларининг етарлилик шартлари таҳлил қилинади. Мақолада таклиф этилган ёндошув амалий тадбиқларда самарали бўлиб, умумий хусусиятга эга.

Таянч сўзлар: Эллиптик эгричиқиқ, криптография, асимметрия, Виет теоремаси, асимметрик алгоритм.

В статье исследуются достаточные условия решения задач выбора параметров эллиптической кривой. Предложенный подход имеет рациональной общей особенности в практических приложениях.

Ключевые слова: эллиптическая кривая, криптография, асимметрия, теорема Вьета, асимметричный алгоритм.

The article examines sufficient conditions for solving problems of choosing the parameters of an elliptic curve. The proposed approach has rational general features in practical applications.

Key words: Elliptic curve, cryptographic, asymmetric, Viet theorem, asymmetric algorithm.

Кириш. Эллиптик эгричиқиқда амаллар бажариш мураккабликларига боғлиқ бўлган асимметрик криптоалгоритм асосларида ушбу кўринишдаги $y^2 = x^3 + px + q$, характеристикаси $m > 3$ чекли сондан иборат бўлган майдонда аниқланган, яъни

$$y^2 = x^3 + px + q \pmod{m}, \quad m > 3, \quad (1)$$

бу ерда $x^3 + px + q = 0$ тенглама учта ҳар хил ҳақиқий ечимларга эга бўлишини талаб этилади x_1, x_2, x_3 .

является эффективным в приложении [1-11].

Масаланинг қўйилиши. Виет теоремасининг тадбиқи бўйича ёндошув. Криптографик алгоритмларга тадбиқларида ЭЭЧднинг ушбу $y^2 = x^3 + px + q$ характеристикаси чекли бўлган майдондаги, масалан m , ифодасидан фойдаланилади

$$y^2 = x^3 + px + q \pmod{m}, \quad m > 3, \quad (3)$$

бу ерда $x^3 + px + q = 0$ тенглама учта ҳар–хил ҳақиқий ечимларга эга x_1, x_2, x_3 .

Агар тенгламанинг кэффицентлари куйидаги тенгсизликни қаноатлантирса

$$\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27} = \frac{4p^3 + 27q^2}{108} < 0, \text{ у ҳолда тенглама}$$

$$x^3 + px + q = 0 \quad (4)$$

учта ҳақиқий ҳар–хил илдизларга x_1, x_2, x_3 –илдизларга эга бўлади, натижада, ЭЭЧ ОХ–координата ўқини $(x_1, 0), (x_2, 0), (x_3, 0)$ – нукталарда кесиб ўтади. Мана шундай ҳолат криптографик тадбиқларда самарали бўлади. [2–6, 9].

Масаланинг ечилиши. Қуйида, амалий тадбиқларда қулай бўлган, Виет теоремасидан фойдаланиш ёндошуви баён этилади. Бунинг учун, рационал координатали: $(x_1; 0), (x_2; 0), (x_3; 0)$ – нукталар $x_1 + x_2 + x_3 = 0, \quad x_1 \cdot x_2 + x_1 \cdot x_3 + x_2 \cdot x_3 = p, \quad x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 = -q$ –шартларини қаноатлатирадиган қилиб олинади. Сўнгра, x_1 ва x_2 фиксирланади, ҳамда

$x_3 = -(x_1 + x_2)$, деб олинб, $p = x_1 \cdot x_2 + x_1 \cdot x_3 + x_2 \cdot x_3$, $q = -(x_1 \cdot x_2 \cdot x_3)$ – коэффициентлар ҳисобланади.

ЭЭЧда базавий рационал координатали $P(x_0, y_0)$ – нуктани топиш қуйидагича амалга оширилади. Аниклик учун, x_1, x_2, x_3 – нукталарни қийматларини ўсиш тартибида: если $x_1 < x_2 < x_3$, тартиблаб олинад. ЭЭЧ аниқланиш соҳасидан $x = x_0$ – нукта, ушбу $-\sqrt{-\frac{p}{3}} < x_0 < x_2$ – шарт асосида танлаб олинади, сўнгра бу нуктада $x_0^3 + px_0 + q = z_0$ – ҳисобланади, натижада $y_0 = \pm\sqrt{z_0}$ бўлади. Рационал сонларнинг қўпайтмаси ва йиғиндиси сифатида z_0 – рационал қийматга эга бўлади. Брок, y_0 ҳар доим рационал бўлавермайди. Шунинг учун, x_0 – шундай танлаш керакки, y_0 ҳам рационал сон бўлсин. Биз рационал координатали $P(x_0, y_0)$ – нукта топилган деб оламиз, бундай нуктани ҳам топиш содда бўлмасада, озод сонни вариациалаш эвазига бунга эришиш имкони мавжуд. Мисол учун, ЭЭЧ ушбу кўринишда $y^2 = x^3 - 111x - 110$ бўлиб, у ОХ ўқни $(x_1; 0) = (-10; 0)$, $(x_2; 0) = (-1; 0)$, $(x_3; 0) = (11; 0)$ нукталарда кесиб ўтса, Виет теоремасига кўра: $x_1 + x_2 + x_3 = 0$, $x_1x_2 + x_1x_3 + x_2x_3 = p = -111$ и $x_1x_2x_3 = -q = 110$ бўлади. Базавий нуктани бу ЭЭЧ да $P(x_0, y_0) = (-3; 14)$ деб олиш мумкин. Бунда, $-\sqrt{-\frac{p}{3}} = -\sqrt{-\frac{(-111)}{3}} = -\sqrt{37} < -3 < x_2 = -1$ бўлиб, натижада $(y_0)^2 = (-3)^3 - 111(-3) - 110 = -27 + 333 - 110 = 333 - 137 = 196$, $y_0 = 14$ эканлигини аниқланади.

Бевосита ҳисоблашлар билан, $p = -111$ и $q = -110$ бўлганда ЭЭЧ инварианти [2-5]: майдон характеристикасини мос равишда $m > 3$ деб танланганда $J(E) \neq 0$ ва $J(E) \neq 1728$ бўлишига ишонч ҳосил қилиш мумкин.

ЭЭЧ нинг $P(x_0, y_0)$ нуктасига ўтказилган уринманинг тенгламасини тузиш учун, шу нуктада ЭЭЧ ҳосиласининг қийматини ҳисобланади, яъни

$$y_0' = \frac{3x_0^2 + p}{2y_0}. \text{ Бу қиймат } P(x_0, y_0) \text{ нуктага уринманинг бурчак коэффициентни}$$

ифодалайди. У ҳолда, бу уринманинг тенгламаси ушбу:

$$y - y_0 = \frac{3x_0^2 + p}{2y_0}(x - x_0) \text{ ёки } y = \frac{3x_0^2 + p}{2y_0}x + \left(y_0 - \frac{3x_0^2 + p}{2y_0}x_0\right).$$

кўринишда бўлади. Бевосита қуйдаги тенгламалар системасини ечиб

$$\begin{cases} y^2 = x^3 + px + q \\ y = \frac{3x_0^2 + p}{2y_0}x + \left(y_0 - \frac{3x_0^2 + p}{2y_0}x_0\right) \end{cases}$$

ЭЭЧ нинг уринма билан кесишган нуктасини (x_1, y_1) топилади. Бунда, қуйдаги куб тенлама олинади

$$x^3 - \left(\frac{3x_0^2 + p}{2y_0}\right)^2 x^2 + \left(p - \frac{3x_0^2 + p}{y_0}\left(y_0 - \frac{3x_0^2 + p}{2y_0}x_0\right)\right)x + \left[q - \left(y_0 - \frac{3x_0^2 + p}{2y_0}x_0\right)^2\right] = 0. \quad (5)$$

Қуйидаги белгилашлар орқали,

$$a = -\left(\frac{3x_0^2 + p}{2y_0}\right)^2, \quad b = p - \frac{3x_0^2 + p}{y_0}\left(y_0 - \frac{3x_0^2 + p}{2y_0}x_0\right), \quad c = q - \left(y_0 - \frac{3x_0^2 + p}{2y_0}x_0\right)^2$$

(5) тенглама ушбу кўринишда

$$x^3 + ax^2 + bx + c = 0. \quad (6)$$

ёзиб олинади. ЭЭЧ билан $P(x_0, y_0)$ уринманинг кесишиш нуқталарини топиш масаласи кўрилатганлиги учун, (6) тенглама ечимларида учун $x_1 = x_2 = x_0$ – муносабат бажарилиши лозим, бу ерда x_0 – базавий нуқта $P(x_0, y_0)$ нинг координатаси. Виет теоремасига кўра ушбу муносабатлар ўринли:

$$x_1 + x_2 + x_3 = -a, \quad x_1 \cdot x_2 + x_1 \cdot x_3 + x_2 \cdot x_3 = b, \quad x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 = -c.$$

Булардан эса:

$$x_3 = -a - 2x_0 = \frac{b - x_0^2}{2x_0} = -\frac{c}{x_0^2} \text{ и } y_3 = \frac{3x_0^2 + p}{2y_0} x_3 + \left(y_0 - \frac{3x_0^2 + p}{2y_0} x_0 \right)$$

Шундай қилиб, қуйидагига

$$[2]P(x_0, y_0) = P(x_0, y_0) + P(x_0, y_0) = (x_3, -y_3)$$

эга бўлинади. Энди ушбу белгилашларга $(x_2, y_2) = [2]P(x_0, y_0) = (x_3, -y_3)$ кўра, қуйидагиларга эга бўлинади:

$$x_2 = -\frac{c}{x_0^2} = \frac{(y_0 - \frac{3x_0 + p}{2y_0} x_0)^2 - q}{x_0^2} \quad \text{ва} \quad y_2 = -\frac{3x_0^2 + p}{2y_0} x_2 - (y_0 - \frac{3x_0 + p}{2y_0} x_0).$$

Кейинги $(x_3, y_3) = [3]P(x_0, y_0) = P(x_0, y_0) + [2]P(x_0, y_0)$ – нуқта координатаси ЭЭЧ нинг $P(x_0, y_0)$ ва $[2]P(x_0, y_0)$ нуқталардан ўтган тўғри чизик билан кесишган нуқтаини OX ўқига нисбатан симметрик акслантиришдан ҳосил қилинади. Бу нуқталардан ўтган тўри чизик тенламаси ушбу формула билан ҳисобланади:

$$\frac{y - y_0}{y_2 - y_0} = \frac{x - x_0}{x_2 - x_0} \quad \text{ёки} \quad y = y_0 + \frac{x - x_0}{x_2 - x_0} (y_2 - y_0) = \frac{y_2 - y_0}{x_2 - x_0} x + y_0 - \frac{x_0(y_2 - y_0)}{x_2 - x_0}.$$

Қуйидаги ҳисобланилади:

$$y^2 = \left(\frac{y_2 - y_0}{x_2 - x_0} \right)^2 x^2 + 2 \left[\frac{y_2 - y_0}{x_2 - x_0} \left(y_0 - \frac{x_0(y_2 - y_0)}{x_2 - x_0} \right) \right] x + \left[y_0 - \frac{x_0(y_2 - y_0)}{x_2 - x_0} \right]^2$$

ва бу ифода ЭЭЧ тенгламасига кўйилади. У ҳолда:

$$\left(\frac{y_2 - y_0}{x_2 - x_0} \right)^2 x^2 + 2 \left[\frac{y_2 - y_0}{x_2 - x_0} \left(y_0 - \frac{x_0(y_2 - y_0)}{x_2 - x_0} \right) \right] x + \left[y_0 - \frac{x_0(y_2 - y_0)}{x_2 - x_0} \right]^2 = x^3 + px + q$$

ёки

$$x^3 - \left(\frac{y_2 - y_0}{x_2 - x_0} \right)^2 x^2 + \left[p - 2 \frac{y_2 - y_0}{x_2 - x_0} \left(y_0 - \frac{x_0(y_2 - y_0)}{x_2 - x_0} \right) \right] x + q - \left[y_0 - \frac{x_0(y_2 - y_0)}{x_2 - x_0} \right]^2 = 0.$$

Яна ушбу белгилашлар орқали: $a = -\left(\frac{y_2 - y_0}{x_2 - x_0} \right)^2$, $b = p - 2 \frac{y_2 - y_0}{x_2 - x_0} \left(y_0 - \frac{x_0(y_2 - y_0)}{x_2 - x_0} \right)$,

$$c = q - \left[y_0 - \frac{x_0(y_2 - y_0)}{x_2 - x_0} \right]^2, \text{ янги куб тенгламага эга бўлиб, унинг ечимлари } x_1 = x_0 \text{ ва}$$

x_2 аниқланган деб олинаиб,

$$x_3 = \frac{\left\{ \left[y_0 - \frac{x_0(y_2 - y_0)}{x_2 - x_0} \right]^2 - q \right\}}{(x_0 \cdot x_2)}.$$

хамда, $y_3 = \frac{y_2 - y_0}{x_2 - x_0} x_3 + y_0 - \frac{x_0(y_2 - y_0)}{x_2 - x_0}$ топилади. Кесишув нуктасини ОХ ўқиға нисбатан

симметрик акслантириш қуйидагича:

$$x_3 = \frac{\left\{ \left[y_0 - \frac{x_0(y_2 - y_0)}{x_2 - x_0} \right]^2 - q \right\}}{x_0 \cdot x_2} \quad \text{ва} \quad y_3 = -y_3 = -\left(\frac{y_2 - y_0}{x_2 - x_0} x_3 + y_0 - \frac{x_0(y_2 - y_0)}{x_2 - x_0} \right).$$

ЭЭЧ да нукталарни қўшиш шу каби рекуррент формулалар орқали амалга оширилади:

$$[i+1]P(x_0, y_0) = P(x_0, y_0) + [i]P(x_0, y_0) = (x_{i+1}, y_{i+1}), \quad (i = 2, 3, \dots, n;)$$

$$\text{ёки } x_{i+1} = \frac{\left\{ \left[y_0 - \frac{x_0(y_i - y_0)}{x_i - x_0} \right]^2 - q \right\}}{x_0 \cdot x_i} \quad \text{и} \quad y_{i+1} = -\left(\frac{y_i - y_0}{x_i - x_0} x_{i+1} + y_0 - \frac{x_0(y_i - y_0)}{x_i - x_0} \right).$$

Бу ЭЭЧ нукталарини қўшиш жараёни қачон тўхтатилади деган савол туғилади.

Агар бирор $n = i + 1$ қийматда ушбу муносабат $(x_n, y_n) = (x_0, -y_0)$ ўринли бўлса, бу сон n базавий $P(x_0, y_0)$ нуктанинг тартиби дейилади [2-5, 9].

Амалий татдбикларда бу сон n базавий $P(x_0, y_0)$ нуктанинг тартиби етарли даражада катта ва туб бўлиши лозим.

Олинган натижаларни намоиш этиш мақсадида, қуйида, Borland C++ Builder 6 дастурлаш тилида танланган ЭЭЧ да базавий нуктанинг тартибини аниқлашнинг дастурий лойиҳаси келтирилган.

Шундай қилиб:

```
#include <iostream>
#include <cmath>
#include <cstdlib>
using namespace std;
int main(){
long double p, q;
cout << "p = "; cin >> p;
cout << "q = "; cin >> q;
long double x0, y0;
cout << "Вводить значение координаты базовой точки: x0 = "; cin >> x0;
cout << "y0 = "; cin >> y0;
long double k, t;
k = (3. * x0 * x0 + p) / (2. * y0);
t = (y0 - (3. * x0 * x0 + p) * x0 / (2. * y0));
long double a, b, c;
a = -pow((3. * x0 * x0 + p) / (2. * y0), 2.0);
b = p - ((3. * x0 * x0 + p) / y0) * (y0 - (3. * x0 * x0 + p) * x0 / (2. * y0));
c = q - pow(y0 - (3. * x0 * x0 + p) * x0 / (2. * y0), 2.0);
long double x1, x2, x3, y1, y2, y3;
x1 = x2 = x0;
x3 = -a - 2. * x0;
y3 = (3. * x0 * x0 + p) * x3 / (2. * y0) + (y0 - (3. * x0 * x0 + p) / (2. * y0) * x0);
x2 = x3;
y2 = -y3;
a = -pow((y2 - y0) / (x2 - x0), 2.0);
b = p - 2. * (y2 - y0) / (x2 - x0) * (y0 - x0 * (y2 - y0) / (x2 - x0));
c = q - pow(y0 - x0 * (y2 - y0) / (x2 - x0), 2.0);
x3 = (pow(y0 - x0 * (y2 - y0) / (x2 - x0), 2.0) - q) / (x0 * x2);
```



```

y3 = -(x3 * (y2 - y0) / (x2 - x0) + y0 - x0 * (y2 - y0) / (x2 - x0));
long double xi, yi;
long double eps = 1E-4;
int l = 4;
cout << "x2 = " << x2 << ", y2 = " << y2 << endl;
cout << "x3 = " << x3 << ", y3 = " << y3 << endl;
for(long double i = 4; i <= 1e6; i++){
xi = (pow(y0 - x0 * (y3 - y0) / (x3 - x0), 2.0) - q) / (x0 * x3);
yi = -(xi * (y3 - y0) / (x3 - x0) + y0 - x0 * (y3 - y0) / (x3 - x0));
if(l > 0){
cout << "x" << i << " = " << xi << ", y" << i << " = " << yi << endl;
l--;
}
if(fabs(xi - x0) < eps && fabs(yi + y0) < eps)
{
cout << "Порядок: " << i << endl;
break;
}
x3 = xi;
y3 = yi;
}
system("pause");
return 0;
}

```

Келтирилган натижаларнинг таҳлили. Криптографик алгоритмларни яратишда куйидагича ифодага эга бўлган ЭЭЧ тенгламасидан фойдаланилади [2-5,9]

$$y^2 = (x^3 + px + q) \bmod m,$$

бу ерда эффициентлар $p, q \in F_m$ майдоннинг ноль бўлмаган элементлари, F_m – характеристикаси $m > 3$, бундан ташқари ушбу $4p^3 + 27q^2$ ифоданинг m модуль бўйича қиймати нольга тенг эмас, яъни $(4p^3 + 27q^2) \bmod m \neq 0$.

Таъкидлаш жоизки, ЭЭЧ $y^2 = x^3 + px + q = x^3 - 111x - 110$ ва базавий нукта $P(x_0, y_0) = (-3; 14)$ юкоридаги талабларни қаноатлантиради [3-4,9] :

–коэффициентлар $p, q \in F_m$ майдоннинг ноль бўлмаган элементлари;

– ушбу $4p^3 + 27q^2$ ифоданинг характеристикаси m бўлган майдондаги қиймати ноль эмас, яъни $(4p^3 + 27q^2) \bmod m \neq 0$;

–инвариант $J(E) \neq 0$ и $J(E) \neq 1728$;

шунинг учун ЭЭЧ коррект амалий тадбиққа эга бўлади.

Хулоса қилиб қуйидагиларни келтириб ўтиш мумкин. Ассиметрик алгоритмларда ЭЭЧ дан фойдаланишда, унинг параметрларини тўғри аниқлаш ва ҳисоблаш қоидалари таҳлид қилинди.

1. Кубик тенгламанинг дискриминанти қиймати қандай бўлганда унинг учта ҳар хил илдизларга эга бўлиб, ОХ ўқини учта нуктада кесиб ўтиши шарти аниқланди;

2. Виет теоремаси формулаларига кўра ЭЭЧ кэффициентларини фойдаланувчига қулай тадбиқда амалга ошириш қоидаи аниқланди;

3. Амалий тадбиқларда рационал ҳисоб китобларга эришишн учун, ЭЭЧ да базавий нуктани танлаш оралиғи аниқланди;

4. ЭЭЧ да танланган базавий нуктага ўтказилган уринманинг тенгламаси формулари ҳамда шу уринманинг ЭЭЧ ни қайси нукталарда кесиб ўтиши формулалари аниқланди;
5. ЭЭЧ нинг танлаб олинган рационал координатали базавий нуктасини, унинг бошқа нукталари билан билан қўшишнинг рекуррент формуласи ишлаб чиқилган бўлиб, у ЭЭЧ нинг барча нукталари учун умумийдир;
6. Базавий нуктанинг тартибини аниқлаш шарти келтирилган ва ЭЭЧ нукталарини қўшиш жараёни тўхтатилиши асосланган;
7. Олинган натижаларни амалий тадбиқлари аҳамиятини ва қоидаларини ифодаловчи ассиметрик шифрлаш ҳамда ЭРИ алгоритмлари келтириди. Бу санаб ўтилганлар ЭЭЧ да ассиметрик алгоритмларни яратиш ва уларнинг тадбиқларини амалга оширишга асос бўлади.

Адабиётлар

- [1]. Акбаров Д. Е., Умаров Ш. А. Выбор эллиптической кривой и базовой точки при разработке алгоритма сложения её точек с рациональными координатами на конечном поле // Вісник НТУУ «КПІ». Серія ПРИЛАДОБУДУВАННЯ.–2018. –Вип. 55(1). Автоматизація та інтелектуалізація приладобудування. – стр. 104–108 .
- [2]. Алферов А. П., Зубов А. Ю., Кузьмин А. С., Черемушкин А. В. Основы криптографии: Учебное пособие, 2-е изд. –М.: Гелиос АРВ, 2002.-480 с.
- [3]. Шнайер Б. Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке Си. –М.: издательство ТРИУМФ, 2003 - 816 с.
- [4]. Харин Ю. С., Берник В.И., Матвеев Г. В., Агиевич С. Г. «Математические и компьютерные основы криптологии» ООО «Новое знание» 2003 г. 381 стр.
- [5]. Акбаров Д. Е. Ахборот хавфсизлигини таъминлашнинг криптографик усуллари ва уларнинг қўлланилиши – Тошкент, «Ўзбекистон маркаси», 2009 – 434 бет.
- [6]. Коблиц Н. Курс теории чисел и криптографии. – М. Научное изд-во ТВП, 2001г. – 261 стр.
- [7]. Ростовцев А. Г., Маховенко Е. Б., Теоретическая криптография. НПО «Профессионал», Санкт-Петербург. 2004г. - 478 стр.
- [8]. Василенко О. Н. Теоретико-числовые алгоритмы в криптографии. М., МЦНМО, 2003. – 328 с.
- [9]. Болотов А.А., Гашков С.Б., Фролов А.Б., Часовских А.А. Алгоритмические основы эллиптической криптографии.-Москва: Мэи, 2000.-100 стр.
- [10]. Молдавян А. А., Молдавян Н.А. Введение в криптосистемы с открытым ключом. Санкт – Петербург «БХВ-Петербург» 2005г. 288с.
- [11]. Венбо Мао. Современная криптография. Теория и практика. –Москва–Санкт-Петербург–Киев: Лори Вильямс, 2005. –768 с.

QOVUSHOQ -ELASTIK TSILINDRIK QOBIQDA XOS TO‘LQIN TARQALISH XUSUSIYATLARI

Z.I. Boltayev, A.X. Hojiyev, R.A. Sabirova

Buxoro muhandislik –texnologiya instituti,
boltaev-z@mail.ru, azizhojiyev1979y@mail.ru, ranosobirova85@mail.ru
(Qabul qilindi 26.08.2024 y.)

Annotatsiya. Bu ishda yupqa qovushoq-elastik qobiklarda to‘lqin tarqalishi masalasi yechiladi. Buning uchun Kirxgof- Lyav gipotezasiga asoslangan qobik tenglamasidan foydalaniladi. Qobiq uchun dispersion tenglama olinib sonli, ya’ni Myuller usuli bilan yechiladi. Takiklangan» faza tezligi ko‘ndalang va bo‘ylama to‘lqinlar orasida joylashgan bo‘lishi topilgan. Quvvur to‘lqini deb nomlangan to‘lqin topilgan va uning tezligi tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar: quvvur to‘lqini, qobiq, dispersion tenglama, kompleks chastota.

Аннотация. В данной работе решена задача о распространении волн в тонких вязкоупругих оболочках. Для этого используется кубическое уравнение, основанное на гипотезе Кирхгофа-Лява. Дисперсионное уравнение оболочки получено и решено численно, т. е. методом Мюллера. Было обнаружено, что фазовая скорость «рафинированного» находится между поперечной и продольной волнами. Была обнаружена волна, названная трубчатой волной, и проанализирована ее скорость.

Ключевые слова: трубная волна, оболочка, дисперсионное уравнение, комплексная частота.

Abstract. This article addresses the problem of wave propagation in thin viscoelastic shells. To solve this, a cubic equation is used, based on the Kirchhoff-Love hypothesis. The dispersion equation of the shell was derived and solved numerically using the Muller method. It was found that the phase velocity of the "refined" wave lies between the transverse and longitudinal waves. A wave, named the tubular wave, was discovered, and its velocity was analyzed.

Key words: tube wave, shell, dispersion equation, complex frequency.

KIRISH

Elastik qobiqlarda to‘lqinlarini tarqalishini tadqiq qilish to‘lqin dinamikasining dolzarb yo‘nalishi hisoblanadi. To‘lqin dinamikasining asosiy munosabatlari, harakatining differensial tenglamalari quyidagi adabiyotlarda keltirilgan [1,2,3,4]. Bu adabiyotlarda to‘lqinning nazariy (elastik va akustik) asoslari keltirilgan. Silindrsimon qobiqning tebranish xususiyatlari qobiqning fiziko-mexanik xarakteristikalarini bilan belgilanadi. Qobiqlarning statik va dinamik xolatlarini nazariy va eksperimental asoslari turli xil gipotezalarga asoslangan xolda mukammal ishlab chiqilgan umumiy nazariyasi [5,6,7,8] adabiyotlarga keltirilgan. Ko‘p xollarda qobiq nazariyasi qobiqlar uchun bir qator soddalashtirilgan geometrik shartlar olingan, masalan ingichka devorlilik, aksimetriya va boshqalar. Bu alohida holatda kamroq mehnat talab qiladigan nazariy apparatlardan foydalanishga ishlashga imkon beradi. Natijada analitik shaklda bir qator natijalarni olish mumkin bo‘lgan. Mexanik sistemaning asosiy xususiyatlarini, shu jumladan qobiqning murakkab xossalarini tushunish uchun xizmat qilgan. Shuning uchun bunday tuzilmalarni tekshirish uchun mo‘ljallangan qurilmalarning imkoniyatlarini o‘rganish muhim hisoblanadi. Elastik muhitda to‘lqin tarqalishi muhitning chegaralariga ham bog‘liq bo‘ladi. Masalan chegaralanmagan elastik muhitda faqat bo‘ylama va ko‘ndalang to‘lqinlar (hajmiy to‘lqinlar) tarqaladi [9,10,11]. Agar to‘lqin chastotasi (yoki faza tezligi) to‘lqin uzunligiga bog‘liq bo‘lmasa, bunday to‘lqinlar to‘lqin dispersiyaga uchramaydi. Elastik qobiqlar yuz yildan ko‘proq vaqt davomida o‘rganilgan. Shu vaqtgacha bu mammo to‘liq o‘rganilmagan.

Masalani qo‘yilishi va yechish metodikasi

Bu ishda uzun qovushoq -elastik silindrik qobiqa xos to‘lqinni tarqalish masalasi ko‘riladi. Buning uchun tutash muhitlar mexanikasining gipotezalari o‘rinli bo‘ladi deb, uzun cheksiz silindirdirga to‘lqin tarqalish masalasi ko‘riladi. Qovushoq -elastik silindrik qobiqning differensial tenglamasi operator koeffitsientli Lamé tenglamasini qanotlantiradi

$$\lambda_{0\kappa} \left[1 - \Gamma_{\lambda\kappa}^C(\omega_R) - i\Gamma_{\lambda\kappa}^S(\omega_R) \right] \text{graddiv} \vec{u} + \mu_{0\kappa} \left[1 - \Gamma_{\mu\kappa}^C(\omega_R) - i\Gamma_{\mu\kappa}^S(\omega_R) \right] (\nabla^2 \vec{u} + \text{graddiv} \vec{u}) = \rho_{\kappa} \frac{\partial^2 \vec{u}}{\partial t^2}, \quad (1)$$

Oxirgi olingan (1) tenglamani shakl almashtirish orqali xajmiy to‘lqinlar orqali ifodalash mumkin

$$(\bar{C}_{pk}^2 - \bar{C}_{sk}^2) \text{graddiv} \vec{u} + \bar{C}_{sk}^2 \Delta \vec{u} = \frac{\partial^2 \vec{u}}{\partial t^2} \quad (2)$$

Bu yerda $\vec{u}$ -silindir zarralarining siljishi bo‘lib vektor kattalik xisoblanadi, $\bar{C}_{pk}^2 = \bar{C}_{pRk}^2 + i\bar{C}_{pIk}^2$ - kompleks so‘nuvchi bo‘ylama to‘lqin tezligi, $\bar{C}_{sk}^2 = \bar{C}_{sRk}^2 + i\bar{C}_{sIk}^2 = \frac{\bar{\mu}_k}{\rho_k}$ - kompleks so‘nuvchi ko‘ndalang to‘lqin tezligi, ρ_k - silindrik qobiq zichligi. Qovushoq -elastik silindrik qobiqa o‘q bo‘yicha simmetirik erkin (xos) to‘lqin tarqalsin. U holda xos (erkin) to‘lqin tarqalishi burchak bo‘yicha bo‘ladigan koordinataga bog‘liq bo‘lmaydi. To‘lqin tarqalishi bo‘ylama va radial koordinatalarga bog‘liq bo‘ladi :

$$\vec{u} = \vec{u}_r(r, z) \vec{i}_r + \vec{u}_z(r, z) \vec{j} \quad (3)$$

U holda yuqorida keltirilgan (2) kompleks koeffitsentli differensial tenglama (3) formulani hisobga olsak, ikkita o'zgaruvchiga bog'liq bo'ladi. Qo'yilgan massalani yechish uchun z bo'ylama o'q bo'yicha Furryning integral almashtirishini qo'llaymiz

$$\vec{u}_{r,z}(r, \alpha) = \int_{-\infty}^{\infty} \vec{u}_{r,z}(r, z) e^{-i\alpha z} dz \quad (4)$$

Bu almashtirish bilan bir vaqtda (2) kompleks koeffitsentli chiziqli differensial tenglamalar sistemasiga kompleks amplitudalar usuli tadbqiq etilsa ($\vec{u} = \vec{U} e^{-i\alpha z}$) (2), u holda quyidagi ko'rinishga keladi

$$\bar{C}_{pk}^2 \text{grad div} \vec{U} - \bar{C}_{sk}^2 \text{rot rot} \vec{U} + \omega^2 \vec{U} = 0,$$

$\omega = 2\pi f$ - aylanma chastota, kompleks kattalik.

Yuqorida keltirilgan (3) tenglamani parametirik formasi qo'yidagi ko'rinishda bo'ladi

$$\begin{aligned} (\omega^2 - \bar{C}_{sk}^2 \alpha^2) U_r + \bar{C}_{pk}^2 \frac{d}{dr} \left[\frac{1}{r} \frac{dU_r}{dr} + \frac{d^2 U_r}{dr^2} \right] + i\alpha (\bar{C}_{pk}^2 - \bar{C}_{sk}^2) \frac{dU_z}{dr} &= 0, \\ (\omega^2 - \bar{C}_{pk}^2 \alpha^2) U_z + \bar{C}_{sk}^2 \frac{d}{dr} \left[\frac{1}{r} \frac{dU_z}{dr} + \frac{d^2 U_z}{dr^2} \right] + i\alpha (\bar{C}_{pk}^2 - \bar{C}_{sk}^2) \left(\frac{U_r}{r} + \frac{dU_r}{dr} \right) &= 0 \end{aligned} \quad (5)$$

Oxirgi olingan (5) kompleks koeffitsentli oddiy differensial tenglamalar sistemasini olinadi. Differensial tenglamalar fanidan ma'lum usullar qo'llansa Bessel tenglamasi deb nomlangan o'zgaruvchi koeffitsentli differensial tenglamalarga keladi. Bu tenglamani yechimi Bessel yoki Xankelning bir yoki ikkinci jinsi (ixtiyoriy tartibli) funksiyalari orqali ifodalanadi. Bu funksiyalar

kompleks argumentli bo'lib quyidagi parametirlar orqali ifodalanadi $\gamma_{1k} = \sqrt{k_{1k}^2 - \alpha^2}$ va

$\gamma_{2k} = \sqrt{k_{2k}^2 - \alpha^2}$. Bu yerda $k_{1k}^2 = \frac{\omega}{\bar{C}_{pk}}$ va $k_{2k}^2 = \frac{\omega}{\bar{C}_{sk}}$ - to'liq sonlari hisoblanadi [6]. Masalani qo'yilishida qovushoq -elastik silindrik qobiqda xos to'liqni tarqalishi ko'rilganligi uchun ikkita siljish (yoki ko'chish) mavjud bo'ladi. Bu ko'chishlar amplitudasi yuqorida keltirilgan (5)

tenglamani qanootlantiradi. Ko'chish amplitudalarini U_r va U_z kattaliklar orqali belgilaymiz. Bessel yoki Xankelning bir yoki ikkinci jinsi (ixtiyoriy tartibli) funksiyalari to'liq tarqalishda [7] adabiyotdan ma'lumki $J_{1,0}(\gamma_{1k,2k} r)$ - "yaqinlashuvchi" va $H_{1,0}^{(2)}(\gamma_{1k,2k} r)$ - "uzoqlashuvchi" (cheksizlikda monoton so'nuvchi) funksiyalarni ifodalaydi. Demak to'liq tarqalganda kuchish vektori maxsus funksiyalar orqali qo'yidagicha ifodalanadi

$$\begin{aligned} U_{rk}(r, \alpha) &= A_{r1} H_1^{(2)}(\gamma_{1k} r) + A_{r2} J_1(\gamma_{1k} r) + B_{r1} H_1^{(2)}(\gamma_{2k} r) + B_{r2} J_1(\gamma_{2k} r), \\ U_{zk}(r, \alpha) &= A_{z1} H_0^{(2)}(\gamma_{1k} r) + A_{z2} J_0(\gamma_{1k} r) + B_{z1} H_0^{(2)}(\gamma_{2k} r) + B_{z2} J_0(\gamma_{2k} r) \end{aligned} \quad (6)$$

Oxirgi maxsus funksiyalar orqali olingan yechimda qatnashuvchi integral doimiylari orasida qo'yidagicha munosabat o'rinni bo'ladi

$$A_{z1,2} = \frac{i\alpha}{\gamma_{1k}} A_{r1,2}, B_{z1,2} = \frac{i\gamma_{2k}}{\alpha} B_{r1,2}.$$

Bu olingan munosabatlardan foydalanilsa qo'yidagi yechimni olamiz

$$U_{rk}(r, \alpha) = A_1 H_1^{(2)}(\gamma_{1k} r) + A_2 J_1(\gamma_{1k} r) + B_1 H_1^{(2)}(\gamma_{2k} r) + B_2 J_1(\gamma_{2k} r),$$

$$U_{zk}(r, \alpha) = -A_1 \frac{i\alpha}{\gamma_{1k}} H_0^{(2)}(\gamma_{1k} r) - A_2 \frac{i\alpha}{\gamma_{1k}} J_0(\gamma_{1k} r) + B_1 \frac{i\gamma_{2k}}{\alpha} H_0^{(2)}(\gamma_{2k} r) + B_2 \frac{i\gamma_{2k}}{\alpha} J_0(\gamma_{2k} r). \quad (7)$$

Faraz qilamiz qovushok –elastik silindrik qobiq vakuumda joylashgan bo‘lsin. U holda qobiqning ichki ($r=a$) va tashqi ($r=b$) sirtida kuchlanishlardan ozod qilinganlik sharti qo‘yiladi

$$\sigma_{rrk}(a) = 0, \sigma_{rzk}(a) = 0, \sigma_{rrk}(b) = 0, \sigma_{rzk}(b) = 0. \quad (8)$$

Integrallash doimiylari silindrik qobiqning ichki va tashqi sirtlarida qo‘yilgan shartlardan, ya‘ni chegaraviy shartlardan topiladi. Yuqorida keltirilgan (8) kuchlanishlar izotrop materiallar uchun chiqarilgan Guk qonunidan topiladi. Agar yechimlar (6) va (7) dan foydalaib, (8) shartdan chiziqli tenglamalar sistemasi olinadi. Bu bir jinisli, kompleks koeffitsenli, to‘rtinchi tartibli chiziqli algebraik tenglamalar sistemasi hisoblanadi.

Kronikel –Keppel teoremasidan kelib chiqilsa bir jinisli algebraik tenglamalar sistemasi trivial bo‘lmagan yechimga ega bo‘lishi uchun asosiy aniqlovchisi, ya‘ni tenglamaning koeffitsentlardan tuzilgan aniqlovchi nolga teng bo‘lishi zarur hisoblanadi

$$\det[R(k, \omega)] = 0 \quad (9)$$

Bu oxirgi olingan aniqlovchi (yoki detirminant) dispersion tenglama hisoblanadi, ya‘ni chastota va to‘lqin soni orasidagi munosabatni ifodalaydi $k_j = k_j(\omega) = \text{Re} k_j(\omega) + i \text{Im} k_j(\omega)$, $j=1...n$ ($k = k_1 + ik_2$). Bu (9) tenglama transenden tenglama. Uni umumiy holda analitik yechib bo‘lmaydi. Maqolada (9) sonli, ya‘ni Myuller usuli bilan yechiladi. Bu tenglamani ildizlari cheksiz ko‘p bo‘ladi. Masalani fizik ma‘nosini tushuntirishda asosan kichik chastotalar topildi. Shu topilgan chastotalarga mos tebranishlar formasi quriladi. Demak

$$u_z(x, t) = A(x, t) e^{-k_2 x} e^{i(k_1 x + \omega t)} \quad (10)$$

Tebranishlar formasini to‘lqinli bo‘lishi (10) munosabatdan ko‘rinib turibdi. Agar silindrik qobiq qalinligi $a = R$, $b = R + h$, $h \ll a, b$ bo‘lganda

((10) formulani Teylor qatoriga yoyib bitta hadni olishdan)

$$\sigma_{rrk}(R) = 0, \sigma_{rzk}(R) = 0, \left. \frac{\partial \sigma_{rrk}}{\partial r} \right|_{r=R} = 0, \left. \frac{\partial \sigma_{rzk}}{\partial r} \right|_{r=R} = 0,$$

munosabatdan foydalanib $h \rightarrow 0$ bo‘lganda quyidagi ko‘rinishdagi dispersion tenglamani olamiz

$$4\alpha^2 [k_{2k}^2 + (k_{2k}^2 - k_{1k}^2)(k_{2k}^2 R^2 - 4)] - k_{2k}^2 [k_{2k}^2 (k_{2k}^2 R^2 - 4) + 4k_{1k}^2] = 0 \quad (11)$$

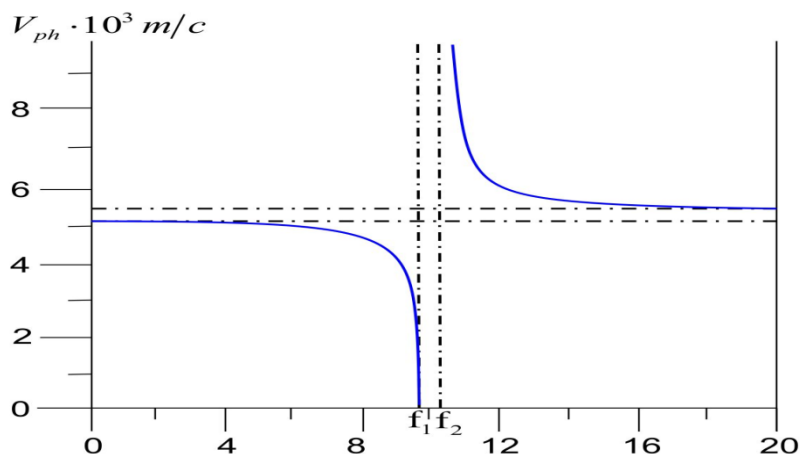
Bu (11) tenglama qovushoqligni hisobga olmasdan va hisobga olib chiqarilgan.

Xususiyl holda materialning qovushoqligi hisobga olinmasa, u holda

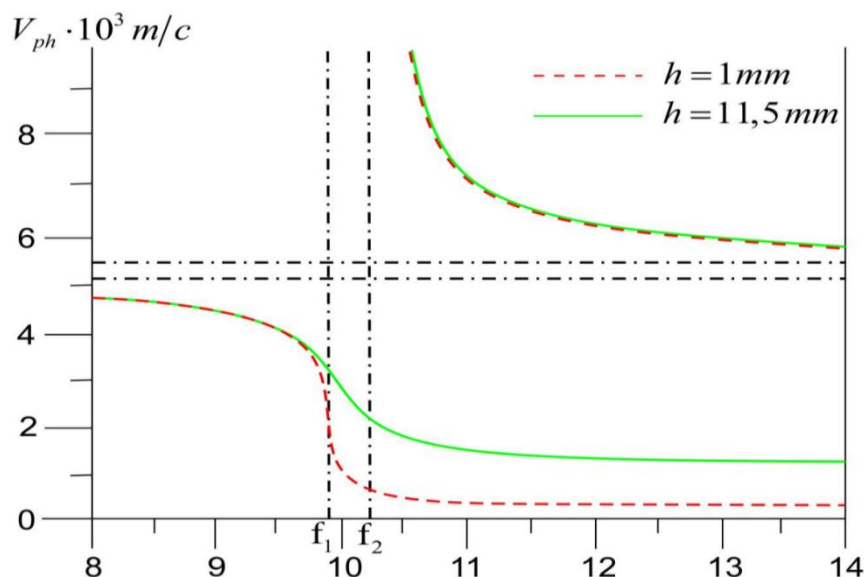
$$C_{\phi h}(\omega) = \sqrt{\frac{E_0}{\rho_0} \Gamma_{Ek} \left(\frac{R^2 \omega^2 \rho_0 - E_0 \Gamma_{Ek}}{R^2 \omega^2 \rho_0 (1 - \nu_0^2) - E_0 \Gamma_{Ek}} \right)}, \quad (12)$$

formulani olamiz.

Yuqorida topilgan faza tezligi ikkita holda nol buladi :



1- rasm . Silindrik qobiqning kalinligi qalinlig nolga intilganda (uglerodli po‘lat) dispersiya egri chizig‘i.



2- rasm . Qobiqning qalinligi juda kichik bo‘lganda uglerodli po‘latdagi dispersiya egri chizigi.

$$\omega_{1\cdot} = \Omega_{1\cdot}(\omega_R) = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{E_0}{\rho_0} \Gamma_{Ek}}, \omega_{2\cdot} = \Omega_{2\cdot}(\omega_R) = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{E_0}{\rho_0} \Gamma_{Ek} \frac{1}{(1-\nu_0^2)}}. \quad (13)$$

Chastotaning (13) anashu qiymatlarida faza tezligining haqiqiy qiymati mavjud bo‘lmaydi . Natijalar 1-rasm va 2 –rasmlarda keltirilgan.

1- rasmda tasvirlangan faza tezligining asimptotikadan ko‘rinib turibdiku, qobiq chastotasi mavjud bo‘lsala, faza tezligi mavjud bo‘lmas ekan. Boshqacha qilib aytganda faza

tezligi mumkin bo‘lmagan sohasi mavjud bo‘lar ekan. Bu sohani chegarasi $\frac{1}{(1-\nu_0^2)^{1/2}}$ kattalik bilan aniqlanadi. «Taqiqlangan» faza tezligi ko‘ndalang va bo‘ylama to‘lqinlar orasida joylashgan bo‘ladi

$$C_{sk} < C_{\phi h}(\omega = 0) < C_{\phi h}(\omega \rightarrow \infty) < C_{pk}$$

Shunday qilib Lamé tenglamasi yordamida devori yupqa bo‘lgan qobiqlarga to‘lqin tarqalishi o‘rganildi. Faza tezligi va chastotasini o‘zgarishiga baho berildi.

XULOSA

1. Devor qalinligi nolga intilganda chegarasida (“ingichka devorli” yaqinlashish) antisimmetrik to‘lqin nol rejimida (“quvur” to‘lqini) o‘rganildi. Bu yagona mumkin bo‘lgan to‘lkin ekan.

2. Faza tezligining chastotaga bog‘liqligi dispersiya munosabati olindi. «колесовой» va “трубный” rezonanslar chastotalar orasida faza tezligining mavjud bo‘lmaydigan zonasi mavjudligi topildi.

Adabiyotlar

- [1]. Голденвейзер А. Л., Лидский В. Б., Товстик П. Е. Свободные колебания тонких упругих оболочек. — М.: Наука, 1979. — 384 с.
- [2]. Гринченко В. Т., Комиссарова Л. Свойства поверхностных волн в упругом полем цилиндре // Акуст. висн. — 2004. — Т. 7, № 3. — С. 39–48
- [3]. Вилде, М. В. Резонансы волны Релея в полуполосе // Проблемы прочности и пластичности. — Изд-во ННГУ, 2004. — Вып. 66. — С. 29–38.
- [4]. Сафаров И.И. Колебания и волны в диссипативно неоднородных средах и конструкциях.- Ташкент: Фан, 1992. - 250 с.
- [5]. Сафаров И.И., Ахмедов М.Ш., Умаров А.О. Динамические напряжения и смещения вблизи цилиндрической подкрепленной полости от плоской гармонической волны // Ежемесячный научный журнал «Просперо»(Новосибирск) 2014, №3 с..57-61
- [6]. Сафаров И.И., Жумаев З.Ф., Рашидов М. Колебания упругого полупространства с цилиндрическими преградами при воздействии поверхностной волны. // Проблемы механики №6. г. Ташкент: 2003. -с.11-14.
- [7]. Филиппенко, Г.В. Энергетические аспекты распространения волн в бесконечной цилиндрической оболочке, полностью погруженной в жидкост. // Вычислительная механика сплошных сред. — 2014. — Т. 7, № 3. — С. 295-305.
- [8]. Тюткин, В.В. Нормальные волны кругового типа в полем упругом цилиндре // Акустический журнал. — 2004.— Т. 50, № 6.— С. 855-864.
- [9]. Грешневилов К.В. Исследование акустических волн в протяженной осесимметричной цилиндрической структуре // Научные исследования и инновационная деятельность: материалы науч.- практ. конф. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. — 212 с., С. 118-125.
- [10]. Буланая М.А. Распространение звукового сигнала в волноводе с неоднородностью в виде камеры[// Акустический висник. — 2009. Т. 12 № 3. — С. 3-19. 149
- [11]. Мелешко В.В., Бондаренко А.А., Довгий С.А., Трофимчук А.Н., Ван Хейст Г.Я. Упругие волноводы: История и современность. // Математические методы и физико-механические поля. — 2008.— 51, №2. С. 86-104.
- [12]. W. Leissa, “Vibration of Shells”, (NASA SP-288), US Government Printing Office, Washington DC, 1973.

УДК 538.911, 935, 958, 975

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЛЕНОК CdSe С ПРОЗРАЧНЫМИ КОНТАКТАМИ SnO₂ МЕТОДОМ ТЕРМИЧЕСКОГО ИСПАРЕНИЯ В ВАКУУМЕ

М. Айибжанов, Б.К. Туйчибаев, Н.Х. Юлдашев

Ферганский политехнический институт, e-mail: uzferfizika@mail.ru

(Получена 14.10.2024 г.)

Аннотация. Maqolada dastlab yuqori vakuumda Cd katodi sirtiga Sn qatlamini termik changlatib o‘tqazish usulida olingan SnO₂ va CdO aralashmasidan shisha taglik ustiga katodli purkash metodi bilan 70-80% (700-720 nm) shaffoflik va 90-110 Ohm qarshilikka ega bo‘lgan kontaktni olish taklif etiladi. CdSe dan fotosensitiv plyonka olish usuli ishlab chiqilgan bo‘lib, u CdSe ni shaffof SnO₂ qatlamiga ega bo‘lgan taglikga vakuumda termik o‘tqazish va yangi tayyorlangan plyonkani CdCl₂ yoki CuCl₂ bug‘lari ishtirokida havoda issiqlik bilan ishlov berishni o‘z ichiga oladi, bu esa sezgirlik orttiruvchi moddalarning bir tekis diffuziyalanishini ta‘minlaydi.

Таянч сўзлар: yupqa plyonkalar, fotodetektorlar, bo‘ylama fotoo‘tkazuvchanlik, shaffof kontakt,

kadmiy selenid, qalay dioksidi, katodli purkash, vakuumda termik changlatib o'tqazish.

Аннотация. В работе предлагается получение контакта с прозрачностью 70-80 % (при 700-720 нм) и сопротивлением 90-110 Ом методом катодного распыления из смеси SnO_2 и CdO на стеклянной подложке путем предварительного термического напыления в высоком вакууме слоя Sn на поверхность катода из Cd. Разработан способ изготовления фоточувствительной пленки из CdSe , включающий термовакуумного осаждения CdSe на подложку с прозрачным слоем SnO_2 и термическую обработку свежеприготовленной пленки в квазизамкнутой камере на воздухе в присутствии паров CdCl_2 или CuCl_2 , обеспечивающий равномерную диффузию очувствляющих веществ.

Ключевые слова: тонкие пленки, фотоприемники, продольная фотопроводимость, прозрачный контакт, селенид кадмия, диоксид олова, катодное распыление, термовакуумное осаждение.

Abstract. The paper proposes to obtain a contact with a transparency of 70-80% (at 700-720 nm) and a resistance of 90-110 Ohm by the method of cathode sputtering from a mixture of SnO_2 and CdO on a glass substrate by preliminary thermal evaporation in a high vacuum of a layer of Sn on the surface of the cathode made of Cd. A method has been developed for producing a photosensitive film made of CdSe , including thermal vacuum deposition of CdSe on a substrate with a transparent layer of SnO_2 and thermal treatment of the freshly prepared film in a quasi-closed chamber in air in the presence of CdCl_2 or CuCl_2 vapors, ensuring uniform diffusion of the sensitizing substances.

Keywords: thin films, photodetectors, longitudinal photoconductivity, transparent contact, cadmium selenide, tin dioxide, cathode sputtering, thermal vacuum deposition.

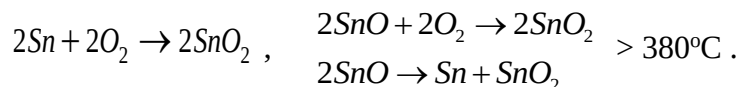
1. Введение. Полупроводниковые бинарные соединения A_2B_6 и твердые растворы на их основе широко применяются при изготовлении фотоприемников видимой области спектра, тонкопленочных излучателей, акустических приборов различного назначения и в качестве активной среды для изготовления фоторезисторов, фотодиодов и солнечных батарей [1-5]. Также исследование продольной фотопроводимости в полупроводниковых соединениях A_2B_6 имеет важное значение в связи с растущим применением пленок этих соединений при разработке продольных фоторезисторов, обладающих по сравнению с поперечными рядами преимуществ, как более высокий коэффициент использования приемной поверхности, более высокая чувствительность по току и др. Среди соединений A_2B_6 селенид кадмия является самым чувствительным в видимой и близкой к инфракрасной области спектра. Успехи, достигнутые за последние годы в области технологии изготовления поликристаллических пленок селенида кадмия, функционирующих в продольном режиме фотопроводимости, привели к созданию ряда фотоэлектрических приборов для микро- и оптоэлектроники, акустоэлектроники и автоматики, нелинейной оптики.

Широко распространенным способом получения пленок CdSe является вакуумное осаждение их при температуре 200-400 °C. Свежеприготовленные пленки, как правило, обладают малой фоточувствительностью. Эффективным способом варьирования фотоэлектрических свойств пленок селенида кадмия является их термическая обработка (ТО) в вакууме, на воздухе, под шихтой, содержащей различные хлориды и др. В процессе ТО наряду с изменениями электрофизических свойств происходят и изменения фазового состава, параметров кристаллической решетки, преобладающей ориентации кристаллитов, размеры блоков и микродеформации решетки. Однако в настоящее время детально не выяснены вопросы технологии получения и влияния структурных несовершенств на фотоэлектрические свойства пленок CdSe в продольном режиме фотопроводимости, чему и посвящена настоящая работа.

2.1. Технология получения прозрачных проводящих слоев из SnO_2 . При реализации продольного режима фотопроводимости один из контактов должен быть оптически прозрачным для исследуемого спектрального диапазона фоточувствительной пленки. Круг материалов, сочетающих высокую оптическую прозрачность в видимой области спектра, в которой соединения группы A_2B_6 имеют максимальную фоточувствительность, ограничен. Наибольшее распространение получили окисные пленки SnO_2 [6]. Прозрачные проводящие пленки, в частности SnO_2 изготавливаются термическим

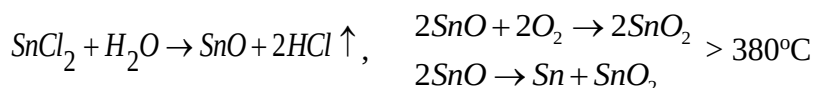
испарением, пиролитическим разложением, катодным распылением и другими методами [см., например, 7,8].

В работе [7] получены слои двуокиси олова путем термического испарения металлического олова в вакууме с последующим термическим окислением. Образование окисного слоя описывается следующими основными реакциями, происходящими одновременно:



По данному методу получается рыхлые высокоомные слои с сопротивлением $10^5 \div 10^8$ Ом.

Многие авторы ([6,7]) для изготовления слоев SnO_2 используют метод пиролиза хлористого олова. Реакция образования слоя может быть представлена в виде следующих основных уравнений:



При использовании в качестве исходного материала реакцию образования можно выразить в виде



Процесс образования слоя длится несколько минут. Методом пиролиза хлористого слоя можно получать слои SnO_2 с электросопротивлением от нескольких Ом до сотен тысяч Ом.

Из реакций образования видно, что пленка образуется из двуокиси, в которой присутствуют проводящие примеси SnO и Sn . Прозрачность и проводимость слоя зависят от содержания этих примесей в пленке, обуславливающих нестехиометричность состава пленки.

Ещё одним из прогрессивных методов получения слоев SnO_2 является реактивное катодное распыление металлического олова. В отличие от других методов катодное распыление позволяет осаждать пленки равномерно по толщине за счет использования источника с большой поверхностью, обеспечивает высокую стехиометричность наносимых слоев, позволяет получать пленки высокой чистоты при низких температурах. Процесс этот малоинерционен и легко управляем [9]. Распыление ведется в атмосфере кислорода, смешанного с инертным газом. В качестве инертного газа используют аргон, азот и другие. На скорость роста получаемых пленок существенно влияют напряжение, ток разряда, состав и давление газа, а также расстояние между электродами. В зависимости от этих параметров, способа введения и количества примесей электрические и оптические свойства получаемых пленок изменяются в широких пределах. Авторы работ [6] обнаружили, что пленки при температуре осаждения $390\text{--}430^\circ\text{C}$ имеют плотную упаковку зерен, гладкую поверхность, размеры микронеоднородностей в плоскости подложки порядка $540\text{--}1000 \text{ \AA}$. Дальнейшее повышение температуры подложки (450°C) приводит к образованию микрокристаллов игольчатой формы, а размеры микронеоднородностей достигают $1000\text{--}2000 \text{ \AA}$. При отжиге на воздухе электропроводность увеличивается вследствие доминирующего процесса диссоциации окиси олова, сглаживания микрорельефа поверхности и улучшения контактов между зернами. С увеличением толщины пленок электропроводность и интегральное значение коэффициента пропускания уменьшаются, что, в частности, объясняется укрупнением микрокристаллитов.

Пленки, полученные пиролитическим разложением или катодным распылением, являются высокоомными. Для повышения электропроводности и прозрачности пленок SnO эти пленки часто легируют добавлением к исходному веществу сурьмы, фтора, солянокислого фенингидрозила, цинка, висмута и т.п. [9]. Были исследованы оптические и электрические свойства пленок SnO_2 с целью изменения их электрических свойств выбирая примесь сурьмы, исходя из того, что ионный радиус Sn^{4+} ($0,71 \text{ \AA}$) близок к ионному радиусу Sb ($0,62 \text{ \AA}$) и сурьма имеет один избыточный электрон по отношению к олову. Разумеется, что ионы сурьмы, замещая некоторые атомы Sn в узлах структуры SnO_2 , образуют новые донорные уровни в запрещенной зоне, которые приводят к увеличению электропроводности.

Оказалось, что при добавлении на 75 мл SnCl_4 96 г SbCl_3 пропускание и удельное сопротивление пленки SnO_2 составили соответственно 80% и 50 Ом·см.

Нами разработан эффективный способ легирования пленок SnO_2 примесью кадмия в процессе получения их на стеклянной подложке катодным распылением, используя результаты работы [10,11]. На установке (рис. 1.) для реактивного катодного распыления катодом служила пластинка олова, на поверхность которой перед катодным распылением в высоком вакууме наносили тонкий слой кадмия толщиной $0,02 \pm 0,03$ мкм. Конструкция держателя катода обеспечивала циркуляцию жидкого охладителя во внутренней полости катода для поддержания его температуры в определенных пределах. Анод состоял из блока алюминия со вставленной в него пластинкой нагревателя, на которой было размещено 2-4 подложек одновременно. Подложками служили штатные стеклянные пластинки размером $3,0 \times 1,0 \times 0,3$ см³, которые предварительно обрабатывались азотной кислотой, затем кипятились в дистиллированной воде 15-20 минут и высушивались, протирались спиртом. Для получения пленки двуокиси олова на пластинку олова также путем термического испарения в вакууме $\sim 10^{-4}$ мм Hg наносят тонкий слой кадмия толщиной 0,08 мкм и укрепляют в качестве катода в установке катодного распыления. Камера заполнялась смесью инертного газа в соотношении 15-20 % Ar и 80-85 % O_2 . Распыление производилось при плотности тока $1,45-1,5$ мА/см² ($E=2$ кВ/см) в вакууме 10^{-2} мм Hg со скоростью 90-100 Å/мин для формирования на стеклянной подложке пленок SnO_2 с примесью Cd. Прозрачность и сопротивление пленок составляют соответственно 70-80% (при 700-720 нм) и 90-110 Ом. Адгезионные свойства пленок, изготовленных по данной технологии, улучшаются, обеспечивается их химическая стабильность и увеличивается надежность приборов на основе полупроводниковых пленок.

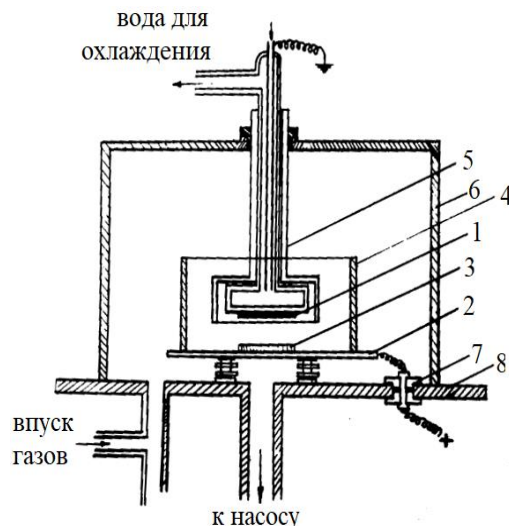


Рис. 1. Схематический вид установки для получения прозрачного электрода методом катодного распыления. 1 – катод; 2 – анод; 3-подложки; 4 – кварцевый стакан; 5-изолирующая рубашка; 6-стеклянный колпак; 7-изолятор; 8-металлическая плита.

2.2. Методика получения пленок селенида кадмия. Пленки селенида кадмия изготавливались путем термического испарения CdSe на стеклянные подложки со слоем SnO_2 в вакуумной установке ВУП-5М, основная камера которой схематически показана на рис. 2. Исходным материалом использован порошкообразный селенид кадмия марки «для полупроводников». Испарение производилось из тигля окиси алюминия или бериллия в вакууме при остаточном давлении 10^{-5} мм Hg. До установления стационарного режима испарения перед каждым напылением тигель закрывался заслонкой. Это дало возможность поддерживать постоянство состава парового потока и более точно контролировать время осаждения материала.

В качестве подложек использовалось стекло, предварительно покрытое прозрачным проводящим слоем двуокиси олова толщиной 0,1-0,3 мкм. Перед напылением подложки очищались путем обработки в кипящем 0,5 %-ном растворе азотной кислоты, затем они обезжиривались в ацетоне и кипятились в дистиллированной воде. Кроме этого, непосредственно перед напылением, в течение 30 минут подложки подогревались в вакууме при температуре 400°C. Подложки нагревались с помощью печки, конструкция которой дает возможность изменять температуру подложки до 600°C (рис. 2).

Температура подложки и испарителя во время напыления и конденсации контролировалась хромель-алюмелевыми термопарами, закрепленными непосредственно на них. Толщина образовавшихся пленок определялась с помощью интерференционного микроскопа МИИ-1 и достигала 5-20 мкм. Во избежание прямого попадания сублимированных атомов к подложке, поверхность тигля закрывали кварцевой пластинкой.

Для сравнения электрофизических свойств фоточувствительных пленок продольного и поперечного типов получены слои $CdSe$, осажденные и на «чистые» подложки. В случае продольного режима вторым электродом служили слои In , Al или прижимной контакт.

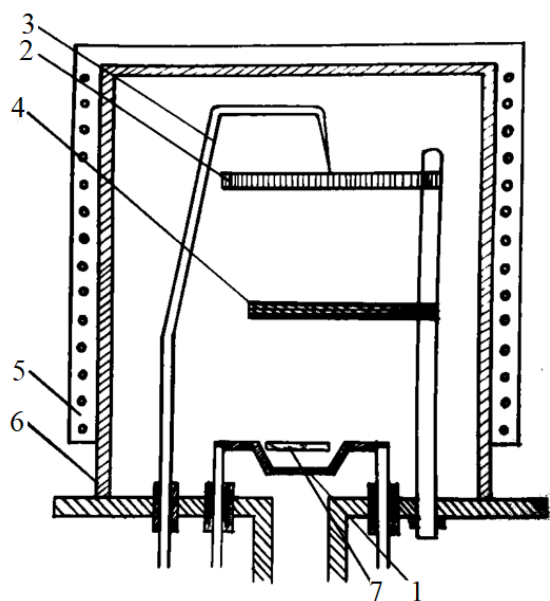


Рис. 2. Схематический вид вакуумной камеры для получения пленок $CdSe$. 1-испаритель; 2-подложкодержатель; 3-термопара; 4-заслонка; 5-печка; 6-кварцевый колпак.

Естественно, что электрофизические свойства пленок $CdSe$ существенно зависят от таких технологических параметров, как скорость испарения и температура подложки. Известно, что селенид кадмия принадлежит к соединениям, которые диссоциируют при нагревании. В зависимости от энергии диссоциации и сублимации $CdSe$ разлагается на атомы и молекулы. Изменение скорости испарения приводит к изменению плотности потока диссоциированных атомов Cd и Se из тигля, что в свою очередь приводит к изменению скорости конденсации их на подложку. С другой стороны, известно, что при достаточно низких температурах коэффициент конденсации $\alpha_k = R_k / R_I = 1$ и $R_k = R_I$, где R_k - плотность конденсируемого потока, R_I - плотность сублимированного потока. С увеличением температуры подложки T_n заметно увеличи-

вается и количество потока десорбированных атомов $R_g = R_I - R_k$ от поверхности подложки и $\alpha_k < 1$, что приводит к уменьшению скорости конденсации. Исходя из этого заключаем, что скорость осаждения пленок можно регулировать температурой подложки при постоянной температуре испарения и исходной массы $CdSe$. Поэтому в данной работе большее внимание уделялось исследованию влияния температуры подложки на электрофизические свойства полученных пленок. Оказалось, что более совершенные, с хорошими электрофизическими свойствами пленки образуются при температуре осаждения в интервале 200-400 °С.

Свежеприготовленные пленки селенида кадмия обладают малой фоточувствительностью. Поэтому для увеличения фоточувствительности пленки подвергались ТО на воздухе, в вакууме и в газовой среде хлорида кадмия или хлорида меди. Нами для ТО свежеприготовленных пленок применялась печь, которая состоит из двух частей (рис. 3). В тигель 1, который находится в нижней части камеры, помещали галлоиды меди или кадмия. Пленки помещали в верхнюю часть камеры. Газы галлоидов, образовавшиеся при нагревании, поступали в верхнюю часть камеры через отверстия 2 с малым диаметром. Конструкция печи не позволяла прямого попадания примесей на поверхность пленок 4. Выбран оптимальный объем камеры, обеспечивающий необходимое парциальное давление паров, очувствляющих

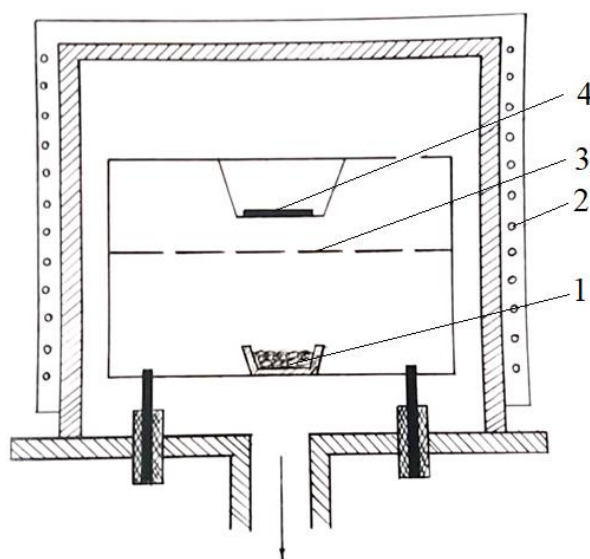


Рис. 3. Схематический вид камеры для очувствления пленок в различных средах. 1 - тигель с галлоидами меди или кадмия; 2 - печька; 3 - шторки; 4 - держатель свежеприготовленных пленок.

веществ при 400-500 °С. Камера подсоединена к вакуумной установке, которая позволяла создать в ней давление 10^{-5} мм Hg. В описанной печи была проведена ТО свежеприготовленных пленок в вакууме, на воздухе, в газовой среде CdCl₂ или CuCl₂.

3. Анализ полученных результатов. Результаты экспериментов показали, что в процессе конденсации на состав и свойства образующихся пленок сильно действуют состав предварительной обработки исходного материала и условия испарения. Изменение температуры подложки существенно влияет на сопротивление пленок (рис.4).

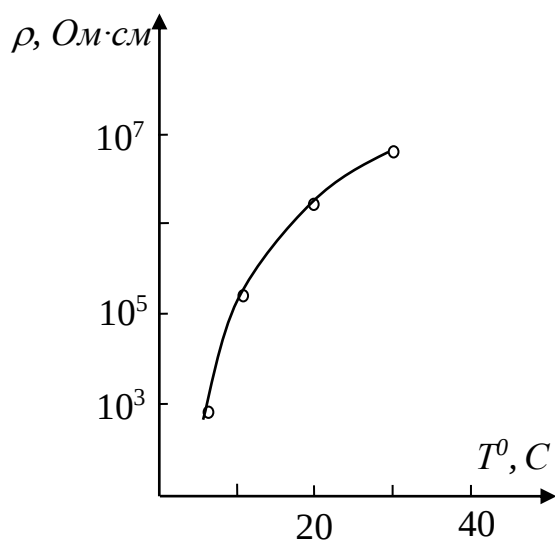


Рис. 4. Зависимость удельного сопротивления пленки CdSe от температуры подложки.

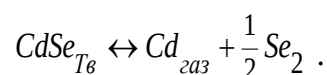
увеличением температуры подложки повышается.

По данным рентгенографического и электронно-микроскопического анализа, структура свежеприготовленных пленок CdSe поликристаллическая, наблюдаются рефлексy, характерные для кубической и гексагональной модификаций CdSe с ярко выраженными линиями (311).

Измерения показали, что они обладают высокой электропроводностью, особенно пленки, полученные при низких температурах подложки. На рентгенограммах отмечались рефлексy, соответствующие избыточному кадмию. Измерения температурной зависимости проводимости пленок показали, что энергия активации ее составляет 0,6 эВ и типична для доноров в CdSe. Таким образом, свежеприготовленные пленки обладают высокой электропроводностью за счет избытка кадмия.

4. Заключение. Методом катодного распыления получен прозрачный контакт из смеси SnO₂ и CdO на стеклянной подложке с прозрачностью 70-80 % (при 700-720 нм) и сопротивлением 90-110 Ом путем предварительного термического напыления в высоком вакууме слоя Sn на поверхность катода из Cd. Разработан способ изготовления фоточувствительной пленки из CdSe, включающий термовакуумного осаждения CdSe на подложку с прозрачным слоем SnO₂ и ТО свежеприготовленной пленки в квазизамкнутой камере на воздухе в присутствии паров CdCl₂ или CuCl₂, обеспечивающий равномерную диффузию очувствляющих веществ.

Эффективность влияния температуры подложки на сопротивление зависит от предварительной обработки исходного материала перед испарением. Известно, что CdSe диссоциирует при нагревании:



В зависимости от энергии диссоциации и сублимации CdSe разлагаются в виде атомов и молекул. В процессе конденсации в начальный период из-за частичного отражения Se в пленке образуется избыток кадмия, обуславливающий ее низкое сопротивление. С повышением температуры подложки начинается отражение от поверхности кадмия и состав становится более стехиометрическим, сопротивление пленок с

Список литературы

- [1]. Корсаков В.Г., Сычев М.М., Бахметьев В.В. Синтез и свойства нанодисперсных полупроводников A₂B₆ и нанолуминофоров. Обзор // Конденсированные среды и межфазные границы. - 2012. - Том 14, № 1. - С. 4152.
- [2]. Mahato S., Kar A.K. The effect of annealing on structural, optical and photosensitive properties of electrodeposited cadmium selenide thin films // Journal of Science: Advanced Materials and Devices. - 2017. - Vol. 2. - P. 165-171.
- [3]. Henriquez R. and et al. Optical properties of CdSe and CdO thin films electrochemically prepared // Thin Solid Films. - 2010. - Vol. 518. - P. 1774-1778.

- [4]. Антипов В.В., Кукушкин С.А., Осипов А.В., Рубец В.П. Эпитаксиальный рост пленок селенида кадмия на кремнии с буферным слоем карбида кремния // Физика твердого тела, 2018, том 60, вып. 3, сс.499-504.
- [5]. Манего С.А., Ивлев Г.Д., Трофимов Ю.В. Фотолуминесценция поликристаллических пленок CdS-CdSe // Наука – образованию, производству, экономике : материалы 16-й Международной научно-технической конференции. – Минск : БНТУ, 2018. – Т. 3. – С. 417.
- [6]. Максименко Ю.А., Полудин В.И., Свечников С.В., Степанчук В.П. Структура и некоторые свойства прозрачных проводящих полупроводниковых пленок SnO₂ . - В сб.: Получение и свойства тонких пленок. Киев, 1976, с.45-48.
- [7]. Jarzebski Z.M. and Morton J.P. Physical properties of SnO₂ Materials. - J. of the Electrochem. Soc., 1976, v. 123, № 7, p. 199-205.
- [8]. Ярмонов А.Н., Ларионов Д.Д., Яхиханов Р.Р. Получение оптически прозрачных
- [9]. токопроводящих покрытий термическим испарением. Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2015, том 17, №2(4), сс. 936-939.
- [10]. Лялинова Р.Ю., Максимова О.Г., Колоскова В.Г., Фаменко С.Д., Кичерман Л.В. Исследование влияния различных добавок на некоторые параметры слоев двуокиси олова. - В сб.: Физика и химия сложных полупроводников. Изд. Штинца, 1975, с. 223-225.
- [11]. А.с. 749304 (СССР). Способ изготовления прозрачных токопроводящих пленок на основе оксидов металлов. /Т.Мирзамахмудов, М.А.Каримов, М.Айибжанов, Б.Каримов, М.И. Алиев/, 1980.
- [12]. Aibzhonov, M., et al. "Anomalous temperature dependence and infrared quenching of equilibrium conductivity in polycrystalline CdSe films." Semiconductors 30.9 (1996): 827-830.

САРАЛАШ ЖАРАЁНЛАРИНИНГ ЭЛАК ТУРЛАРИГА БОҒЛИҚЛИГИ

Р.Ж. Тожиев, Б.С. Ортиқалиев

*Фарғона политехника институти
(Қабул қилинди 11.09.2024 й.)*

Аннотация: Мақолада саралаш жараёнлари элак турига, элак материалига ва элак тешикларининг шаклига боғлиқ эканлиги тўғрисида ёзилган.

Таянч сўзлар: Элак, саралаш, экран, жараён, панжара, майдалаш, қуруқ, нам, эллиптик, синфга ажратиш, заррача диаметри.

Аннотация: В статье написано, что процессы сортировки зависят от типа сита, материала сита и формы ситовых отверстий.

Ключевые слова: сито, сортировка, сито, процесс, решетка, помол, сухое, мокрое, эллиптическое, сортировка, диаметр частиц.

Abstract: The article states that sorting processes depend on the type of sieve, the material of the sieve and the shape of the sieve holes.

Key words: sieve, sorting, sieve, process, grid, grinding, dry, wet, elliptical, sorting, particle diameter.

Саралаш жараёнлари қурилиш материаллари саноатида кенг қўлланилади, чунки кўп ҳолларда технологик жараёнда ишлатиладиган материаллар йириклиги бўйича турли хил модда ёки майда қўшимчаларни ўз ичига олган йирик аралашмадир. Хом ашёни қайта ишлаш жараёнида материални ўлчамлари бўйича синфларга бўлиш керак, унинг сифатини пасайтирадиган аралашмалар ва қўшимчалар материалдан олиб ташланиши керак.

Ушбу жараёнлар учун ишлатиладиган ускуналар механик, гидравлик ва сиқилган ҳаво ёрдамида ишлаш принципига асосланади. Материалларни саралашнинг энг кенг тарқалгани механик усулидир. Белгиланган ўлчамдаги тешиклари бўлган текис ёки қия сиртларда бажариладиган жараён механик саралаш деб аталади ва бунинг учун ишлатиладиган машиналар ва қурилмалар экранлар деб аталади.

Саралашга берилаётган ялпи аралашма бошланғич материал деб аталади. Ўлчамли саралаш юзаси тешиклари ҳажмидан ошиб кетадиган материалнинг заррачалари шу сиртда қолади ва юқоридаги панжара усти (юқори) синф деб аталади; тешиклардан ўтган материалнинг заррачалари панжара остидаги (пастки) синфни ифодалайди.

Мисол учун, агар турли ўлчамдаги заррачадор материаллар аралашмаси 40 мм диаметри тешиклари бўлган элакда ажратиладиган бўлса, унда юқори синф +40, пастки -40, яъни, битта саралаш юзаси материални икки синфга ажратади. Агар сараланадиган материал саралаш юзаси орқали изчил ўтса, натижада $n+1$ синфлари бўлади.

Элаш юзасининг тебраниш ҳаракатлари туфайли унга кирадиган материал экраннинг тушириш учига ўтади. Саралаш юзаси бўйлаб ҳаракатланаётганда, материал силжиши натижасида синфларига бўлинади. Саралаш юзалари думалоқ, эллиптик ёки тўғри чизиқли ҳаракатлар қилиши мумкин. Одатда, ҳаракатнинг барча уч тури қия экранлар учун характерлидир, горизонталлар учун эса улар тўғри чизиқли бўлиб, $35-45^{\circ}$ бурчак остида йўналтирилган. Саралаш сиртининг тебраниш ҳаракати тезлиги шундай танланганки, у қурилиш материалларини саралаш жараёнида тушириш учига ўтган материални саралаш юзасидан даврий ажратишни таъминлайди.

Амалиётда қуйидаги саралаш турлари қўлланилади: дастлабки, унда катта ўлчамли материал таркибидаги майда ўлчамлилар биринчи босқичидаги машиналарда майдалашни талаб қилмайди, шу сабабли дастлабки саралаш орқали бошланғич материалдан ажратиб олинади кейинги босқичда майдалашни талаб қилмайдиган маҳсулотни ажратиш учун оралиқ саралашлар амалга оширилади. Тайёр маҳсулот олиш чиқиндиларни ажратишни назорат қилиш майдалашнинг охириги босқичида амалга оширилади. Бунда белгиланган

ўлчамдан каттароқ зарралар такрорий майдалаш учун қайтарилади (ёпик цикл); тайёр маҳсулотни тижорат фракцияларига ажратилиб жараён якунланади.

Куруқ ва нам саралаш усуллари мавжуд. Нам усулда материал экранга пульпа шаклида ёки куруқ шаклда киради ва махсус пуркагич қурилмаларидан сув билан суғорилади. Нам усул одатда намлиги юқори бўлган лой ва бошқа аралашмалар билан ифлосланган материалларни саралаш учун ишлатилади. Бундай ҳолларда, саралаш пайтида материал нафақат ҳажми бўйича ажратилади, балки ювилади.

Саралаш жараёни одатда иккита кўрсаткич билан баҳоланади: маҳсулдорлик, яъни вақт бирлигида экранга тушадиган хом ашё миқдори ва саралаш самарадорлиги-элак тешикларидан ўтган материал массасининг бошлагич материалда мавжуд бўлган маълум ўлчамдаги материал массасига нисбати. Саралаш самарадорлиги саралаш жараёнининг сифат томонини акс эттиради. Олинган маҳсулотнинг сифати тикилиб қолиш (майдалаш ёки йириклаштириш) билан баҳоланади, бу маҳсулотнинг ушбу фракциясидаги бегона фракциялар заррачааларининг фоизига тенг.

Фракция тушунчаси синф тушунчасидан фарқ қилади, чунки фракциянинг йўлаклари олиниши керак бўлган чегара заррачааларининг чекланган ўлчамлари билан белгиланади ва синф чегаралари саралаш ўтказиладиган экранларнинг тешиклари катталиги билан белгиланади. Масалан, шағални заррача ҳажми 5 мм дан ортиқ бўлган шағал ва заррача ҳажми 5 мм дан кам бўлган кум иккита фракцияга бўлиш учун: 6,5 мм тешиклари бўлган элаklar ишлатилади. Бинобарин, 5-6, 5 мм ўлчамдаги заррачаалар юқори фракцияга, 5 мм дан кичик заррачаалар эса пастки синфга тегишли. Ушбу ҳолат маҳсулотнинг тозаллиги индикаторини саралаш самарадорлиги кўрсаткичи билан алмаштиришга имкон бермайди. Саралаш самарадорлиги (%)

$$E = [C - d(100 - C)]100 / C \quad (1)$$

бу ерда C -экранга кирадиган заррачаа массасининг умумий массасидаги қуйи синф заррачаалари массасининг улуши (заррачаа массасининг намунасини элақдан ўтказиш ёки ушбу материални элак таҳлилининг эгри чизиғи билан аниқланади); $d = (A - A') / A'$ - бу юқори маҳсулотда саралашдан кейин қолган пастки синф заррачааларининг нисбий масса таркиби; A -сараланган материал намунасининг массаси; A' -пастки синф заррачааларининг ўрганилган элақдаги тешикларнинг ўлчами ва шакли билан лаборатория элагида текширилгандан сўнг, сараланган материал бир хил намунасининг массаси. Маҳсулотнинг ифлосланиши (%)

$$Z = (A_0 - A_0')100 / A_0' \quad (2)$$

бу ерда A_0 -тайёр маҳсулот намунасининг массаси; A_0' - танланган ажратиш чегарасига мос келадиган тешикларнинг катталиги билан стандарт лаборатория элагида элақдан ўтказилгандан кейин бир хил намунасининг массаси.

Саралаш жараёнининг эҳтимоллий назарияси асослари

Келинг, саралаш юзаси тешикларидан заррача ўтиши эҳтимолига асосланиб, саралаш жараёнининг асосларини тушунтирувчи назарияни кўриб чиқайлик. Айтайлик, шарсимон заррача вертикал равишда квадрат тешиклари бўлган саралаш юзасига тушади.

Бундай шароитда заррачанинг тешикдан ўтиш эҳтимоли P ҳолатлар сонининг нисбати сифатида яъни, m тешикдан ўтган заррача барча ҳолатларнинг умумий сони n га нисбати сифатида аниқланади:

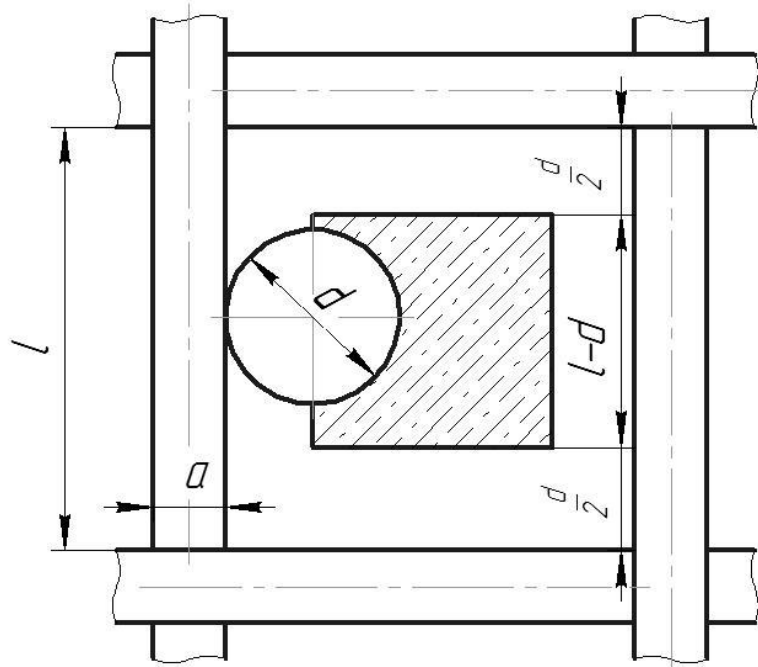
$$P = m / n \quad (3)$$

$m = 0$ да, $P = 0$, яъни.ҳеч қандай ҳолатда заррача тешикдан ўтмаган. $m = n$ да $P = 1$, яъни ҳар сафар заррача элаш юзасига урилганда, у тешикдан ўтди. $N = 1/P$

Қиймат N , эҳтимоллик P нинг тескарсис тешикдан ўтадиган заррачанинг эҳтимоллий сонини аниқлайди. Агар элак симининг қалинлиги α га тенг деб ҳисобласак (1-расм) заррачанинг элак тешигидан ўтиш эҳтимоли

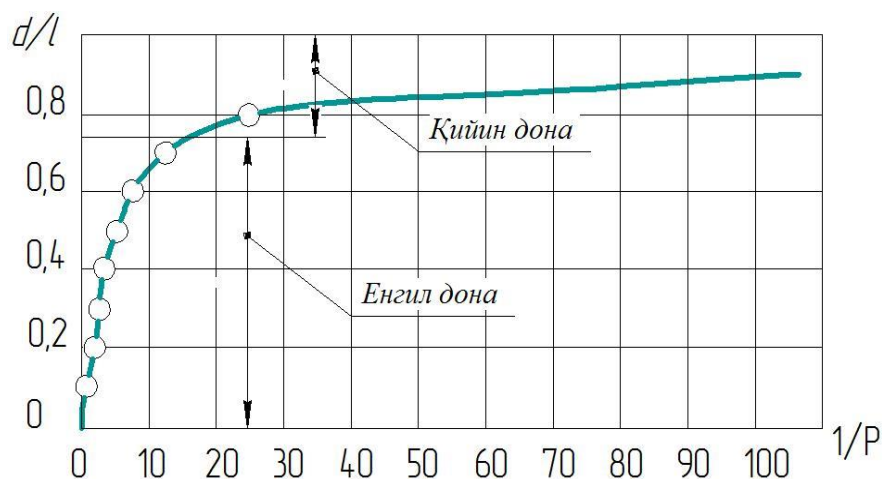
$$P = \frac{(l-d)^2}{(l+a)^2} = \frac{l^2}{(l+a)^2} \left(1 - \frac{d}{l}\right)^2 \quad (4)$$

$\frac{l^2}{(l+a)^2} = \lambda$ қиймат элак очик юзасининг элакнинг бутун майзаррачаиға нисбатини тавсифлайди.



1-расм. Заррачанинг элак тешигидан ўтиш схемаси.

Бундан кўриниб турибдики, заррачанинг ўтиш эҳтимоли элакнинг очик юзасига тўғридан-тўғри пропорционалдир ва заррачани элакдан ўтказиш заррача ва тешик ўлчамларининг нисбатига боғлиқ ва уларнинг мутлақ ўлчамларига боғлиқ эмас. Тўртбурчак тешик орқали заррачанинг ўтиш эҳтимоли сезиларли даражада ошади, чунки бу ҳолда ўтиш учун тўсиқ фақат битта йўналиш (тешик кенглиги), квадрат тешик каби иккита эмас.



2-расм. Заррачанинг тешикдан ўтиш эҳтимоллигининг заррача диаметрига ва элак тешигининг шаклига боғлиқлиги.

Заррач

анинг квадрат ва тўртбурчак тешикдан ўтиш эҳтимолини таққослаш учун Б. Бател куйидаги формулани тавсия қилади

$$\frac{K_L}{K_Q} = \frac{c-1}{c} \frac{d}{m-d} + 1$$

бу ерда K_L, K_Q -заррачанинг тўртбурчак ва квадрат тешиклардан ўтиш эҳтимоли; $c = l' / m$; l' - тўртбурчак тешикнинг узунлиги; m - тешикнинг кенглиги; d - заррачанинг диаметри.

Саралашнинг эҳтимолий назариясига асосланиб, қуйидаги хулосаларни чиқариш мумкин.

1. Элак тешигидан ўтадиган заррачадор материалнинг эҳтимолий сони $N = 1/P$ билан заррачадор материал диаметри d нинг тўртбурчак шаклидаги тешик узунлиги l га нисбати ҳақида d/l оралиғидаги боғлиқлик графигидан кўринадики, сараланаётган материал диаметрининг ортиши $0.75l$ қийматда энг оптимал кўринишга эга бўлади.

Шу сабабли, эҳтимоллик назариясига кўра $0.75l$ дан кичик заррачадор материаллар элакдан яхши ва осон ўтади, $0.75l$ дан катта ўлчамга эга бўлган материалларнинг элакдан ўтиши эса қийин кечади.

2. Элакдан ўтказиш эҳтимоли элак тешиклари ва заррачанинг мутлақ ўлчамларига боғлиқ эмаслиги сабабли, бир хил элакдан ўтган юзалар ва бир хил гранулометрик таркибдаги бошланғич материал билан фақат маълум миқдордаги заррачаалар ўтиши мумкинлиги ҳақида баҳслашиш мумкин. Катта материаллар катта тешиклари бўлган элакларда ёки кичик тешиклари бўлган элакларда кичик материаллар текширилаётганидан қатъи назар, бу рақам тахминан доимий бўлиб қолади. Худди шу маҳсулдорлик билан бошланғич материалдаги заррачаалар сони заррача диаметрининг учинчи кучига тўғридан-тўғри мутаносиб равишда катталашishi билан камаяди, элак юзаси бирлигига тўғри келадиган тешиклар сони эса фақат иккинчисига тўғридан-тўғри мутаносиб равишда камаяди. Бинобарин, экраннинг ишлаши, бошқа барча нарсалар тенг бўлса, бу тешикларнинг ўлчамига тўғридан-тўғри мутаносиб равишда тешикларнинг кўпайиши билан ортади.

Хулоса. Саралаш жараёнининг эҳтимолий назарияси саралаш юзасининг очилиши орқали битта заррачанинг ўтиш шартларини кўриб чиқишга асосланган. Аслида, саралаш жараёни анча мураккаб. Машиналарнинг иш шароитида ишлашини ўрганиш натижалари, шунингдек экспериментал маълумотлар бизга ушбу жараённинг қонуниятларини аниқлашга ва машинанинг параметрларини ва унинг техник ва эксплуатацион кўрсаткичларини аниқлашга имкон бери.

Адабиётлар

- [1]. Хорошавин, Л.Б. Значение вторичных огнеупоров недооценено / Л.Б. Хорошавин // Уральский рынок металлов. 2006. № 8. – С. 39–42.
- [2]. Хорошавин, Л.Б. Современные тенденции развития производства и применения огнеупоров. / Технология композиционной керамики в материаловедении: материалы заочной Всероссийской конференции. – Уфа: Вагант, 2008. – С. 22–30.
- [3]. “Иқтидорли талабалар, магистрантлар, докторантлар ва мустақил изланувчилар “ илмий – амалий анжумани материаллари 2018 йил 11-12 май. 25-бет. “ Заррачадор ва сочиловчан материалларни саралаш машинаси” т.ф.д, проф: Тожиев Р.Ж, магистрант: Ортикалиев Б.С.
- [4]. “Истеъмол бозорини сифатли озиқ-овқат маҳсулотлари билан таъминлаш-фаровонлик ва тараққиётнинг муҳим омили” республика илмий - амалий анжумани материаллари 2018 йил 4-5 май. 279-бет. “ KVARTS” АЖ да Оловбардош гишт хомашёсини саралаш жараёнларини тадқиқ қилиш” т.ф.д, проф: Тожиев Р.Ж, магистрант: Ортикалиев Б.С.
- [5]. Тожиев Р.Ж., Садуллаев Х.М., Ортикалиев Б.С. Техноген хом-ашёлардан тайёрланган оловбардош гиштнинг хоссаларига тўлдирувчи моддалар гранулометрик таркибининг таъсири ФарПИ ИЛМИЙ-ТЕХНИКА ЖУРНАЛИ 2024, Т.28. спец. выпуск №15 9-13 бетлар.

РАСЧЁТ ТОНКОЙ ПЛАСТИНЫ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

А.В. Ахтямов, Б.А. Алиматов

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова
(Получена 08.08.2024 г.)

Abstract. This article presents an algorithm for the finite element method and performs a fairly detailed calculation of a thin plate. A visual visualization of the calculation results is given. The obtained results can be used to test complex CAD systems for calculating technical systems.

Keywords: finite element method, stiffness matrix, deformation, stress, system of equations.

Аннотация. В данной статье приведён алгоритм метода конечных элементов и выполнен достаточно подробный расчёт тонкой пластины. Дана наглядная визуализация результатов расчёта. Полученные результаты могут быть использованы для тестирования сложных CAD-систем для расчёта технических систем.

Ключевые слова: метод конечных элементов, матрица жёсткости, деформация, напряжение, система уравнений.

Annotatsiya. Ushbu maqola chekli elementlar usuli uchun algoritmnı taqdim etadi va yuqqa plastinkaning etarlicha batafsil hisobini amalga oshiradi. Hisoblash natijalarining vizual ko'rinishi berilgan. Olingan natijalar texnik tizimlarni hisoblash uchun murakkab SAPR tizimlarini sinovdan o'tkazish uchun ishlatilishi mumkin.

Tayanch so'zlar: chekli elementlar usuli, qattqlik matritsasi, deformatsiya, kuchlanish, tenglamalar tizimi.

Введение. Системы автоматизированного проектирования и расчёта конструкций разрабатываются преимущественно на основе метода конечных элементов (МКЭ). Популярность метода такова, что программные комплексы, реализующие МКЭ, используются в большинстве известных в настоящее время CAD-систем (UNIGRAPHICS, SOLID WORKS, MECHANICAL DESKTOP и др.) [1,2]. Идея метода заключается в замене сплошного тела системой плоских или объёмных элементов конечных размеров, соединённых в узлах.

Формы элементов выбираются в зависимости от формы тела в целом или отдельных его областей. Соединения в узлах могут быть жёсткими, шарнирными, податливыми. Все элементы тела могут иметь разную форму, размер и даже разную мерность. Неоднородное тело разбивается на элементы, каждый из которых рассматривается как однородный.

С математической точки зрения МКЭ относится к группе вариационно-разностных методов. Искомая функция задаётся для отдельных конечных элементов (КЭ), при этом множество этих функций определяет состояние всей системы. Такая дискретизация расчётной схемы приводит к системе алгебраических уравнений (вместо дифференциальных), решение которой существенно проще исходных дифференциальных уравнений.

Расчёт любой системы методом конечных элементов включает в себя следующие основные этапы: построение матриц жёсткости отдельных элементов, построение глобальной матрицы жёсткости системы, решение полученной системы уравнений, вычисление конечных физических характеристик системы.

Рассмотрим основные этапы расчёта МКЭ механической системы: этап построения матриц жёсткости элементов начинается с построения конечно-элементной модели (КЭМ) на основе имеющихся инженерных навыков. Разработку КЭМ конструкции проводят в следующей последовательности:

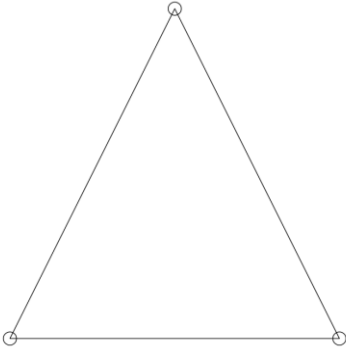
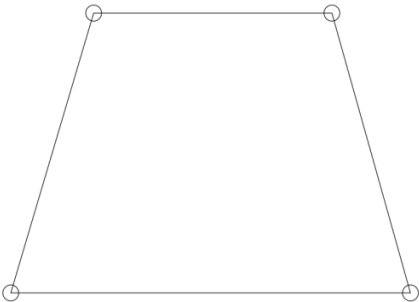
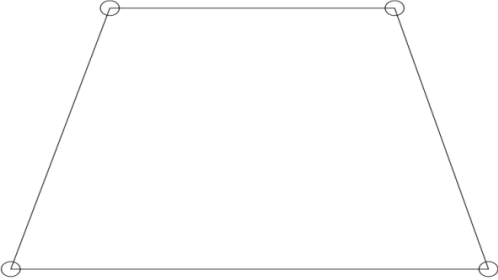
- выбор КЭ для моделирования различных участков конструкции;
- разбиение конструкции сетью КЭ;
- нумерация узлов и элементов в сети;

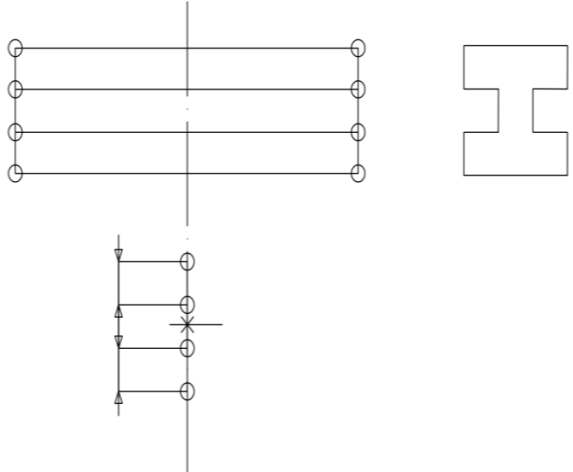
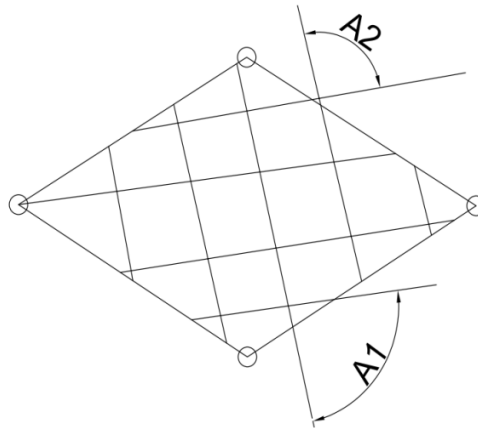
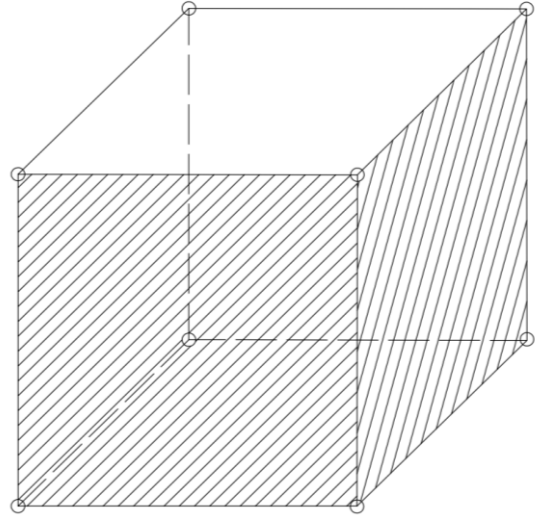
- кодирование сети КЭ в цифровом виде.

Кратко пройдёмся по этим этапам. Всё многообразие КЭ, которое используется при расчёте конструкций, можно разделить на две большие группы: классические и проблемно-ориентированные КЭ. К классическим относятся одномерные изотропные, двухмерные и трёхмерные КЭ с прямолинейными и криволинейными границами. Такие элементы были разработаны в общей теории МКЭ и предназначались для решения классических задач механики деформируемого твёрдого тела [3,4,5,6,7].

По мере использования МКЭ в практике САПР появлялись новые требования к созданию КЭ, вызванные необходимостью снижения вычислительных затрат и упрощением процессов подготовки исходных данных и обработки результатов расчёта. Это привело к созданию проблемно-ориентированных КЭ, предназначенных для моделирования конструкций определённого типа. В табл.1 приведены некоторые проблемно-ориентированные КЭ, применяемые при проектировании авиационных конструкций [8].

Типы конечных элементов. Табл.1

вид	тип	параметры	
		входные	выходные
1	2	3	4
	Стержень, работающий на растяжение-сжатие	E, F (модуль упругости, площадь поперечного сечения)	σ (постоянно по всей длине)
	Треугольный мембранный КЭ	δ (толщина) E, ν (коэффициент Пуассона)	$\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$ (постоянны по всему элементу)
	Четырёхугольный мембранный КЭ	δ, E, ν	$\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$
	Четырёхугольный сдвиговой КЭ	G (модуль сдвига), δ	τ_{xy} (постоянно по всему КЭ)

	Балочный КЭ	Верхний пояс E_1, F_1, l_1	σ_1 (в поясе) $\sigma_{1об}$ (в обшивке)
		Нижний пояс E_2, F_2, l_2	σ_2 (в поясе) $\sigma_{2об}$ (в обшивке)
		Стенка δ, G, ν	τ_{xy}
	Оребрённая панель	E_1, F_1, A_1, c_1 E_2, F_2, A_2, c_2 $\delta_{об}, E_{об}, \nu$	σ_1 σ_2 $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$
	Трёхслойный КЭ с изотропными слоями и заполнителем, работающим на сдвиг	Верхняя панель δ_B, E, ν_B	$\sigma_x^E, \sigma_y^E, \tau_{xy}^E$
		Нижняя панель δ_H, E_H, ν_H	$\sigma_x^H, \sigma_y^H, \tau_{xy}^H$
		Заполнитель G_{yz}, G_{xz}	τ_{yz}, τ_{xz}

На следующем этапе разбиения конструкции сетью КЭ необходимо выбрать формы, размеры и количество КЭ. При этом с одной стороны элементы должны быть достаточно малыми, чтобы получить приемлемые результаты, а с другой - применение достаточно крупных элементов сокращает вычислительные затраты. Как правило, двумерные области покрывают сетью КЭ треугольной или четырёхугольной формы. При расчёте конструкций в местах возмущения напряжённо-деформированного состояния целесообразно использовать

неравномерную сеть КЭ, сгущая её в зонах предполагаемых больших градиентов напряжений [8,9,11].

При моделировании конструкций, содержащих отверстия, пазы, резкие изменения геометрических размеров, используют индикаторные КЭ. Такой КЭ представляет собой обычный элемент из библиотеки КЭ, при этом одна из его жёсткостных характеристик (площадь сечения для стержня, толщина панели для мембранного элемента) считается равной нулю.

При формировании системы линейных алгебраических уравнений МКЭ необходимо не только получить матрицу жёсткости конструкции, но и преобразовать все виды нагрузок к эквивалентным силам, приложенным в узлах КЭМ.

Пусть на тело действует объёмно-распределённая нагрузка $\vec{q} = \vec{q}(x, y, z)$:

$$\vec{q}(x, y, z) = X(x, y, z)\vec{i} + Y(x, y, z)\vec{j} + Z(x, y, z)\vec{k}, \quad (1)$$

где X, Y, Z - компоненты нагрузки.

Тогда эквивалентные узловые силы определяются выражением:

$$\{N\} = [A^{-1}]^T \iiint [\varphi(x, y, z)]^T \{q(x, y, z)\} dV, \quad (2)$$

Аналогично для поверхностно-распределённой нагрузки и линейно-распределённой нагрузки:

$$\{N\} = [A^{-1}]^T \iint [\varphi(x, y)]^T \{q(x, y)\} dS, \quad (3)$$

$$\{N\} = [A^{-1}]^T \int [\varphi(x)]^T \{q(x)\} dx, \quad (4)$$

Пользуясь выражениями (2), (3), (4), можно получить значения для эквивалентных узловых усилий для произвольного случая напряжения системы. В работе [9] приводится вывод значений узловых сил для некоторых общих случаев нагружения системы.

Для уменьшения затрат машинного времени на решение задачи следует учитывать требование ширины ленты матрицы жёсткости системы так, чтобы она имела минимальное значение. Этого добиваются нумерацией узлов и элементов в направлении меньшего числа узлов [10].

При выполнении вручную удобно производить кодирование сети в виде таблиц, содержащих информацию пяти типов данных:

- топологические данные;
- жёсткостные характеристики элементов;
- координаты узлов;
- статические граничные условия;
- кинематические граничные условия.

После построения КЭМ системы выполняем подсчёт геометрических и жёсткостных характеристик отдельных элементов. Примеры вычисления таких характеристик для треугольного и прямоугольного конечных элементов приведены в [12].

Построив матрицы жёсткости для каждого конечного элемента системы, необходимо собрать глобальную матрицу жёсткости и суммарный вектор нагрузки. Получившаяся при этом система алгебраических уравнений имеет вид:

$$\{P\} = [K] \cdot \{\delta\}, \quad (5)$$

где $\{P\}$ – вектор-столбец суммарной нагрузки; $[K]$ - глобальная матрица жёсткости системы; $\{\delta\}$ - вектор столбец перемещений.

С учётом граничных условий для закреплённых узлов, исключаем соответствующие столбцы и строки из матрицы жёсткости $[K]$ и векторов $\{\delta\}$ и $\{P\}$ [6]. Получаем модифицированную систему уравнений:

$$[\tilde{K}]\{\delta\} = \{\tilde{P}\}, \quad (6)$$

Решение такой системы имеет вид:

$$\{\delta\} = [\tilde{K}]^{-1} \{\tilde{P}\}, \quad (7)$$

По найденным значениям перемещений узлов $\{\delta\}$ вычисляем значения реакций связей в закреплённых узлах системы.

Для контроля правильности произведённых вычислений необходимо выполнить проверку условий равновесия узловых сил.

Оценку напряжённо-деформированного состояния системы выполняем путём вычисления напряжений в элементах, которые связаны с относительными деформациями законом Гука:

$$\{\sigma\} = [D] \cdot \{\epsilon\}, \quad (8)$$

Приведём выражения для подсчёта напряжений для треугольного и прямоугольного КЭ [12,13]. Для треугольного КЭ напряжения постоянны в пределах элемента и определяются выражениями:

$$\{\sigma\} = [D][B]\{\delta\}, \quad (9)$$

где $[D] = \frac{Eh}{1-\nu^2} \begin{bmatrix} 1 & \nu & 0 \\ \nu & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1-\nu}{2} \end{bmatrix}$ - матрица физических характеристик элемента;

$[B] = \frac{1}{2\Delta} \begin{bmatrix} b_i & b_j & b_k & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & c_i & c_j & c_k \\ c_i & c_j & c_k & b_i & b_j & b_k \end{bmatrix}$ - матрица геометрических характеристик элемента.

$\{\delta\} = \begin{Bmatrix} u_i \\ u_j \\ u_k \\ v_i \\ v_j \\ v_k \end{Bmatrix}$ - вектор перемещений КЭ.

В отличие от треугольного, в прямоугольном КЭ напряжения переменны в пределах элемента и имеют вид:

$$\{\sigma(x, y)\} = [D][B(x, y)] [A]^{-1} \{\delta\}, \quad (10)$$

Где $[D] = \frac{Eh}{1-\nu^2} \begin{bmatrix} 1 & \nu & 0 \\ \nu & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1-\nu}{2} \end{bmatrix}$ - матрица жёсткости КЭ;

$[B(x, y)] = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & y & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & x \\ 0 & 0 & 1 & x & 0 & 1 & 0 & y \end{bmatrix}$ - матрица геометрии КЭ;

$[A]^{-1} = \begin{bmatrix} ab & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -b & b & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -a & 0 & 0 & a & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & ab & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -b & b & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -a & 0 & 0 & a \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 1 & -1 \end{bmatrix}$ - матрица геометрических характеристик КЭ;

$\{\delta\} = \begin{Bmatrix} u_i \\ u_j \\ u_k \\ v_i \\ v_j \\ v_k \end{Bmatrix}$ - вектор-столбец перемещений КЭ.

При расчёте инженерных конструкций необходимо знать экстремальные (максимальные и минимальные) значения напряжений. Максимальные и минимальные напряжения называются главными напряжениями, а площадки, по которым они действуют - главными площадками. Значения главных напряжений вычисляем по формуле:

$$\sigma_{\max/\min} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2} \quad (11)$$

Главные касательные напряжения вычисляем по формуле:

$$\tau_{\max/\min} = \pm \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2} \quad (12)$$

Положение главных площадок определяется значением угла α_0 , который находится из выражения:

$$\operatorname{tg} 2\alpha_0 = - \frac{2\tau_{xy}}{\sigma_x - \sigma_y} \quad (13)$$

Основная часть. Рассмотрим расчёт напряжённо-деформированного состояния пластины единичной толщины.

Исходные данные для расчёта: $a = 420\text{ мм}$, $b = 220\text{ мм}$, $c = 200\text{ мм}$, $P = 80\,000\text{ Н}$, $E = 7,2 \cdot 10^5\text{ Н/мм}^2$, $[\sigma] = 800\text{ Н/мм}^2$; $[\tau] = [\sigma]/2 = 400\text{ Н/мм}^2$.

Разбиваем пластину на ряд треугольных конечных элементов и выполняем нумерацию узлов и КЭ (рис. 1)

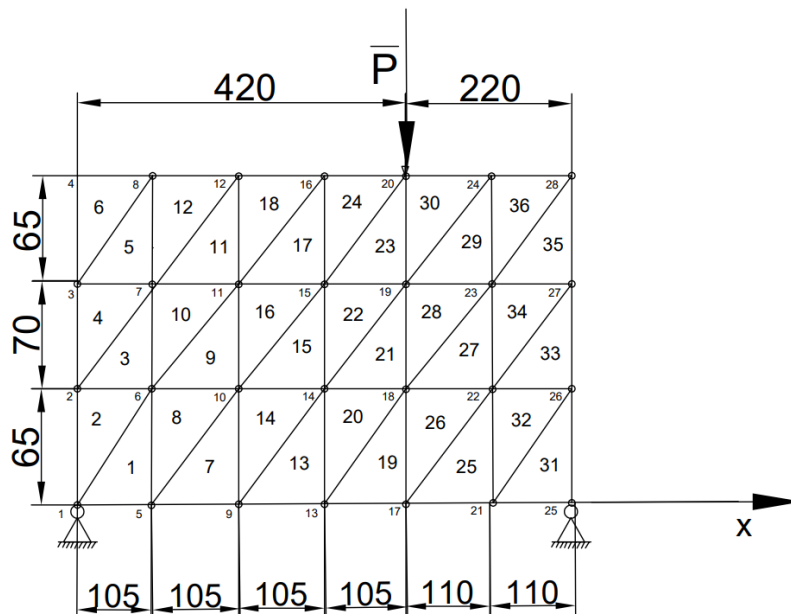


Рисунок 1. Разбиение пластины на КЭ

Вся информация о сети КЭ представлена в виде таблиц (табл. 2, 3)

Информация об элементах. Таблица 2.

Топология				Жесткости		
№ элемента	Номера узлов			E, Н/мм ²	F, мм ²	v
1	6	1	5	$7,2 \cdot 10^5$	3412.5	0.3
2	2	1	6	$7,2 \cdot 10^5$	3412,5	0.3
3	7	2	6	$7,2 \cdot 10^5$	3675	0.3
4	3	2	7	$7,2 \cdot 10^5$	3675	0.3
5	8	3	7	$7,2 \cdot 10^5$	3412,5	0.3
6	4	3	8	$7,2 \cdot 10^5$	3412.5	0,3
7	10	5	9	$7,2 \cdot 10^5$	3412.5	0.3
8	6	5	10	$7,2 \cdot 10^5$	3412.5	0,3
9	11	6	10	$7,2 \cdot 10^5$	3675	0,3
10	7	6	11	$7,2 \cdot 10^5$	3675	0,3
11	12	7	11	$7,2 \cdot 10^5$	3412.5	0,3
12	8	7	12	$7,2 \cdot 10^5$	3412.5	0.3
13	14	9	13	$7,2 \cdot 10^5$	3412.5	0.3
14	10	9	14	$7,2 \cdot 10^5$	3412.5	0.3
15	15	10	14	$7,2 \cdot 10^5$	3675	0.3
16	11	10	15	$7,2 \cdot 10^5$	3675	0.3
17	16	11	15	$7,2 \cdot 10^5$	3412.5	0,3
18	12	11	16	$7,2 \cdot 10^5$	3412.5	0,3
19	18	13	17	$7,2 \cdot 10^5$	3412.5	0.3
20	14	13	18	$7,2 \cdot 10^5$	3412.5	0.3
21	19	14	18	$7,2 \cdot 10^5$	3675	0.3
22	15	14	19	$7,2 \cdot 10^5$	3675	0.3
23	20	15	19	$7,2 \cdot 10^5$	3412.5	0.3
24	16	15	20	$7,2 \cdot 10^5$	3412.5	0.3
25	22	17	21	$7,2 \cdot 10^5$	3575	0.3
26	18	17	22	$7,2 \cdot 10^5$	3575	0.3
27	23	18	22	$7,2 \cdot 10^5$	3850	0.3
28	19	18	23	$7,2 \cdot 10^5$	3850	0.3
29	24	19	23	$7,2 \cdot 10^5$	3575	0.3
30	20	19	24	$7,2 \cdot 10^5$	3575	0.3
31	26	21	25	$7,2 \cdot 10^5$	3575	0.3
32	22	21	26	$7,2 \cdot 10^5$	3575	0.3
33	27	22	26	$7,2 \cdot 10^5$	3850	0.3
34	23	22	27	$7,2 \cdot 10^5$	3850	0.3
35	28	23	27	$7,2 \cdot 10^5$	3575	0,3
36	24	23	28	$7,2 \cdot 10^5$	3575	0,3

Информация об узлах. Таблица 3.

№ узла	Координаты		Закрепления		Нагрузки	
	X, mm	Y, mm	U	V	P _x , Н	P _y , Н
1	0	0	0	0	0	0
2	0	65	*	*	0	0
3	0	135	*	*	0	0
4	0	200	*	*	0	0
5	105	0	*	*	0	0
6	105	65	*	*	0	0
7	105	135	*	*	0	0
8	105	200	*	*	0	0
9	210	0	*	*	0	0
10	210	65	*	*	0	0
11	210	135	*	*	0	0
12	210	200	*	*	0	0
13	315	0	*	*	0	0
14	315	65	*	*	0	0
15	315	135	*	*	0	0
16	315	200	*	*	0	0
17	420	0	*	*	0	0
18	420	65	*	*	0	0
19	420	135	*	*	0	0
20	420	200	*	*	0	-80000
21	530	0	*	*	0	0
22	530	65	*	*	0	0
23	530	135	*	*	0	0
24	530	200	*	*	0	0
25	640	0	0	0	0	0
26	640	65	*	*	0	0
27	640	135	*	*	0	0
28	640	200	*	*	0	0

Все дальнейшие вычисления выполняем с помощью системы математического обеспечения MAPLE [15]. Вычисляем матрицу жёсткости для каждого из 36 КЭ и формируем глобальную матрицу жёсткости системы. Далее по формуле (3) формируем вектор эквивалентных узловых сил системы. Кинематические граничные условия задачи имеют вид: $u_1=0$; $v_1=0$; $u_{25}=0$; $v_{25}=0$. С учётом таких Г.У. формируем разрешающую систему уравнений (6) системы. Решаем получившуюся систему алгебраических уравнений в MAPLE [15]. Результаты решения системы уравнений предоставлены в табл.4:

Матрица узловых перемещений. Таблица 4.					
№	U_i	V_i	№	U_i	V_i
1	0	0	15	-0.039	-0.539
2	-0.009	-0.032	16	0.007	-0.523
3	0.046	-0.043	17	-0.01	-0.576
4	0.127	-0.043	18	-0.048	-0.591
5	0.091	-0.208	19	-0.079	-0.618
6	-0.021	-0.198	20	-0.126	-0.656
7	0.039	-0.198	21	0.035	-0.34
8	0.119	-0.195	22	-0.047	-0.35
9	-0.112	-0.392	23	-0.113	-0.357
10	-0.046	-0.388	24	-0.213	-0.356
11	0.009	-0.38	25	0	0
12	0.083	-0.37	26	-0.052	-0.052
13	-0.084	-0.537	27	-0.129	-0.082
14	-0.057	-0.541	28	-0.245	-0.088

Согласно вычисленным перемещениям узлов построена схема деформации пластины (рис.2)

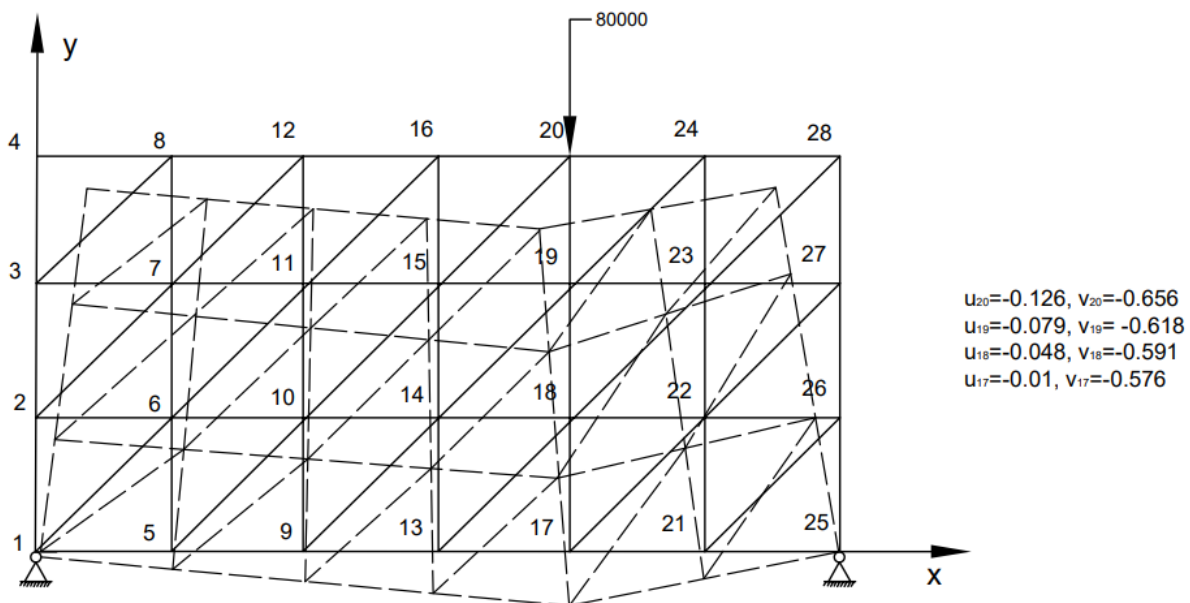


Рисунок 2. Схема деформированной пластины.

По найденным значениям $\{\delta\}$ вычисляем реакции связей для 1-го и 25-го узлов системы: $R_{1x}=37636\text{H}$; $R_{1y}=27500\text{H}$; $R_{25x}=-37636\text{H}$; $R_{25y}=52500\text{H}$;
Выполняем проверку значений найденных реакций связей:

$$\sum F_{kx} = R_{1x} + R_{25x} = 37636 - 37636 = 0$$

$$\sum F_{ky} = R_{1y} + R_{25y} - P = 27500 + 52500 - 80000 = 0$$

Результаты. Как видим, условия равновесия выполняются. По найденным значениям перемещения узлов u_i , v_i , $i=1,28$ по формуле (9) вычисляем напряжения для всех конечных элементов системы. Результаты вычислений представлены в табл.5

Значение напряжений по конечным элементам. Таблица 5.						
Номер КЭ	σ_x	σ_y	τ_{xy}	$\sigma_{\text{экв}}$	σ_{max}	σ_{min}
1	-646	-84.17	-252.55	749.2	-112.803	-617.354
2	-209.078	-419.582	-475.46	900.124	161.186	-789.845
3	-91.27	-26.893	-199.29	354.61	140.167	-258.332
4	-91.78	-134.787	-190.045	350.102	76.79	-303.356
5	-45.643	19	-66.052	128.064	52.61	-79.25
6	-60.181	-23.063	-55.88	110.156	14.178	-97.422
7	-150.47	0.665	-204.556	385.059	129.563	-279.365
8	-150.95	64.35	-207.582	407.324	164.152	-250.752
9	-160.93	31.097	-283.6	522.64	218.6	-348.43
10	-221.62	-66	-245.161	468.142	101.272	-388.89
11	-184.02	39.33	-167.6	364.1	105.073	-229.761
12	-260.61	-45.49	-120.06	318.4	-33.212	-272.9
13	198.78	20.46	-266.87	499.5	376.56	-157.32
14	-69.2	25.047	-119.74	223.971	97.571	-141.718
15	-78.29	-5.261	-329.3	575.37	287.5	-371.04
16	-335.67	-21.325	-199.27	474.438	20.57	-377.567
17	-304.49	82.6	-224.06	524.69	112.9	-334.79
18	-537.33	-46.65	-89.35	538.307	-203.332	-380.651
19	505.723	-16.9	-264.2	688.471	508.853	-20.036
20	58.721	-21.56	-18.163	78.54	37.288	-0.125
21	-18.014	-277.34	-256.063	518.605	108.512	-403.867
22	-295.1	-70.307	-134.77	354.642	-48.144	-317.267
23	-439.5	-551.61	-410.759	872.45	-84.759	-906.344
24	-945.17	-104.783	-155.21	935.41	-373.24	-682.318
25	287	-23.9	243.83	517.846	375.543	-112.44
26	-51.247	-183.99	446.06	789.91	328.47	-563.72
27	-17.55	-71.67	345.65	602.165	301.06	-390.274
28	-338.7	-373.55	535.318	493.69	179.21	-891.447
29	-245.64	-63.367	231.69	458.07	77.082	-386.092
30	-764.49	-649.11	552.77	1194.24	-154.057	-1259.543
31	-440.48	-70.4	636	1262.16	63.82	-1208.3
32	-68.638	-130.59	400.48	703.674	301.384	-500.615
33	-136.67	-357.37	444.71	831.176	197.752	-691.793
34	135.647	-107.1	428.29	752.09	306.91	-549.654
35	-132.89	-97.89	197.44	362.2	82.034	-312.81
36	-222.76	-56.5	248.49	474.83	108.775	-388.05

Напряжённое состояние пластины может быть наглядно представлено при помощи нескольких способов графической интерпретации полученных результатов[14]. Первым способом является изображение деформированного состояния системы. Второй способ – построение эпюр σ_x , σ_y , τ_{xy} , путём нанесения их значений на схему КЭМ.

Для детализации рассмотрения значений напряжений на рис. 3 представлено распределение напряжений по конечным элементам:

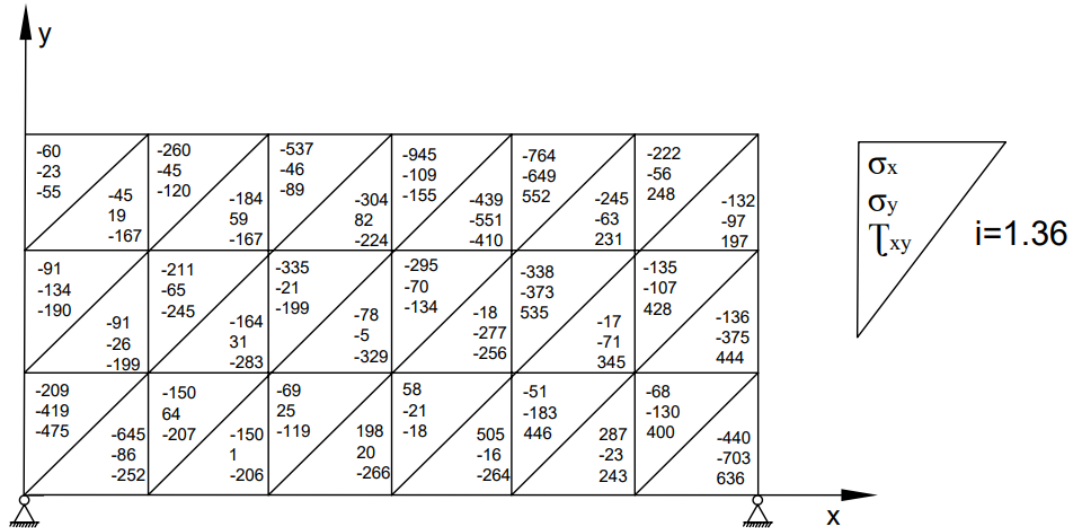


Рисунок 3. Распределение напряжений по конечным элементам.

Другим способом является тоновая и цветографическая формы визуализации. Для построения линий равного уровня тонового изображения на сети КЭ используем значения эквивалентных напряжений, вычисленные по формуле:

$$\sigma_{\text{экв}} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3\tau_{xy}^2} \quad (14)$$

Линии равного уровня, вычисленные согласно (14) представлены на рис. 4.

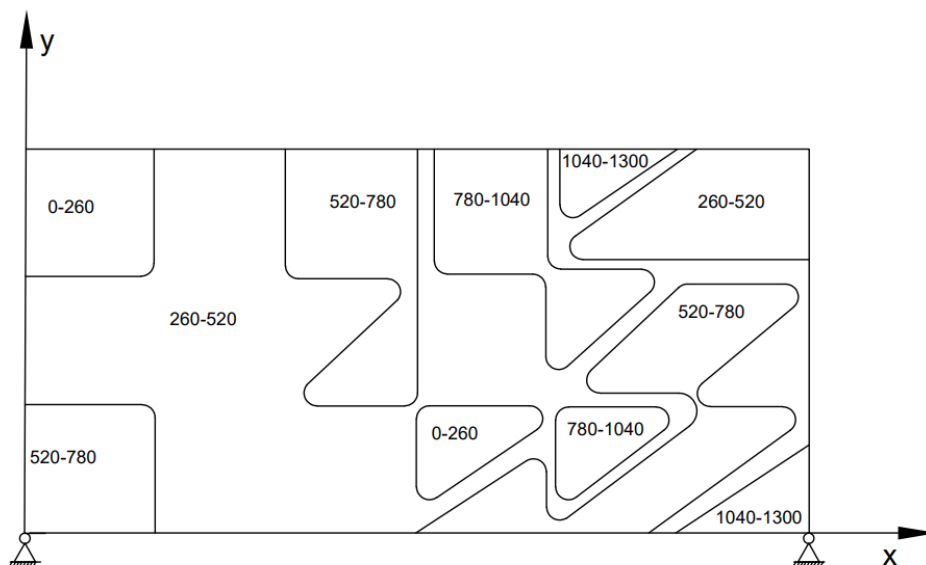


Рисунок 4. Линии равного уравнения $\sigma_{\text{экв}}$.

Список литературы

- [1]. Краснов М.В., Чигишев Ю.В. Unigraphics для профессионалов. Изд-во ЛОРИ, 2004. -319 с.
- [2]. Чигарев А.В., Кравчук А.С., Смалюк А.Ф. ANSYS для инженеров. Справ. пособие. -М.: Машиностроение-1, 2004. -512 с.

- [3]. Зенкевич С. Метод конечных элементов в технике // С. Зенкевич; пер. с англ. -М: Мир, 1975. – 540 с.
- [4]. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов // Л. Сегерлинд, пер. с англ. – М: Мир, 1979. – 390 с.
- [5]. Серник И.Н. Метод конечных элементов в решении задач несущих систем. -М.:Изд-во АСВ, 2015. -200 с.
- [6]. Маковкин Г.А., Личачева С.Ю. Применение МКЭ к решению задач механики деформируемого твердого тела: уч. пособие. Изд-во ННГАСУ, Новгород, 2012. -71 с.
- [7]. Бурман З.И. Метод конечных элементов в расчетах континуальных и комбинированных конструкций // Исслед. по теории пластин и оболочек.-Москва,1972, вып. 9. с.93-118.
- [8]. Комаров В. А., Соловьев А.В. Моделирование авиационных конструкций в САПР. Изд-во Куйбышевского авиационного института. –Куйбышев, 1984. -27 с.
- [9]. Агапов В.П. Метод конечных элементов в статике, динамике и устойчивости пространственных тонкостенных конструкций: уч. пособие. -М: Изд-во ассоциации строительных вузов, 2000. -152 с.
- [10]. Kattan P.I., Voyiadis G.Z. Damage Mechanics with Elements: Practical Application with Computer Tools. Berlin: Springer, 2002. -113 p.
- [11]. Андреев В.Б. Лекции по методу конечных элементов: уч. пособие. -М: изд-во МГУ, 2010. -264 с.
- [12]. Строительная механика: учеб. пособие для вузов / под ред. А. В. Даркова – изд. 7-е перераб. и доп. – М: Высш. школа, 1976. – 600 с.
- [13]. Крылов О. В. Метод конечных элементов и его применение в инженерных расчетах: учебное пособие. - М: Радио и связь, 2002. -104 с.
- [14]. Ахтямов А. В. Математическое моделирование и математическое обеспечение автоматизированного проектирования: учебное пособие. -Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2005. -54 с.
- [15]. Матросов А.В. Maple 6. Решение задач высшей математики и механики. -СПб.:БХВ-Петербург, 2001. -528 с.

QURITISH AGENTI SARFINI PAXTA TOLASIDAN NAMLIKNI AJRALISHIGA VA TOZALASH SAMARADORLIGIGA TA'SIRI

R.I. Ro'zmetov¹, T.O. Tuychiyev¹, X.E. Turdiyev²

¹Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti

rur_78@mail.ru, timur.tuychiev@mail.ru tel: +998 97 735 07 78; +998 97 747 34 06

²Farg'ona politexnika instituti

[\(Qabul qilindi 16.08.2024 y.\)](#)

Annotatsiya. Takomillashtirilgan 6A-12M1 rusumli quritish-tozalash uskunasida yuqori va past navli paxtani quritish hamda tozalashda paxta tarkibidan namlikni va ifloslikni ajralishi hamda uskuna tozalash samaradorligiga ta'siri o'rganildi. Bunda namligi 9,1 %, iflosligi 5,3 % bo'lgan Namangan-77 seleksiyali I nav 2- sinfli paxtani 75 °C va 100 °S havo xaroratida, 8 ming m³/soat havo sarfida quritilib tozalanganda paxtaning namligi 8,85 % dan 8,66 % gacha kamaygan bo'lsa, havoning xaroratlari o'zgarmagan holda havoning sarfini 9 ming m³/soatgacha oshirilganda paxtaning namligi 8,64 % dan 8,36 % gacha, havoning sarfi 10 ming m³/soatgacha oshirilganda esa paxtaning namligi 8,53 % dan 8,21 % gacha kamaydi. Havoning harorati 125° C dan 150° C gacha, havo sarfi 8 ming m³/soatdan 10 ming m³/soat gacha oshirilganda paxtaning namligi o'z navbatida 8,51 %, 8,25 %, 8,12% va 8,35 %, 8,14 %, 7,97 % gacha kamayganligi aniqlandi.

Tanyachli so'zlar: Uskuna, paxta xomashyosi, quritish agenti, havo sarfi, havo xarorati, namlik, ifloslik, tozalash samaradorlik.

Аннотация. В усовершенствованной сушильно-чистящей машине 6А-12М1 при сушке и очистке хлопка высших и низких сортов изучено удаление влаги и грязи из хлопкового содержимого и влияние на эффективность очистки оборудования. При этом при сушке и очистке Наманган-77 при температуре воздуха 75 0С и температуре воздуха 100 0С, при расходе воздуха 8 тыс. хлопка составляла 8,85% до 8, уменьшалась до 0,66%, при увеличении расхода воздуха до 9000 м3/ч без изменения температуры воздуха влажность хлопка увеличивалась с 8,64% до 8,36%, а при увеличении расхода воздуха до 10000 м3 /ч, влажность хлопка составила 8,53 %, снизилась до 8,21 %. При повышении температуры воздуха с 1250 С до 150 0 С и увеличении расхода воздуха с 8 тыс. м3/ч до 10 тыс. м3/ч влажность хлопка составляет 8,51%, 8,25%, 8,12% и 8,35%. соответственно установлено, что она снизилась до 8,14%, 7,97%.

Ключевые слова: оборудование, хлопок-сырец, сушильный агент, расход воздуха, температура воздуха, влажность, загрязненность, эффективность очистки.

Abstract. In the improved 6A-12M1 drying-cleaning equipment, during drying and cleaning of high- and low-grade cotton, the removal of moisture and dirt from the cotton content and the effect on the cleaning efficiency of the equipment were studied. In this case, when Namangan-77 selected 1st grade 2nd grade cotton with 9.1% moisture and 5.3% dirt was dried and cleaned at 75 °C and 100 °C air temperature, with an air consumption of 8 thousand m³/hour, the moisture content of cotton was 8.85% to 8 decreased to .66%, when air consumption was increased to 9,000 m³/h without changing the air temperature, the moisture content of cotton increased from 8.64% to 8.36%, and when air consumption was increased to 10,000 m³/h, the moisture content of cotton was 8.53 % decreased to 8.21 %. When the air temperature is increased from 1250 C to 150 0 C, and the air consumption is increased from 8 thousand m³/h to 10 thousand m³/h, the moisture content of cotton is 8.51%, 8.25%, 8.12% and 8.35%, respectively. It was found that it decreased to 8.14%, 7.97%.

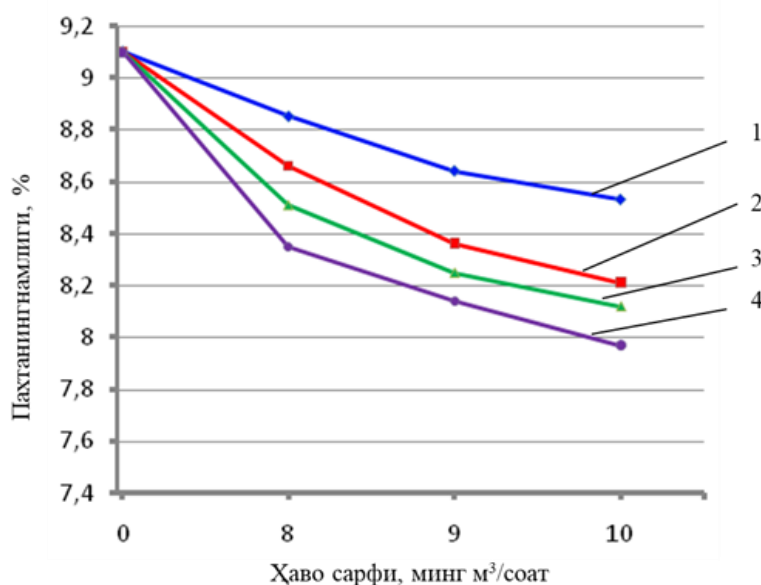
Key words: equipment, raw cotton, drying agent, air consumption, air temperature, humidity, dirt, cleaning efficiency.

Kirish. Nazariy va amaliy tadqiqotlar asosida 6A-12M1 rusumli tozalagich bir vaqtning o'zida quritish va tozalash jarayonini amalga oshiradigan holatda takomillashtirildi[1, 2]. Takomillashtirilgan 6A-12M1 rusumli quritish-tozalash uskunasiga beriladigan quritish agenti sarfini paxta tolasidan namlikning ajralishiga va tozalash samaradorligiga ta'sirini o'rganish uchun uskunada tajriba- tadqiqot ishlari olib borildi. Tadqiqot ishlari namligi 9,1 %, iflosligi 5,3 % bo'lgan Namangan-77 seleksiyali paxtaning I nav 2- sinfida va namligi 11,2 %, iflosligi 8,4 % bo'lgan Namangan -77 seleksiyali paxtaning III nav 2- sinfida o'tkazildi[3, 4]. Tajribalar o'tkazishda paxtani quritish va mayda iflosliklardan tozalash uskunasiga IICH-1,9 issiqlik generatoridan paxtani quritish uchun quvur yordamida issiq havo berildi.

Ma'lumki, paxtani quritish jarayoniga ta'sir etuvchi omillardan biri quritish agentining harorati hisoblanadi. Izlanuvchilarning olib borgan tadqiqotlariga ko'ra quritish agenti haroratini 160-170 °S dan oshib ketishi tolaning sifat ko'rsatkichlariga salbiy ta'sir ko'rsatishi ilmiy asoslangan[5, 6]. Shuning uchun tajriba ishlarini o'tkazishda quritish agentining pastki qiymatini 75 °S, yuqori qiymatini esa 150°S qilib olindi[7]. Natijalari 1 va 2- rasmlarda keltirilgan.

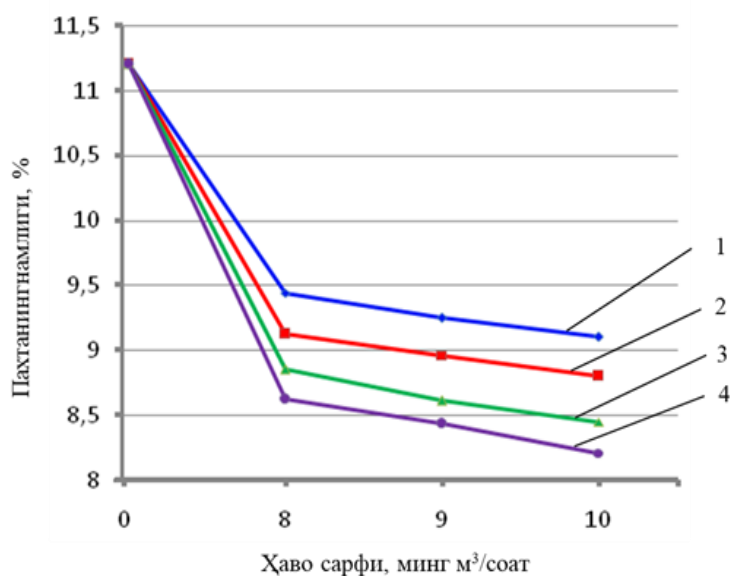
1- rasmdan quritish-tozalash uskunasiidagi I nav 2- sinfli paxtani quritish uchun berilgan havoning xarorati 75 °S, havo sarfi 8 ming m³/soat ni tashkil etganda paxtaning namligi 9,1 % dan 8,85 % gacha kamayishini ko'rish mumkin. Havoning xarorati o'zgarmagan holda havoning sarfini 9 ming m³/soatgacha oshirilganda paxtaning namligi 8,64 % gacha, havoning sarfi 10 ming m³/soatgacha oshirilganda esa paxtaning namligi 8,53 % gacha kamaydi.

Paxtani quritishga berilayotgan havoning xarorati 100 °S, havo sarfi 8 ming m³/soat bo'lganda paxtaning namligi 8,66 % ga kamaygan bo'lsa, havo xarorati o'zgarmagan holda havo sarfi 9 ming m³/soatgacha oshirilganda paxtaning namligi 8,36 % ga, havoning sarfi 10 ming m³/soatda esa paxtaning namligi 8,21 % ga kamayganini ko'rish mumkin. Bu holat havoning xarorati 125 va 150 °S bo'lganda hamda havo



1, 2, 3, 4 – o'z navbatida 75, 100, 125, 150°S
1- rasm. Paxta namligining o'zgarishini havo sarfiga bog'liqlik grafigi (Namangan-77, I nav 2- sinf, namligi 9,1 %).

sarfi 8 ming m^3/soat dan 10 ming m^3/soat gacha oshirilganda paxtani namligi o'z navbatida 8,51 %, 8,25 %, 8,12% va 8,35 %, 8,14 %, 7,97 % gacha kamayganini ko'rish mumkin[8].



1, 2, 3, 4 – o'z navbatida 75, 100, 125, 150⁰S

2- rasm. Paxta namligining o'zgarishini havo sarfiga bog'liqlik grafigi (Namangan-77, III nav 2- sinf, namligi 11,2 %).

havoning sarfi 10 ming m^3/soat gacha oshirilganda paxtaning namligi 8,8 % gacha kamaydi. Paxtani quritish uchun berilgan havoning xarorati 125 va 150 ⁰S bo'lganda va havo sarfi 8 ming m^3/soat dan 10 ming m^3/soat gacha oshirilganda paxtaning namligi o'z navbatida 8,85 %, 8,61 %, 8,45 % va 8,62 %, 8,43 %, 8,21 % gacha kamayganligini ko'rish mumkin. Tadqiqot ishlari davrida havo xarorati va sarfining o'zgarishini paxta tarkibidagi mayda iflosliklarni o'zgarishiga ta'siri o'rganildi[9].

Quritish-tozalash uskunasidagi

I nav 2- sinfli paxtani quritish uchun berilgan havoning xarorati 75 ⁰S, havo sarfi 8 ming m^3/soat ni tashkil etganda paxtaning iflosligi 5,3 % dan 4,18 % gacha kamayishini ko'rish mumkin. Havoning xarorati o'zgarmagan holda havoning sarfini 9 ming m^3/soat gacha oshirilganda paxtaning iflosligi 4,09 % gacha, havoning sarfi 10 ming m^3/soat gacha oshirilganda esa paxtaning iflosligi 3,98 % gacha kamaydi. Quritishga berilayotgan havoning xarorati 100 ⁰S, havo sarfi 8 ming m^3/soat bo'lganda paxtaning iflosligi 4,0 % ga kamaygan bo'lsa, havo xarorati o'zgarmagan holda havo sarfi 9 ming m^3/soat gacha oshirilganda paxtaning iflosligi 3,92 % ga, havoning sarfi 10 ming m^3/soat gacha oshirilganda esa paxtaning iflosligi 3,84 % ga kamaydi. Bu ko'rsatkich havoning xarorati 125 ⁰S, havo sarfi 8 va 9 ming m^3/soat bo'lganda paxtaning iflosligi o'z navbatida 3,83 % va 3,7 % ga kamaygan bo'lsa, xarorat o'zgarmagan holda havo sarfi 10 ming m^3/soat gacha oshirilganda paxtaning iflosligi 3,56 % ga kamaydi.

Paxtani quritish uchun berilgan havoning xarorati 150 ⁰S, havo sarfi 8 ming m^3/soat bo'lganda paxtaning iflosligi 3,61 % ga kamaygan bo'lsa, havo xarorati o'zgarmagan holda havo sarfi 9 ming m^3/soat gacha oshirilganda paxtaning iflosligi 3,48 % ga, havoning sarfi 10 ming m^3/soat gacha oshirilganda esa paxtaning iflosligi 3,32 % ga kamaydi.

Quritish-tozalash uskunasidagi III nav 2- sinfli paxtani quritish uchun berilgan havoning xarorati 75 ⁰S, havo sarfi 8 ming m^3/soat ni tashkil etganda paxta tarkibidagi mayda iflosliklarni 8,4 % dan 6,11 % gacha kamaygan bo'lsa, xarorat o'zgarmagan holda havoning sarfi 9 ming m^3/soat gacha oshirilganda iflosliklar miqdori 5,83 % gacha, havo sarfi 10 ming m^3/soat ni tashkil etganda esa 5,61 % gacha kamaydi[10].

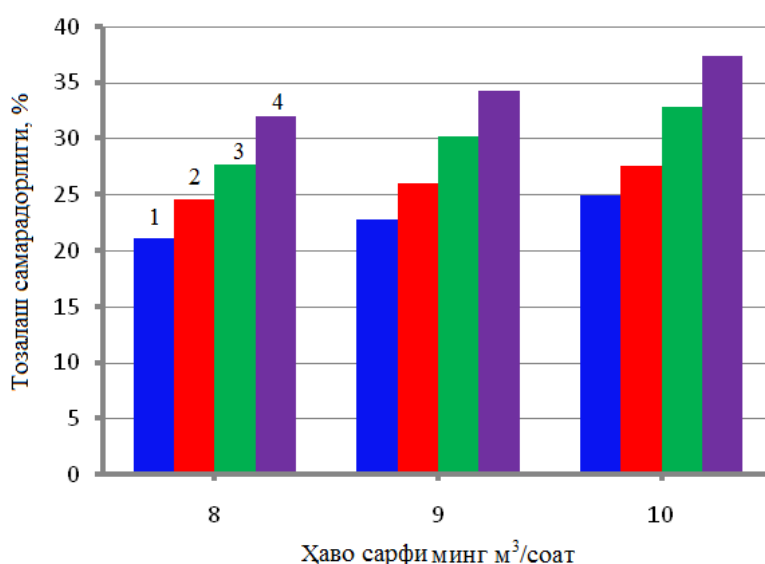
Paxtani quritish uchun berilgan havoning xarorati 100 ⁰S, havo sarfi 8 ming m^3/soat bo'lganda paxtaning iflosligi 5,59 % ni tashkil etgan bo'lsa, havoning sarfi 9 ming m^3/soat bo'lganda paxtaning iflosligi 5,48 % ni, havoning sarfi 10 ming m^3/soat bo'lganda esa paxtaning

iflosligi 5,31 % ni tashkil etdi. Paxtani quritishga berilgan havoning xarorati 125 °S, havo sarfi 8 va 9 ming m³/soat bo'lganda paxtaning iflosligi 5,32 % ga va 5,21 % gacha kamaygan bo'lsa, xarorat o'zgarmagan holda havo sarfi 10 ming m³/soatga oshirilganda paxtaning iflosligi 4,98 % ga kamaydi. Bu ko'rsatkich paxtani quritishga berilgan havoning xarorati 150 °S, havo sarfi 8 ming m³/soat bo'lganda paxtaning iflosligi 4,95 % gacha kamaygan bo'lsa, havo sarfi 9 ming m³/soatga oshirilganda paxtaning iflosligi 4,62 % ga, havo sarfi 10 ming m³/soatga oshirilganda esa paxtaning iflosligi 4,44 % ga kamaydi.

Tadqiqot ishlari davrida quritib-tozalash uskunasi paxtani quritish bilan birga tozalashda paxta tarkibidan mayda iflosliklarni kamayishini aniqlashda uskunaning tozalash samaradorligi ham o'rganildi [11].

Paxtani quritishga berilayotgan issiq havo sarfi va harorati o'zgarishini uskunaning tozalash samaradorligiga ta'siri 3 va 4- rasmlarda gistogramma ko'rinishida keltirilgan.

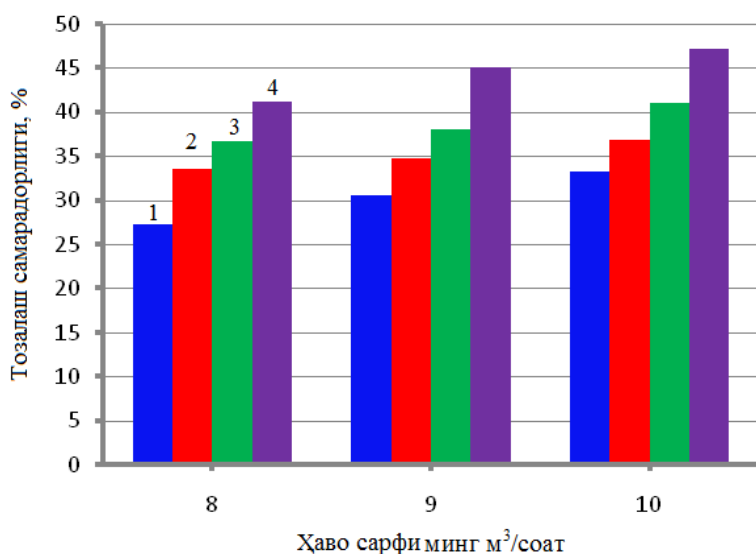
3-rasmdan namligi 9,1 %, iflosligi 5,3 % bo'lgan Namangan-77 seleksiyali I nav 2- sinfli paxtani quritishga berilgan havoning xarorati 75 °S ni, havo sarfi 8 ming m³/soatni tashkil etganda uskunaning tozalash samaradorligi 21,1 % ni tashkilotgan bo'lsa, 100 °S gacha oshirilganda tozalash samaradorligi 24,5 % ni, 125 °S gacha oshirilganda 27,7 % ni va havoning xarorati 150 °S bo'lganda uskunaning tozalash samaradorligi



1, 2, 3, 4 – o'z navbatida 75, 100, 125, 150 °S

3- rasm. Uskunaning tozalash samaradorligini o'zgarishini havo sarfiga bog'lik grafigi (Namangan-77, I nav 2- sinf, namligi 9,1 %, iflosligi 5,3 %).

32 % ni tashkil etganligini ko'rish mumkin. Paxtani quritishga berilayotgan havoning sarfi 9 ming m³/soat, xarorati 75 °S bo'lganda uskunaning tozalash samaradorligi 22,8 % ni tashkil etgan bo'lsa, havo sarfi o'zgarmagan holda xarorati 100 °S bo'lganda tozalash samaradorligi 26 % ni, xarorat 125



1, 2, 3, 4 – o'z navbatida 75, 100, 125, 150 °S

4- rasm. Uskunaning tozalash samaradorligini o'zgarishini havo sarfiga bog'lik grafigi (Namangan-77, III nav 2- sinf, namligi 11,2 %, iflosligi 8,4 %).

°S bo'lganda tozalash samaradorligi 30,2 % ni va havoni xarorati 150 °S bo'lganda uskunani tozalash samaradorligi 34,3 % ni tashkil etdi. Bu ko'rsatkichlar havo sarfi 10 ming m³/soat, xarorati 75 °S bo'lganda uskunaning tozalash samaradorligi 24,9 % ni tashkil etgan bo'lsa, havo sarfi o'zgarmagan holda xarorat 100 °S ga oshirilganda uskunani tozalash samaradorligi 27,5 % ni, 125 °S ga oshirilganda 32,8 % ni va xarorat 150 °S ga oshirilganda uskunani tozalash samaradorligi 37,4 % ni tashkil etdi [12].

4-rasmdan quritish-tozalash uskunasi namligi 11,2 %, iflosligi 8,4 % bo'lgan III nav 2- sinfli paxtani quritish uchun berilgan havoning xarorati 75 °S, havo sarfi 8

ming m³/soat ni tashkil etganda uskunaning tozalash samaradorligi 27,3 % ni tashkil etgan bo'lsa, havoning xarorati 100 °S gacha oshirilganda tozalash samaradorligi 33,5 % ni tashkil etganini ko'rish mumkin. Havo sarfi o'zgarmagan holda xarorat 125 °S gacha oshirilganda uskunani tozalash samaradorligi 36,7 % ni va havoning xarorati 150 °S gacha oshirilganda esa uskunaning tozalash samaradorligi 41,1 % ni tashkil etdi. Paxtani quritishga berilayotgan havoning sarfi 9 ming m³/soat, xarorati 75 °S bo'lganda uskunaning tozalash samaradorligi 30,6 % ni tashkil etgan bo'lsa, havo sarfi o'zgarmagan holda xarorati 100 °S bo'lganda tozalash samaradorligi 34,8 % ni, xarorat 125 °S bo'lganda tozalash samaradorligi 38 % ni va havoni xarorati 150 °S bo'lganda uskunani tozalash samaradorligi 45 % ni tashkil etdi [13, 14]. Bu ko'rsatkichlar havo sarfi 10 ming m³/soat, xarorati 75 °S bo'lganda uskunaning tozalash samaradorligi 33,2 % ni tashkil etgan bo'lsa, havo sarfi o'zgarmagan holda xarorat 100 °S ga oshirilganda uskunani tozalash samaradorligi 36,8 % ni, 125 °S ga oshirilganda 41 % ni va xarorat 150 °S ga oshirilganda uskunani tozalash samaradorligi 47,1 % ni tashkil etdi.

Xulosa. Yuqori va past navli paxta xomashyosi namligini inobatga olgan holda paxtani takomillashtirilgan 6A-12M1 rusumli mayda iflosliklardan tozalash uskunasi bir vaqtning o'zida quritish- tozalash jarayonini amalga oshirish paxta tarkibidan namlik va mayda iflosliklarni ajralishiga va uskuna samaradorligini oshishiga olib kelishi o'rganildi. Bunda boshlang'ich namligi 9,1 %, iflosligi 5,3 % bo'lgan Namangan- 77 seleksiyali I nav 2- sinfli paxtani tozalashda uskunaga 8 ming m³/soatdan 10 ming m³/soatgacha havo sarflanishi bilan birga havoning xarorati 75 °S dan 150 °S gacha oshirilganda paxtadan namlikni ajralishi jadallashib, namligi 8,85 %, 8,64 %, 8,53 % va 8,35 %, 8,14 %, 7,97 % gacha kamaydi. Bu holat boshlang'ich namligi 11,2 %, iflosligi 8,4 % bo'lgan Namangan- 77 seleksiyali III nav 3- sinfli paxtani tozalashda uskunaga 8 ming m³/soatdan 10 ming m³/soatgacha havo sarflanishi bilan birga havoning xarorati 75 °S dan 150 °S gacha oshirilganda paxtadan namlikni ajralishi jadallashib, namligi 9,44 %, 9,25 %, 9,1 % va 8,62 %, 8,43 %, 8,21 % gacha kamaydi.

Namligi 9,1 %, iflosligi 5,3 % bo'lgan I nav 2- sinfli paxta havo sarfining 8 ming m³/soatdan 10 ming m³/soatgacha, havo xaroratining 75 °S va 150 °S gacha o'zgarishida quritib-tozalanishida paxta tarkibidagi mayda iflos aralashmalar miqdori 4,18 %, 4,09 %, 3,98 % va 3,61 %, 3,48 %, 3,32 % gacha kamaydi. Bu holat namligi 11,2 %, iflosligi 8,4 % bo'lgan III nav 3- sinfli paxtani yuqorida qayd etilgan havo sarfi va xaroratida quritib- tozalanishida paxta tarkibidagi mayda iflosliklar miqdori 6,11 %, 5,83 %, 5,61 % va 4,95 %, 4,62 %, 4,44 % gacha kamaydi.

Paxtani quritib- tozalashda havo sarfining va haroratning oshishidan paxtadan mayda iflosliklarni samarali ajralishi yuzaga kelib, uskuna tozalash samaradorligini oshishi kuzatildi. Bunda namligi 9,1 %, iflosligi 5,3 % bo'lgan paxta havo sarfining 8 ming m³/soatdan 10 ming m³/soat gacha, havo xaroratining 75 °S dan 150 °S gacha o'zgarishida quritib- tozalanishida uskunaning tozalash samaradorligi o'z navbatida 21,1 %, 22,8 %, 24,9 % ni va 32 %, 34,3 %, 37,4 % ni tashkil etgan bo'lsa, namligi 11,2 %, iflosligi 8,4 % bo'lgan paxta yuqorida qayd etilgan havo sarfi va havo xaroratida quritib-tozalanganda uskunaning tozalash samaradorligi o'z navbatida 27,3 %, 30,6 %, 33,3 % va 41 % va 41,1 %, 46 %, 47,1 % ni tashkil etdi.

O'tkazilgan tajriba ishlari paxtani tozalash jarayonida bir vaqtning o'zida paxtani quritish va tozalash jarayonini amalga oshirish paxta tarkibidan namlik va iflosliklarni ajralishini jadallashtirib, paxta sifatini yaxshilagan holda uskunani tozalash samaradorligini oshishiga olib kelishini ko'rsatdi.

Adabiyotlar

- [1]. R. Ro'zmetov. Study of the influence of drying agent temperature on raw cotton and its components. NamMTI ilmiy-texnik jurnali - Namangan, 2023.- Volume 8, Issue 3. -52-56 b.
- [2]. R. Ro'zmetov, B. Mardonov, T. Tuychiev. Simulation of the process of cotton drying under the influence of a heat agent in a spiked - screw cleaner. E3S Web of Conferences 497, 03057 (2024), ICECAE 2024 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202449703057>
- [3]. Maksudov I.T., Nuraliyev A.N. Sbornik instruktsiy i metodik po texnicheskomu kontrolyu i osenke kachestva xlopka-syrsa i produkcii yego pererabotki v xlopkoочистительной promyshlennosti. Tashkent. Mehnat, 1992 .- 340 s.
- [4]. O'zDst 644-2016. Paxtaning namligini aniqlash usuli. Toshkent, 2016.- 17 b.

- [5]. Parpiyev A.A., Axmatov M.A., Muminov M., Usmonqulov A.Q. Paxtani quritish. Darslik. T.: Cho'lon, 2009. – 192 bet.
- [6]. Paxtani dastlabki ishlashning muvofiqlashtirilgan texnologiyasi, PDI 70-2017. Toshkent, "Paxtasanoat ilmiy markazi" AJ, 2017.- 91 b.
- [7]. R.I. Ro'zmetov, M.A. Gapparova, T.O. Tuychiyev. Paxta tolasi harorati o'zgarishini issiqlik agenti tezligiga bog'liqligining tadqiqoti. O'zbekiston to'qimachilik muammolari ilmiy- texnik jurnal, №1. 2024 yil, -b. 11-18.
- [8]. R.I. Ro'zmetov. Paxta xomashyosiga ishlov berishda tola temperaturasini o'zgarishi. Paxta tozalash, to'qimachilik va yengil sanoat sohalarining texnologiyasini takomillashtirish mavzusidagi halqaro ilmiy-amaliy konferensiya. Termiz TerMTI, 2023. 20-21 oktyabr.- 77-79 b.
- [9]. R.I. Ro'zmetov, M.A. Gapparova, T.O. Tuychiyev. Tola sifatini oshirishda paxtani quritish jarayonining o'rni. Qishloq xo'jaligi, paxta va yengil sanoatda texnologik hamda ekologik muammolarning innovasion yechimlari mavzusidagi halqaro ilmiy-amaliy anjuman. Jizzax. JizPI, 2023. 15 noyabr.- 25-29 b.
- [10]. O'zDst 592-2016. Paxtaning iflosligini aniqlash usuli. Toshkent, 2008.- 12 b.
- [11]. Salimov A.M., Lugachev A.Ye., Xodjiyev M.T. Texnologiya pervichnoy obrabotki xlopka. "Adabiyot uchqunlari". Tashkent. 2018.- 184 s.O'zDst 592-2016. Paxtaning iflosligini aniqlash usuli. Toshkent, 2008.- 12 b.
- [12]. Madumarov I.D., Ro'zmetov R.I., Tuliye B. Paxtani quritish texnologik jarayonida uning strukturasini o'zgarishi// "Infotekstil-2005. Axborot- kommunikasion texnologiyalarni to'qimachilik va yengil sanoatlarga joriy qilish" mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallari to'plami. Toshkent. 2005 y. 6-7 oktyabr.
- [13]. R.I. Ro'zmetov, T.O. Tuychiyev, M.A. Gapparova. Paxta tolasi namligi o'zgarishini issiqlik agenti tezligiga va xaroratiga bog'liqligi. FarPI ilmiy-texnik jurnali - Farg'ona sh., 2024.
- [14]. Madumarov I.D., Lugachev A.Ye., Ro'zmetov R.I., Akbarov A. Paxtani quritish-tozalash texnologik jarayonini takomillashtirish. // "Paxta tozalash, to'qimachilik, yengil va matbaa sanoatlari texnika va texnologiyalari dolzarb muammolari" mavzusidagi respublikailmiy amaliy konferensiyasining materiallari to'plami, Toshkent 2008 yil22-23 may, 13 b.

АРРАЛИ ЖИН МАШИНАСИННИНГ ИШЧИ КАМЕРАСИДАГИ ЧИГИТ ТАРОҒИ БЎЙИЧА ОЛИБ БОРИЛГАН ТАДҚИҚОТЛАР ТАҲЛИЛИ

Ш. Комилов, Г. Жураева, Р. Мурадов

*Наманган тўқимачилик-саноати институти
(Қабул қилинди 16.08.2024 й.)*

Аннотация. *Пахта тозалаш корхонасининг энг асосий технологик машинаси бу жин машинаси ҳисобланиб, унинг чигит тароғи ёрдамида ажралиб чиқаётган чигитларнинг толадорлик даражаси назорат қилиб борилади. Чигит тароғини рационал иш режимини ҳамда конструкциясини ишлаб чиқиш бўйича кўплаб илимий тадқиқот ишлари олиб борилган бўлиб, ушбу мақолада улар назарий таҳлил қилинган.*

Таянч сўзлар: *пахта, тола, чигит, толадорлик, чигит тароғи, чигит, тола, ишчи камера, сифат.*

Аннотация. *Важнейшей технологической машиной хлопкоочистительной машины является джин-машина, которая используется для контроля уровня клетчатки в выпускаемых семенах. По разработке рационального режима работы и конструкции семенного сота проведено множество научных исследований, которые теоретически анализируются в данной статье.*

Ключевые слова: *хлопок, волокно, семя, волокно, семенной гребешок, семя, волокно, рабочая ячейка, качество.*

Abstract. *The most important technological machine in a cotton gin is the gin machine, which is used to control the level of fiber in the produced seeds. A lot of scientific research has been carried out to develop a rational operating mode and design of the seed comb, which is theoretically analyzed in this article.*

Key words: *cotton, fiber, seed, fiber, seed comb, seed, fiber, working cell, quality.*

Кириш

Республикамизда тола сифатини ошириш, содда конструкциялардан кенг фойдаланиш ва самарадорлигини оширишга ёрдам берадиган янги технологияларни яратиш бўйича тадқиқотлар ўтказиш ва уларни амалда қўллаш бўйича кенг қўламли чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. Ўзбекистондаги пахта майдонлари 1 млн гектардан иборат, ҳосилдорлик хар

бир гектарга 590 кг тўғри келади, 0,59 млн тонна пахта толаси ишлаб чиқарилди, унинг истеъмоли 0,6 млн тонна, экспорт ҳажми 0,015 млн тонна, импорт ҳажми эса 0,004 млн тоннани ташкил этмоқда¹. 2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясида, жумладан «Тўқимачилик саноати маҳсулотлари ишлаб чиқариш ҳажмини 2 бараварга кўпайтириш» бўйича вазифалар белгиланган. Ушбу вазифалар амалга оширишда, хусусан бу борада, тола ва чигитнинг дастлабки сифат кўрсаткичларини сақлаш ва жараёнларнинг энергия сарфини камайтириш масалалари муҳим ҳисобланади.

Биз чигит тароғи бўйича республикамызда бир қатор тадқиқотчи олимлар томонидан самарали тадқиқотлар олиб борилганини ўрганишлар натижасида аниқладик. Қуйида шу тадқиқотчи олимларимиз томонидан таклиф этилган ижобий ишларни таҳлил қиламиз.

Маъруфханов Бекзадхан[1] томонидан олиб борилган самарали изланишлар натижасида пластинкасимон чигит тароғини таклиф қилган ва бу таклиф асосида пластинкасимон чигит тароғ ясаиб тажриба стендида бир нечта самарали натижаларга эришилганлигини қуйида кузатишимиз мумкин. «Чигит тароғи оғиш бурчагининг тола чиқишига ва жинлаш жараёнининг бошқа кўрсаткичларига таъсирини аниқлаш бўйича тадқиқотлар» чигит тароғи оғиш бурчагининг уч ҳолатида тола чиқишига ва жинлаш жараёнининг бошқа кўрсаткичларига таъсирини ўрганилганлигини кузатдик.

Тажрибалар 1-расмда акс эттирилган стенд ўрнатмасида, чигит тароғи оғиш бурчагининг уч ҳолатида (қиялик бурчагида) ўтказилган бўлиб, улар шартли равишда қуйидагича номланган:

- 1- «қисилган» ҳолат- бунда чигит тароғи қозикларининг ўқи аррали цилиндрнинг горизонталь ўқидан юқорига йўналтирилган;
- 2- «ўрта» ҳолат- бунда чигит тароғи қозикларининг ўқи аррали цилиндрнинг марказига йўналтирилган;
- 3- «бўшатилган» ҳолат -бунда чигит тароғи қозикларининг ўқи аррали цилиндрнинг горизонталь ўқидан қуйига йўналтирилган.



1-расм. 30 аррали жиннинг стенд ўрнатмаси.

Чигит тароғи оғиш бурчагининг ўрганилган ҳолатлари математик статистиканинг тахминий (априори) усулида аниқланди. Дастлабки тарировкалаш тажрибалари чигит тароғи оғиш бурчагининг талаб этилган уч ҳолатини ўрнатишга имкон берди.

Пахта хом ашёсининг С-6524 селекцион навини[2] дастлабки ишлаш давомида чигит тароғи оғиш бурчагининг уч ҳолатида тола чиқиши ва жинлаш жараёнининг бошқа кўрсаткичларининг ўзгаришлари 8-расм да келтирилган. Чигит тароғи оғиш бурчаги ҳолати тола чиқиши, чигитларнинг жинлашдан кейинги тўлиқ тукдорлиги ва унумдорлик қийматларининг ўзгаришига сабаб бўлши кузатилган.

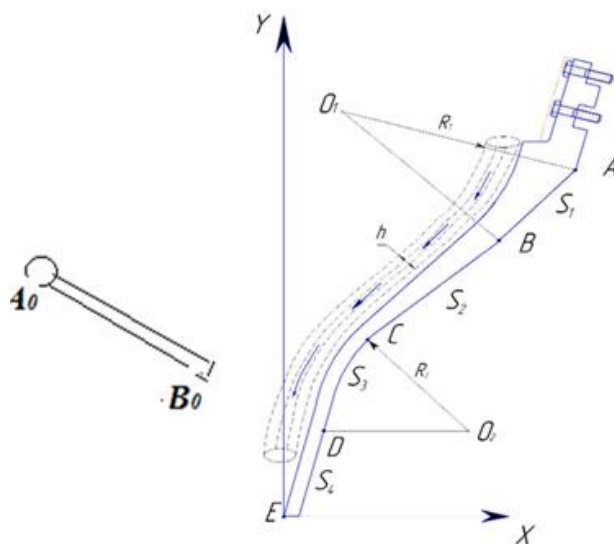
Аввал бажарилган ишлар натижалари таасдиқланганидек, жинлашдан кейинги чигитларнинг тўла тукдорлиги пасайиши билан тола чиқиши ортади, унумдорлик эса пасаяди. Жинлашдан кейинги чигитларни тўла тукдорлигининг энг паст қиймати чигит тароғининг «қисилган» ҳолатда бўлганида олинган. Унинг ўртача қиймати 10,8% ташкил этди. Бунда тола чиқиши максимал қийматни, -33,3% ни ташкил этди, унумдорлик эса энг кам-5,2 кг. соатни ташкил этди.[3]

Чигитларнинг тўла тукдорлиги пластинкасимон қозикли чигит тароғи учун қуйидагича: 12,46 %, 12,86 %, 13,8 %, чигит тароғи қозикларининг узунлиги 105 мм., оралиғи 20 ва 30мм. бўлганда мос равишда 13,6 %, 14,06 %, 16,6 %. Бу малумотлардан

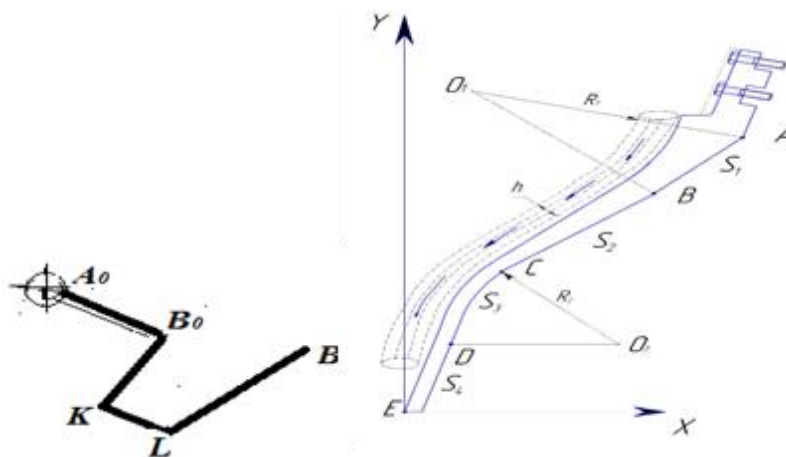
кўриниб турибдики, пластинкасимон қозиклар жинланган чигитларнинг тўлиқ тукдорлиги кўрсаткичи бўйича ҳам афзаллиги гоё муаллифлари томонидан ўрганилган.

Яна бир тадқиқотчи Мамашарипов Абдунаби [5] чигит тароғи бўйича тажриба синов ишларини ўтказиш орқали бир қатор самарали таклифларни илгари сурган. Толаси тўлиқ ажратиб олинган чигитларни ишчи камерада узлуксиз чиқиб туриши жинлаш ва хомашё валиги зичлигини бир меъёрда ушлаб туриш жараёни самарадорлигини оширишнинг асосий йўлларида бири ҳисобланади. Чигитларни хомашё валигидан ажратиш хомашё валиги сиртида аррали цилиндрнинг узлуксиз ҳаракати туфайли амалга оширилади, Жинлаш зонасида арра тишлари толаси ажратилган чигитлар колосник сиртида ҳаракатланиб чигит тароғи зонасига узатилади. Аррали жиннинг нормал ишлаши учун колосникли панжара сирти текис, силлиқ бўлиб, ундаги колосниклар йўлаги орасидаги масофа юқори қисмида га Б пастки қисмида эса га тенг бўлиши кузатишга эришилган. Пахта тозалаш корхоналарида жинлаш технологик жараёни 4ДП-130 қурилмаси орқали амалга оширилади. Маълумотлар таҳлилидан қуриламанинг иш унумдорлиги юқори эмаслиги, маъсулот сифат кўрсаткичи талаб даражасида жавоб бермаслиги ва ҳамда кўп энергия талаб этиши мумкинлиги аниқланган. Шунинг билан бирга толаси тўлиқ ажратиб олинган чигитларнинг колосниклар сиртидаги ҳаракати қонуниятлари ва уларни чигит тароғи зонасидан ажратиб олинади. Ишчи камерада чиқиб кетиш жараёнида чигит тароғининг роли етарли даражада тадқиқ этилмаган.[6,7] Кузатишлар натижасининг таҳлилида чигитларнинг вақт бўйича колосник сирти бўйлаб (1. расм) пастга ҳаракатланаётган чигитлар массасининг майдон юзаси 1096,5 см² га тенг бўлиб, чигит тароғи зонасига етиб келган чигитлар чигит тароғи билан колосник орасидаги майдон юзасининг 438,6 2 см гача камайиши натижасида толаси тўлиқ ажратиб олинган чигитларни ишчи камерада чиқиб кетаолмаслиги ва бунинг натижасида аррали цилиндр арралари тишлари билан қайтадан ишчи камерага қайтиш жараёни содир бўлади.

Мавжуд чигит тароғида чигитлар тушаётган пастки майдон юзасининг етарли даражада бўлмаслиги сабабли юқорида келтирилган камчиликлар содир бўлади. Бу ҳолатни бартараф этиш учун конструкцияси ўзгартирилган тароғидан фойдаланиш таклиф этилади [8].



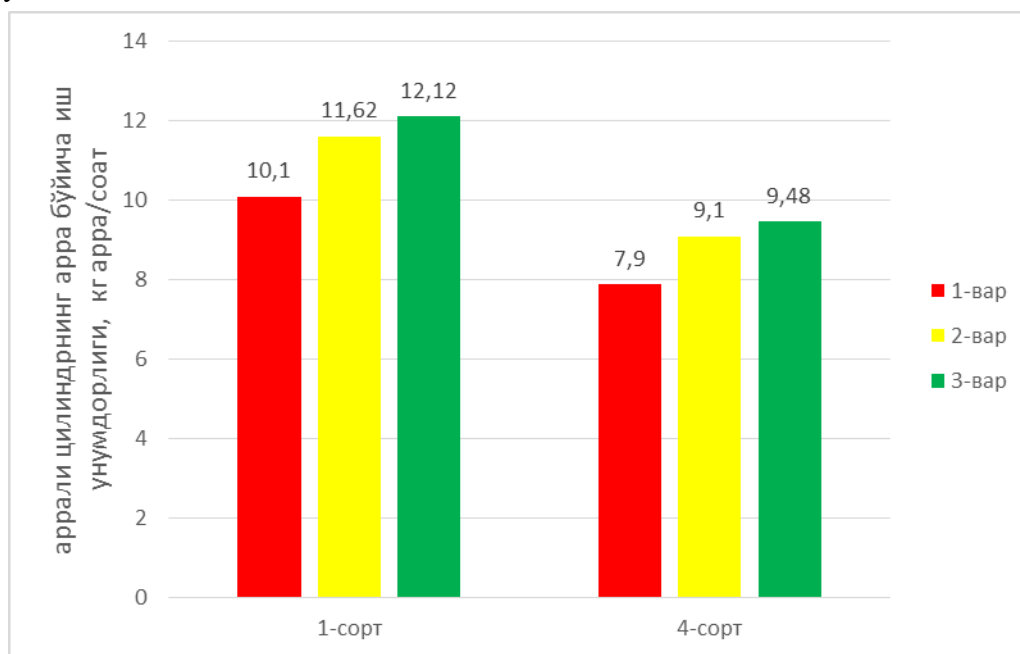
2-расм. Мавжуд чигит тароғининг шакли.



3- расм. Таклиф этилаётган чигит тароғининг шакли.

Чигит тароғи конструкцияси ўзгаришини жин ускунасининг тола ва чигит бўйича иш унумдорлигига, чигит тароғи конструкцияси ўзгаришини чигитнинг тўлиқ тукдорлигига ва хомашё валиги толадорлигига, чигит тароғи конструкциясини ўзгаришини жин ускунаси хомашё валиги зичлигига ва чигитнинг механик шкастланишига, чигит тароғи конструкциясининг ўзгаришини чигитнинг механик шкастланишини ва тола таркибидаги ифлос аралашмалар ва нуқсонлар миқдорини ўзгаришига таъсирини тадқиқотлари олиб борилган [9].

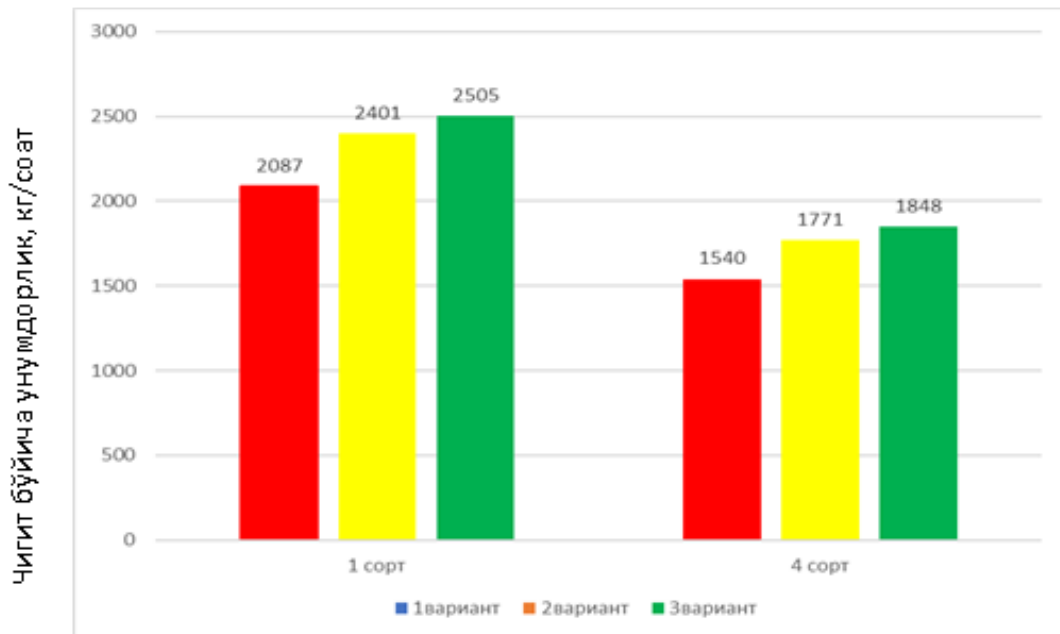
Жин ускунасининг тола бўйича иш унумдорлигини чигит тароғи конструкциясига боғлиқлик гистограммаси келтирилган. Гистограммадан кўриниб турибдики 1- саноат навли пахталарини қайта ишланганда жин ускунасининг иш унумдорлиги 1- вариантда 10,1 кг арра/соатни ташкил этган бўлса, 2- ва 3- вариантларда 11,62 ва 12,12 кг арра/соатларни ташкил этмоқда. Худди шунингдек, 4- саноат навли пахталарини қайта ишланганда жин ускунасининг иш унумдорлиги ўз навбатида 7,90; 9,10 ва 9,48 кг арра/соатларни ташкил этиши кузатилган.



4-расм. Жин ускунасининг тола бўйича иш унумдорлигини чигит тароғи конструкциясига боғлиқлик гистограммаси.

4-расмда жин ускунасининг чигит бўйича иш унумдорлигини чигит тароғи конструкциясига боғлиқлик гистограммаси келтирилган. Гистограммадан кўриниб турибдики 1- навли пахталарини қайта ишланганда жин ускунасининг чигит бўйича иш унумдорлиги 1- вариантда 2087 кг ни ташкил этган бўлса, 2 ва 3 вариантларда 2401 ва 2505 кгларни ташкил этмоқда. 4 навли пахталарини қайта ишланганда эса жин ускунасининг иш унумдорлиги 1540; 1771 ва 1848 кгларни ташкил этганлигини кўришимиз мумкин.

Графикдан кўриниб турибдики 1-вариантда тайёрланган чигит тароғи горизонтга нисбатан 200 да жойлашганда, яъни чигит тароғи билан колосник орасидаги масофа 20 ммни ташкил этганда, 5 минут вақт мобайнида ишчи камерада 34,6 кг чигит чиқиб кетган бўлса, 2 вариантда тайёрланган чигит тароғи конструкциясидан фойдаланилганда 39,1 кг ва 3 вариантда тайёрланган чигит тароғи конструкциясидан фойдаланилганда эса 41,2 кг толаси тўлиқ ажратиб олинган чигитларни ишчи камерада чиқиб кетиши кузатилмоқда. Чигит тароғини горизонтга нисбатан жойлашиши 300 ни ташкил этиб 1 вариантда тайёрланган чигит тароғидан фойдаланилганда 36,1 кг, 2 вариантда 40,2 кг ва 3 вариантда тайёрланган чигит тароғидан фойдаланилганда 42,3 кг толаси тўлиқ ажратиб олинган чигитларни ишчи камерада чиқиб кетишини кузатилган бўлса, чигит тароғини горизонтга нисбатан 400 да жойлашганда, ишчи камерада 36,8; 41,4 ва 43,5 кг толаси тўлиқ ажратиб олинган чигитларни ишчи камерада чиқиб кетиши кузатилмоқда [10, 11].



5-расм. Аррали жиннинг чигит бўйича иш унумдорлигини чигит тароғи конструкциясига боғлиқлик гистограммаси.

Хулоса.

Аррали жиндан сифатли тола чиқиши асосан ишчи камерадаги ишчи қисмларнинг самарали конструкцияларини жорий қилиниши сабабли эканлигини ўргандик. Юқоридаги олимларимиз томонидан таклиф этилган ва ишлаб чиқаришда юқори натижа олинишига эришилган чигит тароғлари ҳам пахта-тўқимачилик кластерларида ишлаётган аррали жинларнинг иш унумдорлиги ва сифат кўрсаткичлари яхшиланишига олиб келишини кузатишимиз мумкин.

Адабиётлар

- [1]. Б.Маруфханов Аррали жинда чигит тароғини такомиллаштириш орқали чигит тукдорлигини камайтириш. Диссертация.2021.
- [2]. Мамашаринов А.А. Аррали жин машинасининг чигит тароғини такомиллаштириш асосида иш унумдорлигини ошириш.Диссертация.2021.
- [3]. Мамашаринов А.А. Юлдашев А.Р. Пути повышения производительности пильного джина. 7universum.com/ru/tech/archive/item/11957 (дата обращения: 08.05.2022).
- [4]. Sarimsakov, Akrampjon, S. Israilov, and Sh Komilov. "ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF DAMAGED SEEDS ON THE ABRASION OF WORKING SURFACES." International Journal of Education, Social Science & Humanities. Finnish Academic Research Science Publishers 11.5 (2023): 244-247.
- [5]. Akramjon, S., I. Sardorbek, and K. Shukhratjon. "Improving Fiber Quality Output by Improving the Roll Box of the Gin Saw. Engineering, 15, 261-268." (2023).
- [6]. Komilov, Sh, et al. "ANALYSIS OF THE QUALITY INDICATORS OF THE SEED SEPARATE FROM THE FIBER AFTER SPINNING." Research Focus, Uzbekistan 2.4 (2023).
- [7]. Nodirbek, Mamadaliev, Komilov Shukhratjon, and Akhmedxodjaev Khamit. "Influence of the Ginning Process on the Quality of Raw Cotton." Engineering 13.12 (2021): 739-748.
- [8]. Жураева, Г. Р., and Ш. Р. Комилов. "ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫХ К РАБОТЕ ПИЛЬНЫХ ДЖИН." Mexatronika va robototexnika: muammolar va rivojlantirish istiqbollari 1.1 (2023): 158-160.
- [9]. Рахимжон ўғли, Комилов Шухратжон, Исаханов Ҳамидулла, анд Мурадов Рустам Мурадович. "УРУҒЛИК ЧИГИТ ВА ТУКСИЗЛАНТИРИЛГАН ЧИГИТЛАРНИНГ БИР БИРИДАН АСОСИЙ ФАРҚЛАРИ." Новости образования: исследование в ХХИ веке 2.14 (2023): 426-430.
- [10]. Raximjon o'g'li, Komilov Shukhratjon, Yuldoshev Jamoliddin Erkinboy o'g'li, and Muradov Rustam Muradovich. "Chigit saralash va tozalash bo'yicha o'tkazilgan ilmiy tadqiqotlar taxlili." journal of innovations in scientific and educational research 6.11 (2023): 126-128.
- [11]. Камолий Ислонжон Илхомжон ўғли, эт ал. "Сҳигитни саралаш ва тозалаш технологияси бо'йича чет эл технологияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар." педагог 6.12 (2023): 227-230.

ОПТИМИЗАЦИЯ МЕХАНИЗМОВ ОРГАНИЗАЦИИ ПРИГОРОДНЫХ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОКБ.И. Базаров¹, А.А. Эрназаров²¹Ташкенский государственный транспортный университет²Джизакский политехнический институт¹Тел. +998(94)649-92-75 ¹E-mail: baxtbb@mail.ru²Tel. +998(93)940-41-23 ²E-mail: aziz-ernazarov@mail.ru

(Получена 16.08.2024 г.)

Аннотация: В статье рассмотрены методики управления пассажирскими перевозками в пригородных перевозках. Проведен SWOT-анализ который показал основные направления развития пригородных пассажирских перевозок. Определен механизм управления пригородными пассажирскими перевозками, координированный и контролируемый государством. Разработана схема механизма управления пригородными пассажирскими перевозками. Сформулированы предложения по оптимизации транспортных услуг, которые базируются на функционировании механизма организации пассажирскими перевозками в пригородном сообщении.

Ключевые слова: пассажирский комплекс, пригородные перевозки, пассажирские перевозки, государственное регулирование, транспортное предприятие.

Annotatsiya: Maqolada shahar atrofidagi transportda yo'lovchi tashishni boshqarish usullari muhokama qilinadi. SWOT tahlili o'tkazildi, bu shahar atrofi yo'lovchi tashishlarini rivojlantirishning asosiy yo'nalishlarini ko'rsatdi. Davlat tomonidan muvofiqlashtirilgan va nazorat qilinadigan shahar atrofi yo'lovchi tashishlarini boshqarish mexanizmi aniqlandi. Shahar atrofi yo'lovchi tashishlarini boshqarish mexanizmi sxemasi ishlab chiqilgan. Shahar atrofidagi yo'lovchilar tashishni tashkil etish mexanizmining ishlashiga asoslangan transport xizmatlarini optimallashtirish bo'yicha takliflar ishlab chiqilgan.

Kalit so'zlar: yo'lovchilar majmuasi, shahar atrofi, yo'lovchi tashish, davlat tomonidan tartibga solish, transport korxonasi.

Abstract: The article discusses the methods of passenger transportation management in suburban transportation. A SWOT analysis was carried out, which showed the main directions of development of suburban passenger transportation. The mechanism of commuter passenger transportation management, coordinated and controlled by the state, has been defined. A scheme of the suburban passenger transportation management mechanism has been developed. Proposals have been formulated to optimize transport services, which are based on the functioning of the mechanism for organizing passenger transportation in suburban traffic.

Keywords: passenger complex, suburban transportation, passenger transportation, government regulation, transport enterprise.

1. Введение

Современное общество характеризуется высокой мобильностью населения, из-за чего возникает спрос на качественные услуги в сфере транспортных перевозок. Учитывая стремительное развитие мегаполисов, ежедневные трудовые и культурно-бытовые перемещения людей требуют отлаженной системы пассажирских перевозок. Однако трансформации, наблюдаемые в настоящее время в государстве, влияют на все сферы жизнедеятельности общества, в том числе и на сферу перевозок. В первую очередь это касается несовершенного управления пассажиропотоками, что во многих случаях вызывает проблемы с перемещением людей. Поэтому обеспечение населения качественными транспортными услугами требует всестороннего решения проблемы формирования и функционирования эффективного механизма управления пассажирскими перевозками в

пригородном сообщении.

2. Анализ последних исследований и публикаций

Вопросы пассажирских перевозок в пригородном транспорте интересуют многих ученых. В частности, они поднимаются в трудах [1-8], и др. в своих исследованиях авторы изучают особенности перевозок пассажиров пригородным транспортом, анализируют современное состояние отрасли и зарубежный опыт. Учеными нарушается проблематика реформирования пассажирского комплекса, государственного управления и администрирования деятельности пассажирского транспорта Узбекистана, реструктуризации предприятий пассажирского комплекса, управления пассажирскими перевозками, в частности в пригородном сообщении. Ряд работ посвящен особенностям регулирования работы общественного транспорта органами местного самоуправления и разработке направлений улучшения этих процессов. Однако актуальность тематики статьи, ее недостаточная теоретическая, методологическая и практическая проработка в контексте формирования эффективного механизма управления пассажирскими перевозками в пригородном сообщении определили выбор темы данной публикации.

3. Формулировка цели исследования

Целью работы было изучение особенностей функционирования пригородного пассажирского транспорта и обоснование общих подходов к формированию эффективного механизма управления пассажирскими перевозками в пригородном сообщении.

4. Методы исследования

Перевозка пассажиров требует большой ответственности и четкой организации процессов, сопровождающих движение транспорта. Существование разветвленной сети пригородного пассажирского транспорта свидетельствует о положительном развитии региона и показывает, насколько население той или иной территории страны имеет доступ к тем благам, которые связаны с высокой мобильностью лиц и их способностью быстро перемещаться в пределах города и пригородных зон. Зарубежный опыт является ярким примером экономической целесообразности и общественной необходимости применения пригородного пассажирского транспорта, который, по мнению зарубежных аналитиков, способствует повышению показателей внутреннего валового и регионального продукта, стимулируя повышение мобильности населения. По их подсчетам, каждая вложенная денежная единица в пригородное железнодорожное сообщение дает экономике дополнительные поступления от 1,1 до 5-ти кратного размера инвестиций [9]. Следовательно, пригородные перевозки населения являются весомым стимулятором экономического роста экономики региона и страны в целом. Детализируя этот тезис, можно обратиться к SWOT-анализу (табл. 1), в соответствии с которым следует определить основные приоритеты развития сферы пригородного пассажирского транспорта. Итак, учитывая представленную в табл. 1 информацию, можно утверждать, что пригородный пассажирский транспорт имеет значительный потенциал развития. Однако угрозы, связанные с функционированием указанной сферы, свидетельствуют о необходимости детального и глубокого подхода к обоснованию слаженной и гармоничной системы управления пассажиропотоками, способной выполнять поставленные задачи. В русле этого есть содержание вести речь о необходимости функционирования механизма управления пассажирскими перевозками в пригородном сообщении. Как ответ на запрос общества о формировании такой системы транспортировки людей, которая бы не только была способна перемещать определенное количество лиц из пункта отправления в пункт назначения, но и сопровождать эти процессы соответствующим уровнем сервиса за доступную плату. При этом указанная система должна координироваться, контролироваться и регулироваться со стороны государства, которое призвано гарантировать своим гражданам надлежащий уровень безопасности и право свободного передвижения [10].

SWOT-анализ функционирования пригородного пассажирского транспорта

Сильные стороны (S)	Слабые стороны (W)
- Пригородный транспорт характеризуется четкостью и регулярностью движения; - Меньшие энергозатраты на один пассажиро-километр перевозок по сравнению с другими видами транспорта; - Государство контролирует качество перевозки, что является большим плюсом для пассажиров; - Наличие инфраструктуры, необходимой для нормальной работы пригородного транспорта	- Зависимость работы транспорта от поломок во время движения на маршруте и возможность срыва графиков движения в соответствии с этим; - Зависимость некоторых видов пригородного транспорта от работы других транспортных средств; - Некоторая зависимость работы отрасли от государственного финансирования
Возможности (O)	Угрозы (T)
- Развитие городов и их инфраструктуры способствует расширению сети пригородного пассажирского транспорта; - Увеличение количества пассажиров за счет усовершенствования транспортных средств, обустройства их специальным оборудованием для инвалидов и повышения уровня их комфортабельности; - Обновление транспортной системы и ее инфраструктуры за счет поддержки государства	- Колебания цен на энергоносители и их зависимость от мировых тенденций; - Рост цен на транспортные средства и запчасти к ним; - Уменьшение уровня финансовой помощи из государственного и местных бюджетов; - Рост доли индивидуального транспорта населения в общем количестве транспорта в регионе

Исходя из ключевых задач безопасности граждан и объективной необходимости мобильности населения в условиях развития современного общества, механизм управления пассажирскими перевозками в пригородном сообщении можно рассматривать как систему технических, логистических, административных, правовых, программных мероприятий и совокупность хозяйствующих субъектов и их структурных подразделений, которые призваны эффективно выполнять задачи, поставленные перед ними государством, и которые построены по определенной иерархии в зависимости от их функций[11]. Формирование указанного механизма призвано обеспечить полное удовлетворение спроса населения относительно качественных услуг по транспортировке, которое должно сопровождаться минимальными затратами на перевозку пассажиров. Общая схема механизма управления пассажирскими перевозками в пригородном сообщении представлена на рис. 1.

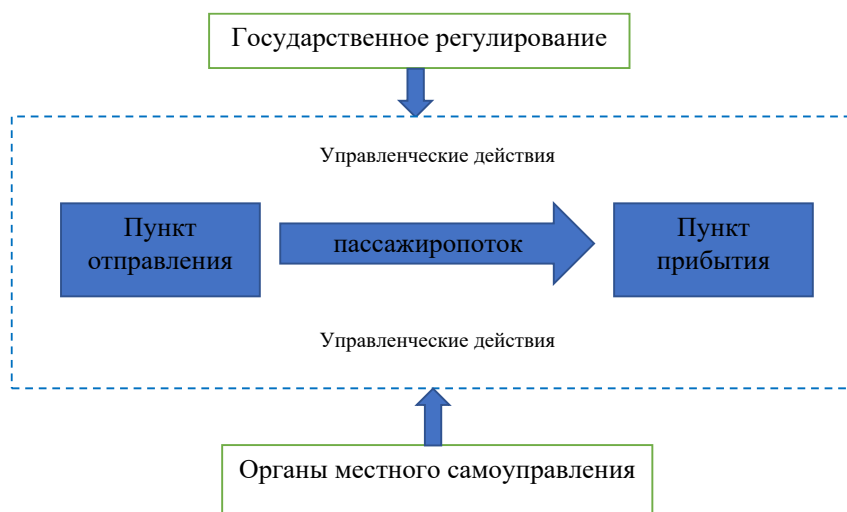


Рис. 1 Общая схема механизма управления пассажирскими перевозками в пригородном сообщении.

Следовательно, эффективное управление пассажирскими перевозками в пригородном сообщении должно базироваться на двух основных позициях: координирующем влиянии государственного регулирования на исследуемую сферу и участии органов местного самоуправления, а также частного сектора, в частности, в роли транспортных предприятий, осуществляющих пригородные пассажирские перевозки[12]. Гармоничное сочетание государственной и региональной компоненты в управленческих процессах позволит обеспечить достижение желаемых результатов и повысить качество пассажирских перевозок пригородным транспортом.

Однако нужно учесть, что в настоящее время существует ряд проблем, которые сдерживают рост качества пригородных перевозок:

- низкий уровень инвестиционной привлекательности сферы пригородных пассажирских перевозок, учитывая особенность отрасли, ее зависимость от государственных субсидий и слабые стороны, указанные в табл. 1;
- медленное развитие и внедрение технологических достижений перевозчиками, что не дает возможности вести речь о должном уровне комфортабельности и качества перевозок;
- недостаточное обновление основных фондов транспортных предприятий, несоответствие их технического состояния современным требованиям [13].;
- недостаточный уровень информатизации процессов перевозки пассажиров, что замедляет взаимодействие транспортных предприятий с другими партнерами.

Эти и другие проблемы являются основанием для поисков путей улучшения функционирования сферы пригородного пассажирского транспорта и внедрения эффективного механизма управления пассажирскими перевозками в пригородном сообщении. Результативные управленческие действия в сфере пригородных пассажирских перевозок должны базироваться на следующих основных принципах:

- полноценной законодательной и нормативно-правовой регламентации функционирования сферы пригородных пассажирских перевозок, в соответствии с чем нужно признать общегосударственное значение пригородного транспорта для прогрессивного развития страны;
- хозяйственной самостоятельности пригородного пассажирского транспорта и его органов управления с одновременным признанием регулирующей и координирующей роли государства в развитии отрасли;
- направленность на финансово-экономическую самостоятельность и окупаемость деятельности транспортных предприятий, осуществляющих пригородные пассажирские перевозки, которая предусматривает принятие мер по эффективному управлению отраслью, устранение причин потенциального банкротства предприятий, их финансового оздоровления, своевременной реструктуризации долгосрочной задолженности, избежание выполнения ненужных функций, списание лишнего имущества и тому подобное.
- гармоничного взаимодействия транспортных предприятий, осуществляющих пригородные пассажирские перевозки, с другими компаниями, обслуживающими пассажирские перевозки (автовокзалы, страховые компании, агентства по продаже билетов) на договорных условиях, в соответствии с чем будет возможным эффективное сотрудничество и партнерство всех участников процесса перевозок и гарантироваться качественное обслуживание пассажиров;
- выполнение государственного заказа перевозчиками в случаях экономически невыгодных пригородных пассажирских перевозок, имеющих социальное значение, при условии предоставления соответствующих финансовых субсидий и компенсаций. В частности, в данном случае присутствует дифференциация финансирования из государственного или местного бюджетов, учитывая уровень государственного заказа;
- последовательного и поэтапного реформирования сферы пригородных пассажирских перевозок с полноценным сохранением своих функциональных параметров.

Эти принципы должны исходить из потребности государственного регулирования и координирующей и контролирующей роли государственных и местных органов власти. Важно поставить акцент на роли муниципального управления организацией пригородных

пассажирских перевозок, которое призвано обеспечить удовлетворение потребностей всех слоев населения с минимальными потерями времени [14]. В соответствии с этим можно определить основные задачи органов местного самоуправления в сфере пригородных перевозок:

- обеспечение безопасности перевозок пассажиров;
- приведение подвижного состава транспорта в надлежащее состояние, соответствующее техническим параметрам и нормативам;
- развитие магистралей и обеспечение надежного состояния транспортных линий;
- диспетчеризация и контроль качества транспортного обслуживания населения;
- модернизация систем организации движения транспорта.

Следует отметить, что органы местного самоуправления могут быть наделены государственными полномочиями по финансированию транспортных предприятий и перевозчиков для компенсации перевозки льготных категорий пассажиров[15].. В целом, управление транспортным комплексом со стороны местных органов власти осуществляется в соответствии со следующими функциями:

- разработка схем развития дорожной сети;
- принятие правил и порядка организации работы транспорта;
- организация диспетчерской службы, разработка графиков и диспетчеризация движения транспорта;
- выдача заказа на пассажирские и специализированные перевозки и заключение контрактов;
- установление тарифов на перевозку;
- контроль за соблюдением графиков движения и по экологическим параметрам работы транспорта.

Наряду с участием государства и местной власти в процессах развития сферы пригородного пассажирского транспорта необходимо, на наш взгляд, учитывать потребность привлечения частной составляющей в виде транспортных предприятий, осуществляющих пригородные пассажирские перевозки. Они являются формой государственно-частного партнерства предприятий-перевозчиков, региональных и местных органов власти, а также частных компаний.

Благодаря созданию транспортных предприятий, осуществляющих пригородные пассажирские перевозки, можно решить проблему повышения доходности таких перевозок, износа основных фондов, которыми владеет пригородный комплекс, и увеличения объема их закупок. Важную роль при этом играет участие региональных властей в организации пригородных перевозок путем их привлечения к формированию и деятельности таких предприятий. Такая интеграция повышает качество пассажирских перевозок и улучшает управленческие процедуры. К тому же, администрация области имеет возможность лучше организовывать и контролировать пригородные пассажирские перевозки, осуществляемые в пределах области.

В целом, функционирование транспортных предприятий, осуществляющих пригородные пассажирские перевозки, позволяет обеспечить реализацию полноценных рыночных процессов в сфере пригородных перевозок, а также повысить инвестиционную привлекательность участников рыночных отношений [16]. Эффективная деятельность этих компаний требует максимального проявления частной инициативы путем формирования независимых пригородных перевозчиков.

Таким образом, обобщение вышесказанного дает возможность сгруппировать предложения по улучшению качества транспортных услуг на основе функционирования механизма управления пассажирскими перевозками в пригородном сообщении:

- унификация законодательства в соответствии с требованиями современного мира и норм и стандартов развитого европейского общества;
- содействие развитию рынка пассажирских транспортных услуг за счет расширения сети пригородного транспорта и улучшения инфраструктуры отрасли;
- реформирование логистических схем пригородного транспорта за счет замены

пригородных поездов в малонаселенных пунктах рейсовыми автобусами, построения новых транспортных развязок, своевременного ремонта дорог и т.д.; замена рейсовых автобусов пригородными поездами на территории с густой плотностью населения с одновременным обновлением подвижного состава пассажирского железнодорожного транспорта;

- акцентирование внимания на сезонности перемещений, введение новых и своевременное изъятие ненужных рейсов в соответствии с явлением сезонности;

- совершенствование транспортных средств и их техническое переоснащение с целью минимизации затрат на одного пассажира и максимизации комфорта и скорости перевозок;

- повышение эффективности управления активами транспортных предприятий за счет своевременного изъятия устаревших фондов, привлечения специалистов по аутсорсингу и реструктуризации долгов.

Указанные меры должны применяться в комплексе – только в таком случае будет достигнут максимальный результат, в соответствии с которым будет функционировать механизм управления пассажирскими перевозками в пригородном сообщении и обеспечиваться надлежащее качество перевозки пассажиров в пригородных зонах.

5. Выводы

1. пригородный пассажирский транспорт является неотъемлемой составляющей региональной экономики, обеспечивающей высокую мобильность населения и повышающей таким образом показатели внутреннего валового и регионального продукта. Функционирование этой сферы связано со значительным потенциалом пригородной транспортной системы, а также рисками и угрозами, которые в условиях глобализованного мира приобретают объективный и системный характер.

2. улучшение функционирования сферы пригородного пассажирского транспорта требует использования эффективного механизма управления пассажирскими перевозками в пригородном сообщении. Он должен реализовываться в русле государственного регулирования процессами, которые связаны с перевозкой пассажиров на пригородных территориях, а также учитывать участие органов местного самоуправления и частную компоненту, путем гармоничного взаимодействия государственных и региональных органов власти, предприятий-перевозчиков и частных компаний.

3. основными направлениями, по которым должно происходить повышение качества предоставления услуг пассажирам пригородного транспорта в соответствии с функционированием механизма управления пассажирскими перевозками в пригородном сообщении, должны быть: унификация законодательства; содействие развитию рынка пассажирских транспортных услуг; переформатирование логистических схем пригородного транспорта; акцентирование внимания на сезонности перемещений; усовершенствование транспортных средств и их техническое переоснащение; повышение эффективности управления активами транспортных предприятий.

Список литературы

- [1]. Ходжаев Б.А. Основы автомобильных грузовых и пассажирских перевозок. -Ташкент: Изд-во Узбекистан, 2002 – 239 с. ISBN 5-640-03132-8
- [2]. Daraio, Cinzia & Diana, Marco & Di Costa, Flavia & Leporelli, Claudio & Matteucci, Giorgio & Nastasi, Alberto. (2015). Efficiency and effectiveness in the urban public transport sector: A critical review with directions for future research. *European Journal of Operational Research*. 248. 10.1016/j.ejor.2015.05.059.
- [3]. Fitzová, H., Matulová, M. & Tomeš, Z. Determinants of urban public transport efficiency: case study of the Czech Republic. *Eur. Transp. Res. Rev.* 10, 42 (2018). <https://doi.org/10.1186/s12544-018-0311-y>
- [4]. Irina Ulitskaya, Julia Vasilyeva, Elena Telushkina, Svetlana Glagoleva, Development of the logistics system of urban public passenger transport, *Transportation Research Procedia*, Volume 63, 2022, Pages 2857-2865, ISSN 2352-1465, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.332>.
- [5]. Brons, M., Nijkamp, P., Pels, E. *et al.* Efficiency of urban public transit: A meta analysis. *Transportation* 32, 1–21 (2005). <https://doi.org/10.1007/s11116-004-0939-4>
- [6]. Dawda, N. H., Gajera, H., Joshi, G. J., Arkatkar, S. S., & Dave, S. K. M. (2021). Efficiency Based Evaluation of Public Transport and Paratransit Systems with a View to Integrating Transportation. *Transportation Research Record*, 2675(3), 17-32. <https://doi.org/10.1177/0361198120980322>

- [7]. Canitez, F. (2018). Urban public transport systems from new institutional economics perspective: a literature review. *Transport Reviews*, 39(4), 511–530. <https://doi.org/10.1080/01441647.2018.1552631>
- [8]. Amirah, Nur & Mohamad, Diana & Hilmy, Ahmad. (2021). Acceptable walking distance accessible to the nearest bus stop considering the service coverage. 10.1109/ICOTEN52080.2021.9493435.
- [9]. Mauro, Raffaele. (2015). Traffic and Random Processes: An Introduction. 10.1007/978-3-319-09324-6.
- [10]. Oded Cats, Zafeira Gkioulou, Modeling the impacts of public transport reliability and travel information on passengers' waiting-time uncertainty, *EURO Journal on Transportation and Logistics*, Volume 6, Issue 3, 2017, Pages 247-270, ISSN 2192-4376, <https://doi.org/10.1007/s13676-014-0070-4>.
- [11]. Yevhen Tkhoruk, Olena Kucher, Mykola Holotiuk, Mykhailo Krystopchuk and Oleg Tson, —Modeling of assessment of reliability transport systems, in *Proceedings of ICCPT 2019*, Ternopol, 2019, pp. 204–210.
- [12]. Choi, Bong & Kim, Bara & Chung, Jinmin. (2001). M/M/1 Queue with Impatient Customers of Higher Priority. *Queueing Syst.* 38. 49-66. 10.1023/A:1010820112080.
- [13]. Peter van der Waerden, Jaap van der Waerden, Michiel Burger, Exploring the role of public transport service and walking route related factors to identify maximum walking distances to bus stops in the Netherlands, *Journal of Public Transportation*, Volume 26, 2024, 100096, ISSN 1077-291X, <https://doi.org/10.1016/j.jpubtr.2024.100096>.
- [14]. Asefeh Hasani Goodarzi, Eleen Diabat, Armin Jabbarzadeh, Marc Paquet, An M/M/c queue model for vehicle routing problem in multi-door cross-docking environments, *Computers & Operations Research*, Volume 138, 2022, 105513, ISSN 0305-0548, <https://doi.org/10.1016/j.cor.2021.105513>.
- [15]. Fadyushin, A. (2022). Methodology for determining the optimal parameters of a public transport stop point. *Intellect. Innovations. Investments*. 6. 124-134. 10.25198/2077-7175-2022-6-124.
- [16]. Эрназаров А.А. Методика расчета количества выброса токсичных веществ в окружающую среду транспортным потоком // Вестник науки. 2022. №9 (54). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-rascheta-kolichestva-vybrosa-toksichnyh-veschestv-v-okruzhayushchuyu-sredu-transportnym-potokom>.

CHIZEL – KULTIVATOR ISHCHI QISMLARI MATERIALLARINI O'RGANISH NATIJALARI

K.Z. Qosimov, A.Sh. Mo'yidinov, doktorant I.R. Maxmudov, doktorant O.S. Obidov

Andijon mashinasozlik instituti

kqosimov@mail.ru, +99897 964 55 90

e-mail: ikhrorbek_tm2019@mail.ru, +99899 364 94 93

oybekobidov06@gmail.com, +99899 900 57 58

(Qabul qilindi 11.09.2024 y.)

Annotatsiya. Ushbu maqolada chizel–kultivator ishchi organlari material tarkibi, legirlovchi elementlarni dolota materialining mexanik xossalari ta'sirini o'rganish bo'yicha tadqiqot natijalari keltirilgan. Materialning tarkibini o'rganish bo'yicha tadqiqotlar Optik emission spektrometr yordamida, qattiqlikni o'lchash ishlari Roskvell presslarida olib borilgan.

Tayanch so'zlar: chizel–kultivator, dolota, mustahkamlik, qattiqlik, yeyilish, tarkib, Roskvell pressi.

Аннотация. В данной статье представлены результаты исследований состава материалов культиваторных долот и влияния легирующих элементов на механические свойства культиваторного долота. Исследования по изучению состава материала проводились на оптико-эмиссионном спектрометре, а измерение твердости - на прессах Роквелла.

Ключевые слова: долото-культиватор, долото, твердость, прочность, износ, содержание, пресс Роквелла.

Abstract. This article presents the results of research on the composition of cultivating bit materials and the influence of alloying elements on the mechanical properties of the cultivating bit. Research on the study of the composition of the material was carried out in the optical emission spectrometer, and the hardness measurement was carried out in Rockwell presses.

Keywords: chisel-cultivator, bit, hardness, bending, wearing, content, Rockwell press.

Kirish.

Respublikamiz qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida mehnat va energiya sarfini kamaytirishga, resurslarni tejashga, qishloq xo'jalik ekinlarini ilg'or texnologiyalar asosida yetishtirishga, yuqori

unumli qishloq xo'jalik mashinalaridan samarali foydalanishga, ularning ishchi organlarini ishlab chiqarishga hamda mavjudlarining resursini oshirib takomillashtirishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Ammo yurtimiz qishloq xo'jaligi sharoitida tuproqqa ishlov beruvchi mashinalarning ishchi organlarining, firmaviy ishchi organlaridan tashqari, ish resursi talab darajasida emas. Bularga kultivatorning yumshatuvchi, o'toq qiluvchi, yotiq o'q-yoysimon, iskanasimon tishlari hamda chuqur yumshatuvchi chizel–kultivator dolotalarini misol keltirish mumkin. Mazkur ishchi organlar tez yeyilishi oqibatida eng ko'p almashtiriladi. Shuning uchun ushbu ishchi organlar ish resursini oshiruvchi, yeyilishga va yuqori bosimga chidamli, asoslangan tarkibli materiallardan tayyorlash texnologiyasini yaratish dolzarb masalalardan hisoblanadi. Ushbu masalani chizel–kultivator ishchi organlari materiali tarkibini, strukturasini, qattiqligini, termik ishlov berish usulini asoslash orqali ularning yeyilishga chidamliligini oshirib yechish mumkin.

Tadqiqot ushlari. Andijon viloyatida qo'llanilyotgan turli tarkibli chizel–kultivator ishchi qismlaridan, ularni tayyorlash uchun tavsiya etilgan matriallardan quyib tayyorlangan hamda ayrimlariga termik ishlov berilganlaridan, ularning yuqorida keltirilgan fizik-mexanik xossalarini o'rganish uchun, namunalar olindi (1-rasm).



1-rasm. Chizel – kultivator ishchi qismlari.

Ma'lumki odatda kultivatorlar ishchi qismlarini tayyorlashda 45X, J153, 65Г kabi po'latlardan foydalaniladi. 1-jadvalda ushbu po'latlarning kimyoviy tarkiblari keltirilgan.

1 – jadval

Kultivator ishchi qismlari tayyorlanadigan 45X, J153 va 65Г markali po'latlarning kimyoviy tarkiblari

Po'lat markasi	Tarkibidagi elementlarning miqdori, %						
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	Fe
45X	0,41 – 0,49	0,5 – 0,8	0,17 – 0,37	0,8-1,1	0.3	0.3	Qolgani
J153	0,47-0,59	0,5-0,8	0,15-0,4	-	-	-	Qolgani
65Г	0,62 – 0,7	0,9 – 1,2	0,17 – 0,37	<0,25	0,25	0,2	Qolgani

Po'latlarning mustahkamligi, yeyilishga bardoshliligi va qattiqligi kabi mexanik xossalari xrom (Cr), kremniy (Si), marganets (Mn) kabi legirlovchi elementlarni qo'shish orqali ta'minlanadi. Ushbu legirlovchi elementlar po'latning xossalariga sezilarli ta'sir etadi.

Tanlab olingan ishchi organlardan 30x50 mm o'lchamda namunalar qirqib olindi (2-rasm). Ulardan o'rnatilgan tartibda mikroshliflar tayyorlandi. So'ngra ular materialining tarkibi va qattiqligi o'rganildi.

Namunalar materialining kimyoviy tarkibini o'rganishda optik emission spektrometr **SPECTROLAB ДФС 500** dan (3-rasm), ularning qattiqligi esa THBRV-187.5DX Universal qattiqlikni o'lchash pressidan (4-rasm) foydalanildi.



2-rasm. Mikroshlif namunasi.



3-rasm. SPECTROLAB ДФС 500.



4-rasm. THBRV-187.5DX universal qattiqlikni o'lchash mashinasi

Olingan natijalar. Tanlab olingan namunalar materialining kimyoviy tarkiblari quyidagi jadvalda keltirilgan (2-jadval).

2-jadval

Namunalar materialining kimyoviy tarkiblari										
№	Materialning kimyoviy tarkibi, %									Materialning taxiniy markasi
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	
1	3,56	1,89	1,86	0,032	0,022	18,09	0,045	0,19	0,19	ЧХ22
2	3,25	1,69	0,72	0,023	0,009	0,009	0,01	0,01	0,004	СЧ25
3	0,68	0,3	1,2	0,035	0,035	0,25	0,01	0,25	0,2	65Г
4	0,43	0,32	0,86	0,024	0,027	0,05	0,004	0,06	0,12	45Г
5	0,33	0,68	1,06	0,075	0,035	0,78	0,02	0,13	0,13	35ХГСЛ
6	3,6	1,9	0,8	0,06	0,08	0,38	0,01	0,08	0,1	ЧХ1
7	0,54	0,54	1,28	0,18	0,03	0,6	0,03	0,18	0,15	5ХГМ

Shu bilan birga tanlab olingan namunalarning qattiqliklari aniqlandi (3-jadval).

3-jadval

Namunalarning qattiqliklari							
№	Namunalar materialining markasi						
	45Г	35ХГСЛ	65Г	ЧХ 22	5ХГМ	СЧ25	ЧХ1
Qattiqligi (HRC)	56	52	52	46	45	44	38

Muhokamalar.

Optik emission spektrometr yordamida o'tkazilgan spektrometrik tahlillardan ko'rish mumkinki namunalarning fizik-mexanik xossalariga ularning tarkibidagi uglerod, kremniy, marganes, xrom kabi elementlar, ayniqsa karbidlar hosil qilib, sezilarli ta'sir etadi. Jadvaldagi birinchi va ikkinchi namunalar ЧХ22 va СЧ25 markali cho'yanlar bo'lib, ular AQShning "Orthman" kompaniyasi tomonidan chizel-kultivator uchun maxsus ishlab chiqarilgan. Shuning uchun ular tuproqqa ishlov berishda yuqori ko'rsatkichlarga ega. Keyingi uchinchi va to'rtinchi

namunalar 65Г va 45Г markali marganesli po‘lat bo‘lib ular toblangandan keyin yuqori yeyilishga bardoshlikni ta‘minladi. Beshinchi va yettinchi namunalar mos ravishda 35ХГСЛ va 5ХГМ markali po‘latlar bo‘lib, ular laboratoriya sinovlarida yetarli yeyilishga bardoshlikni ta‘minlay olmadi. Huddi shunday oltinchi namuna ЧХ1 markali cho‘yan bo‘lib, u ham yetarli qattiqlikni va yeyilishga bardoshlikni ta‘minlay olmadi.

Xulosalar.

Chizel-kultivator uchun Respublikamizda ishlab chiqariladigan ishchi organlarning materialining tarkibi, strukturasi, qattiqligi va termik ishlov berish darajasi o‘rganilganda, ular shu ko‘rsatgichlar bo‘yicha ularga qo‘yilgan talablarga javob bermasligi va shu sababli ularning resursi (yeyilishga bardoshligi) pastligi aniqlandi. Bu Respublikamizda ishlab chiqariladigan ishchi organlarlar materialining tarkibi, strukturasi, qattiqligini hamda ularga termik ushlov berish darajasini asoslash dolzarb masala ekanligini ko‘rsatadi.

Yuqoridagi masalani ma‘lum darajada yechish uchun ishchi organlar tayyorlash uchun tavsiya etilgan ayrim markali po‘latlardan chizel-kultivator uchun ishchi organlar tayyorlandi va ulardan namunalar kesib olindi.

Chizel-kultivator uchun turli materiallardan tayyorlangan ishchi organlarning namunalari tarkibi, strukturasi, qattiqligi va yeyilishga bardoshligi kabi xossalari o‘rganib tahlil qilinganda, ularning yeyilishga bardoshligi asosan tarkibidagi karbidlar miqdoriga, strukturasi, qattiqligiga, termik ishlov berish natijasida hosil bo‘ladigan karbid-martensit strukturasi va termik ishlov berish darajasiga bog‘liq ekan.

Adabiyotlar:

- [1]. Mo‘ydinov A.Sh., Qodirov N.U., Obidov O.S. Chizel – kultivator dolotlarini dala sinovlari natijalari // Agro Ilm. 2024. – b. 81-83
- [2]. Qosimov K.Z., Madazimov M.T., Qodirov N.U., Kosimov S.D. Plug lemexlari yeyilishini o‘rganish va ularning resursini oshirish texnologiyalari tahlili // Raqamli texnologiyalar, innovatsion g‘oyalar va ularni ishlab chiqarish sohasi va qo‘llash istiqbollari: Xalkaro ilmiy-amaliy anjumani materiallar tuplami. - 1-shu‘ba. -AndMI, Andijon, 2021. - B. 158-160.
- [3]. Новиков, В. С. Обеспечение долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин [Текст]: автореф. докт. техн. наук / В.С.Новиков. – М., 2008. – С. 38.
- [4]. Серов Н.Н. Технологические аспекты повышения работоспособности плугов [Текст] / Н.В. Серов, А.В. Серов, П.И. Бурак// международный научный журнал, - 2015. - № 4. - С. 81 – 89.
- [5]. Марочник статей и сплавов / В. Г. Сорокин, А. В. Волосникова, С. А. Вяткин и др. М.: Машиностроение, 1989, 640 с.
- [6]. Метод измерения твердости по Роквеллу ГОСТ 9013-59. Издательство стандартов, 1960.
- [7]. Миронов, Д.А. Анализ конструктивных параметров лемехов плугов для почвообработки / Д.А. Миронов // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – № 4. – С. 48.
- [8]. Nuriyev K.K., Ulug‘ov G‘., Madazimov M.T., Muydinov A.Sh., Qodirov N.U. Yerni shudgorlashda qo‘llanilayotgan lemexlarining tarkibi va qattiqligini aniqlash natijalari // zamonaviy ishlab chiqarishning samaradorligi va energo-resurs tejamliligini oshirish muammolari: Xalkaro ilmiy-amaliy anjumani materiallar to‘plami. - 4-shu‘ba. -AndMI, Andijon, 2018. - B. 61-63.
- [9]. Qosimov K.Z., Madazimov M.T., Qodirov N.U. Tuproqqa ishlov beradigan ish organlar o‘rganilganlik darajasi // Raqamli texnologiyalar, innovatsion g‘oyalar va ularni ishlab chiqarish sohasi va qo‘llash istiqbollari: Xalkaro ilmiy-amaliy anjumani materiallar tuplami. - 2-shu‘ba. -AndMI, Andijon, 2021. - B. 161-163.

**NEFTCHILARNING HIMOYALOVCHI MAXSUS KIYMINI
LOYIHALASH MASALALARI**

Sh.A. Tosheva, M.B. Norqobilova, M.A. Mansurova

Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti

(Qabul qilindi 27.09.2024 y.)

Annotatsiya: Neft va gaz sanoati ishchilarining mehnat sharoitlarini hisobga olgan holda, ishchilar sog‘lig‘iga salbiy ta‘sir qiladigan xavfli va zararli ishlab chiqarish omillari organildi.

O'zbekistonning havo harorati viloyatlar kesimida tahlil qilindi. Neft ishlab chiqaradigan korxonasi ishchilari o'rtasida o'tkazilgan ijtimoiy so'rovnom natijalari asosida maxsus kiyimlar assortimentining yangi namunasini loyihalash masalasi belgilab olindi.

Kalit so'zlar: maxsus kiyim, neft, gaz, kurtka, mustahkamlik, shim, komplekt, omil, talablar, quduq burg'ulash, singdirilgan mato, antistatik mato, zararli omillar, dizayn, ish sharoitlari. *Аннотация:*

С учетом условий труда работников нефтяной и газовой промышленности организованы опасные и вредные производственные факторы, отрицательно влияющие на здоровье работников. Температура воздуха Узбекистана была проанализирована по регионам. По результатам социального опроса, проведенного среди работников нефтедобывающего предприятия, определен вопрос проектирования новой модели ассортимента специальной одежды.

Ключевые слова: спецодежда, нефть, газ, куртка, прочность, брюки, комплект, фактор, требования, бурение скважин, ткань с пропиткой, антистатическая ткань, вредные факторы, конструкция, условия труда

Annotation: *Taking into account the working conditions of workers in the oil and gas industry, hazardous and harmful production factors have been organized that have a negative impact on the health of workers. The air temperature of Uzbekistan has been analyzed by region. Based on the results of a social survey conducted among workers of an oil-producing enterprise, the issue of designing a new model of special clothing assortment has been determined.*

Key words: special clothing, oil, gas, jacket, strength, trousers, set, factor, requirements, well drilling, fabric with impregnation, antistatic fabric, harmful factors, design, working conditions

Dolzarbliqi. “O‘zbekneftgaz” yiliga 70 milliard kub metr tabiiy gaz va 8 million tonna neft qazib chiqaradi. 100 mingdan ortiq ishchilar neft ishlab chiqarish ob’ektlariga jalb qilingan. Ishchilarni qulay maxsus kiyim hamda shaxsiy himoya vositalari bilan ta’minlash neft sanoatining oldiga muhim vazifalarni qo‘yadi[1].

Neftchilar uchun “maxsus kiyim” tushunchasi keng bo‘lib, u bir qancha mezonlardan tashkil topgan bo‘lishi va ularga mos kelishi kerak. Neftchining havfsizligi, qulayligi va psixologik holati to‘g‘ri tanlangan maxsus kiyim komplektiga bog‘liq[2]. O‘z navbatida, bu mehnat unumdorligiga ta’sir qiladi. Shuning uchun, ish lavozimlariga qarab, neftchi o‘zining maxsus kiyimiga ega bo‘lishi kerak.

Maxsus kiyimlarini loyihalashda neftchilarning fikrlarini o‘rganish alohida ahamiyatga ega bo‘lib, maxsus kiyimlarini ishlab chiqarish korxonalariga funktsional bog‘liq holda, iste’molchi talab qiladigan assortimentda va hajmda mahsulot ishlab chiqarishni talab qiladi. Ijtimoiy tadqiqotlar natijalari asosida maxsus kiyimning qanday ko‘rinishda bo‘lishini neftchilarning talablariga ko‘ra belgilanadi[2].

Tadqiqotning maqsadi. Neft va gaz sanoati o‘bektlardagi neftchilarning amaldagi maxsus kiyimining tahlili shuni ko‘rsatdiki, korxonalarida ishlab chiqarilayotgan maxsus kiyimlar ko‘pincha boshqa maqsadlar uchun ishlatiladi, ular neft sohasi ishchilari uchun mo‘ljallanmagan (boshqa kasblarga tegishli), ekspluatatsiya sharoitlariga mos kelmaydi. Maxsus kiyim tezda yaroqsiz holga keladi va belgilangan ekspluatatsiya zo‘riqlishlariga bardosh bera olmaydi[3]. Demak, neftchilar uchun maxsus kiyim nafaqat himoya vazifasini bajarishi, balki atrof-muhit va ish jarayonining barcha o‘ziga xos jihatlarini, hamda respublikamizning issiq va quruq iqlim sharoitlarini e’tiborga olgan holda, neftchilarning ish lavozimlariga ham mos bo‘lishi lozim.

O‘zbekiston neft va gaz sanoati ishchilarining hozirgi holatda mehnat sharoitlarini hisobga olgan holda, ishchilar sog‘lig‘iga salbiy ta’sir qiladigan havfli va zararli ishlab chiqarish omillari hisobga olgan holda, ijtimoiy tadqiqotlar orqali maxsus kiyimni loyihalash va takomillashtirish mazkur ishining asosiy yo‘nalishini belgilab berdi[4].

Tadqiqot ishida neftchilarning mehnat sharoitidan kelib chiqib, quyidagi savollarni o‘rganish lozim:

-neft sohasida band bolgan ishchi mutaxassisliklar va ularga ish sharoitida ta’sir etuvchi zararli omillar

-ochiq havoda ishlaydigan neftchilarga iqlim sharoitining ta’sirini o‘rganish

-ekspluatatsiya jarayonidagi mavjud maxsus kiyim ma’lumotlari natijalari(kamchiliklari, aniq yaroqlilik muddati, topografik ishqalanishi, ishchilarning fikrlari va boshqalar) va maxsus kiyimni mo‘ljallanganligi bo‘yicha xususiyatlari ko‘rsatkichlarini solishtirish

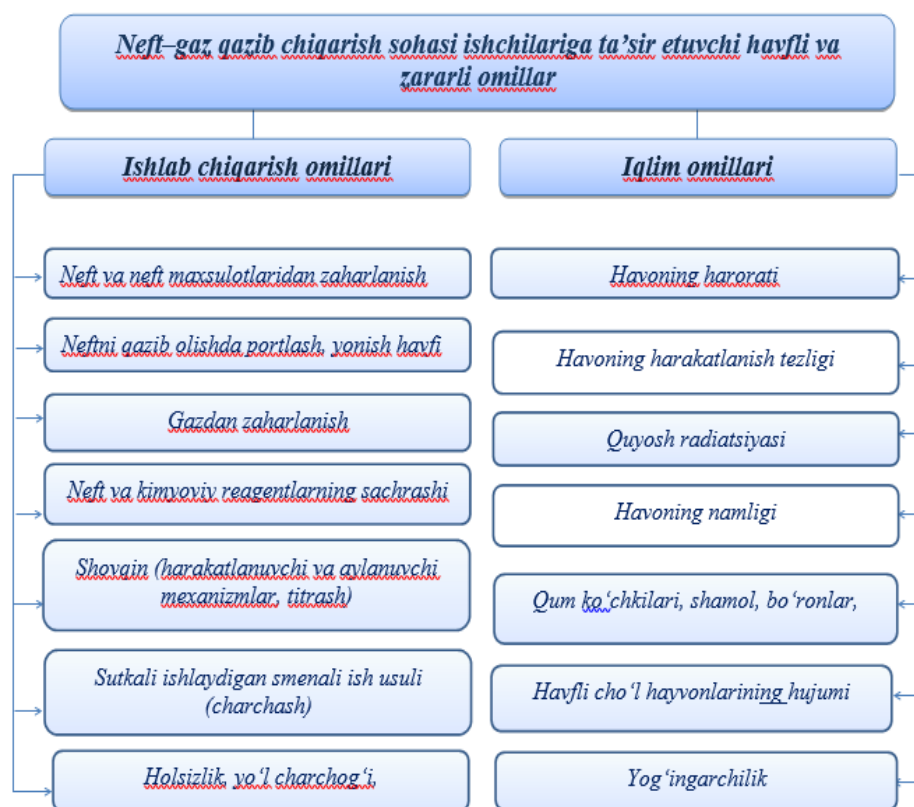
-neft-gaz sohasi ishchilari uchun maxsus kiyim talablarini shakllantirish orqali taklif model(ishlab chiqarish namunasini) tavsiya etish

Tadqiqot usuli. Amaldagi maxsus kiyimlarni holatini tahlil qilish va neft sohasi ishchilarining mehnat sharoitlarini o'rganish metodologiyasi adabiyotlarda etarlicha batafsil tavsiflangan[5,6]. Ushbu ishda kuzatish usullari va ijtimoiy usullar ham qo'llanilgan.

Tadqiqot ishlari Surxandaryo viloyatining "Petromaruz Uzbekistan" neft va gaz ishlab chiqarish MCHJ xorijiy korxonasidagi ishchilar o'rtasida olib borildi. So'rovnomada kamida 3 yillik ish stajiga ega va oliy toifali ishchilar jalb etildi. Maxsus anketa-so'rovnomasi ishlab chiqilgan. Anketa-so'rovnomadagi savollar maxsus kiyimni eskirish muddatini, mavjud kiyimning nuqsonlari va kamchiliklarini, neftchilarning fikrlari, maxsus kiyimning rangi, dizayni, material turi, kelajakdagi modellarning issiq iqlimga bardoshliligi va boshqalar bo'yicha afzalliklarini aniqlashga imkon berdi.

Tadqiqot natijalari. Neft ishlab chiqarish murakkab va havfli ishlab chiqarish jarayoni hisoblanadi. Neft sanoatidagi ishchilarning samarali mehnatini muhofaza qilmasdan va ish sharoitlari havfsizligini ta'minlamay turib, bu sohada yuqori ko'rsatkichlarga erishish mumkin emas.

Olib borilgan tadqiqotlar natijasida neft korxonalaridagi mavjud ish o'rinlari va mehnat vazifalari tahlil qilinib, ishlab chiqarishning zararli va havfl omillarining salbiy ta'siri, real ish sharoitlariga dosh beruvchi maxsus kiyimlarni loyihalash zarurligi aniqlandi. Neft korxonalarida burg'ulovchi, burg'ulovchi yordamchisi, burg'ulovchi-ta'mirlovchi, laborant-kollektor va dizelchi vazifalaridagi ishchilarning ish sharoitlari o'rganildi. Ishchilarning sog'lig'iga ta'sir qiladigan ish muhiti va mehnat faoliyati jarayonida ta'sir etadigan ishlab chiqarish omillarining salbiy tomonlari tahlil qilindi (1-rasm).



1-rasm. Ishlab chiqarish va iqlim omillarining ishchiga ta'siri.

Keyingi bosqichda issiqdan himoya qiluvchi maxsus kiyimlarni loyihalash maqsadida O'zbekistonning iqlim sharoiti o'rganildi. Ma'lumki, Osiyoning issiq iqlimli mamlakatlari ichiga respublikamiz ham o'z o'rnini egallagan. O'zbekistonning iqlim sharoitini tavsiflovchi eng muhim meteorologik omillaridan biri bu yilning ko'p qismida quyoshning uzoq davom etishi, quyoshning to'g'ridan-to'g'ri nurlanishi hisoblanadi. O'zbekiston Respublikasi Hidrometeorologiya xizmati markazidan olingan ma'lumotlar asosida hududlar iqlimi (1-jadval) tahlil qilindi. Respublika tekisliklarida quyoshning yalpi radiatsiyasi yil davomida shimolda 4800 mdj/m² dan janubda 6500 mdj/m² gacha o'zgaradi. Uning o'zgarishi mavsumiy bo'lib, qish oylarida surunkali bulutli kunlar

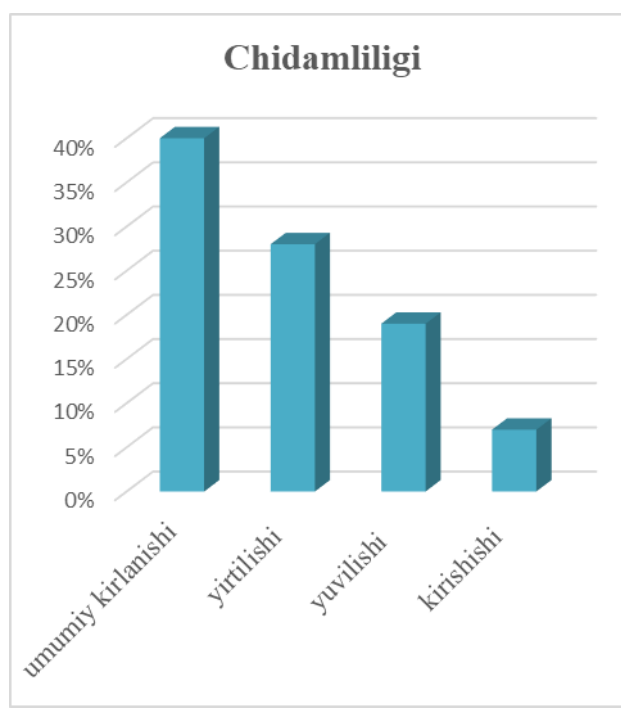
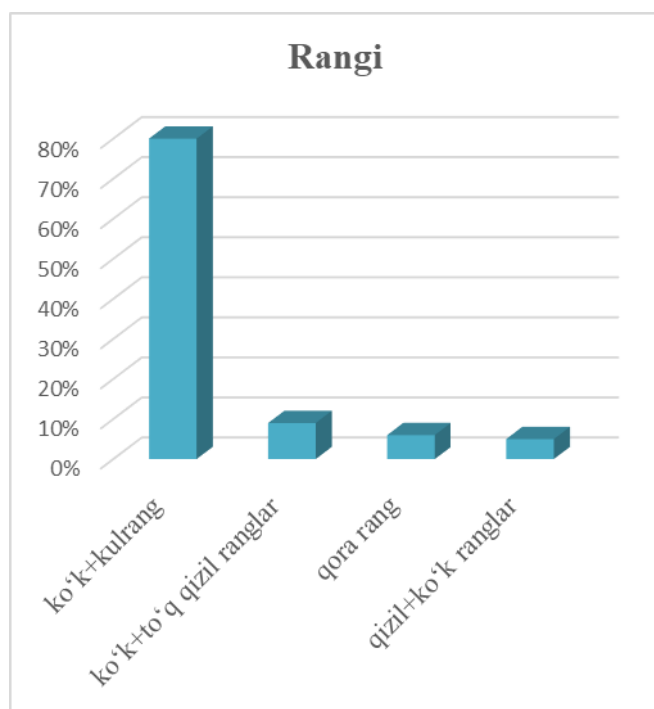
bo'lgani tufayli, quyosh nur sochishi imkoniyat darajasida deyarli ikki barobar kam bo'ladi. Yozda kunning uzunligi shimolda 16,5 soatni, janubda 15 soatni tashkil etadi. Bunda quyosh nur sochib turgan vaqt kuniga 10 soatdan 13 soatgacha davom etadi. Surxondaryo va Qashqadaryo viloyatlariga respublikamiz bo'yicha eng issiq havo harorati to'g'ri keladi.

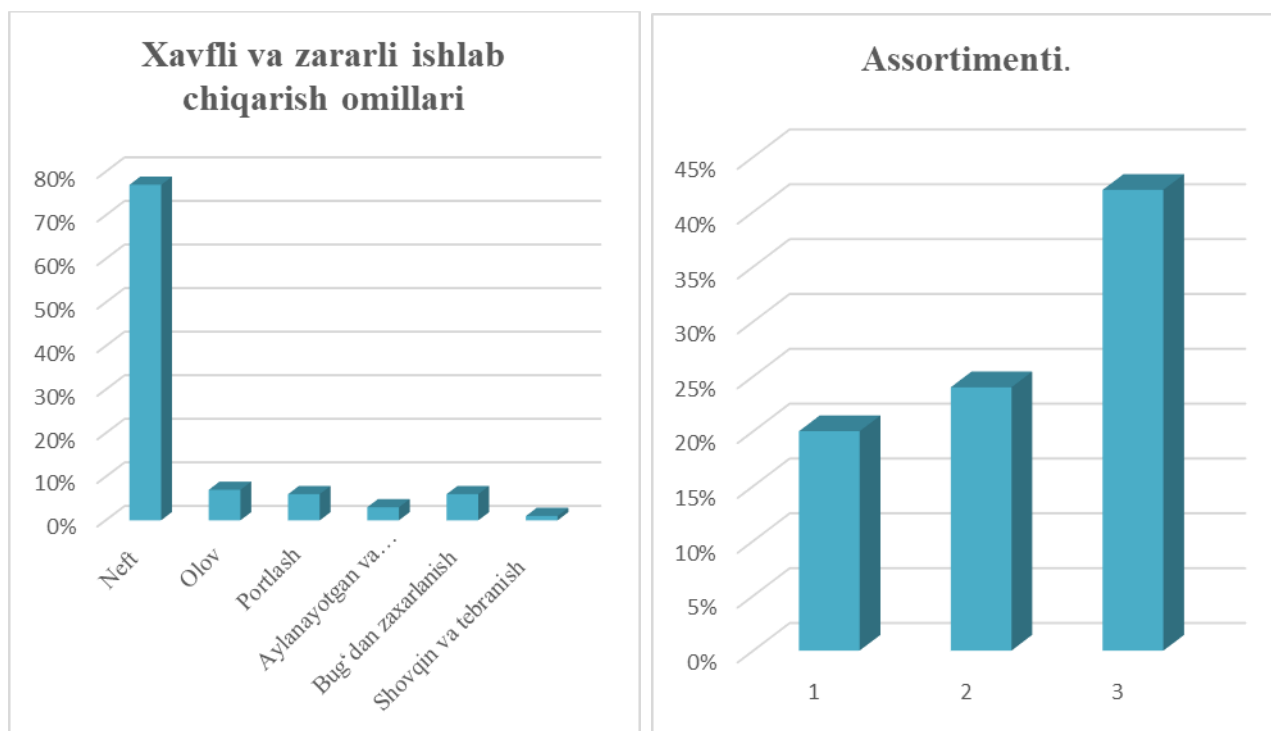
O'zbekiston Respublikasi havo harorati namligi (yillik)

1-jadval

№	Viloyatlar nomi	Havo harorati, °C	Nisbiy harorat namligi, % RH
1	Surxondaryo	49.6	13,3
2	Qashqadaryo	47.6	19,8
3	Buxoro	47.5	18,3
4	Xorazm	45.7	12,7
5	Namangan	42.5	17,2
6	Farg'ona	42.2	15,6
7	Andijon	42.1	20,3
8	Toshkent	37.6	18,7
9	Sirdaryo	36.7	16,3
10	Jizzax	35.9	33,5
11	Navoiy	32.3	28,4
12	Samarqand	30.3	31,4

Neft qazib olish murakkab va ko'p bosqichli jarayondir, shuning uchun katta investisiyalar va mehnat sarflarini talab qiladigan bir necha o'rganish bosqichlarini o'z ichiga olgan kompleks yondashuvni talab etadi. Neft qazib olish neftni qazib olish operatorlari, quduqlarni ta'mirlash operatorlari va guruhlar tomonidan amalga oshiriladi. Quduqlarni ta'mirlash va kapital ta'mirlash bo'yicha guruh tarkibiga quduqni ta'mirlash uchun burg'ulovchi va uning yordamchisi, quduqlarni ta'mirlash buyicha operator va lift operatorlari kiradi.





2-rasm. Ijtimoiy sorovnoma natijalari.

Neft qazib olish mavsumiy ish emas, balki kecha- kunduz va butun kun davomida ish davom ettiriladi. Butun bir ishlab chiqarish sohalari bir –biriga o‘xshasada, lekin ular ishlatadigan uskunalar va texnologik turlarga qarab ajratiladi [7]. Neft qazib chiqarish esa tarkibiy qismiga va boshqa tabiiy va texnik omillarga bog‘liq.

Neft gaz ishlab chiqaruvchi korxonalarda va neftni qayta ishlovchi korxonalarda faoliyat yuritayotgan ishchilarning maxsus kiyimi iqlim sharoitiga va talablarga mosligini o‘rganish maqsadida tadqiqot ishida ijtimoiy usuldan foydalanildi. Surxondaryo viloyatida joylashgan “Petromaruz Uzbekistan” neft va gaz ishlab chiqarish MChJ xorijiy korxonasining 100 ga yaqin ishchilari o‘rtasida so‘rovnoma o‘tkazildi.

Ijtimoiy tadqiqotlari natijalari shuni ko‘rsatdiki, ishchilarning aksariyati maxsus kiyim komplektida kurtka, nimcha va shim-42% bo‘lishi kerakligini taklif etishdi. Maxsus kiyimning himoyalovchi xususiyatlarga ega bo‘lishi chidamlilik darajasi umumiy kirlanishi bo‘yicha-40% ni, propitkali gazlama-30% ni, ishchilar hayoti uchun xavfli va zararli ishlab chiqarish omillaridan 77% ni neft tashkil qilishi kerakligini belgilashdi. Korxona ishchilarining xohishini inobatga olgan holda maxsus kiyim ish lavozimiga, chidamliligi yuqoriligiga va tashkilotning imidjiga mos bo‘lishi kerakligi belgilandi va taklif model tavsiya etildi [8].

Neftchilar uchun mo‘ljallangan maxsus kiyim komplekti kuzgi-bahorgi mavsum uchun taklif etilib, shim va kurtkadan iborat. Kurtka markaziy molniya taqilmali, planka bilan ishlov



3-rasm. Neft-gaz qazib chiqarish sohasi ishchilarining maxsus kiyimi eskizi.

berilgan, yoqa qaytarmali, o'tqazma yengli va ikki bo'lakli, yeng uchi manjetli, koketkali(signal tasmalar bilan ishlov berilgan) va old bolakda 3 ta qopqoqli qoplama cho'ntaklar mavjud, ort bo'lak uch bo'lakdan iborat, yeng tirsagi qo'shimcha qatlam bilan va signal tasma bilan ishlov berilgan. Shim belbog'li, taqilmasi molniya tasmali gulfikdan iborat, yon cho'ntakli, tizza qismi qo'shimcha qatlam bilan ishlov berilgan, ort bo'lagi koketkali va ikkita qopqoqli qoplama cho'ntaklar bilan ishlov berilgan. Issiq iqlim sharoitini hisobga olib, kurtkaning yeng qo'ltiq qismida maxsus to'rli(setkali) gazlama bilan ishlov berilgan.

Xulosa. O'zbekiston Respublikasi Gidrometeorologiya xizmati markazidan olingan ma'lumotlar asosida hududlar iqlimi tahlil asosida, Surxondaryo viloyatida eng issiq havo harorati-49.6 °C to'g'ri kelishi aniqlandi. "Petromaruz Uzbekistan" neft va gaz ishlab chiqarish MCHJ xorijiy korxonasining neftchilar o'rtasida anketa so'rovlari tahlili bajarildi. Korxonadagi barcha lavozimda faoliyat yuritayotgan ishchilar bir xil maxsus kiyim bilan ta'minlanishini e'tiborga olib, maxsus kiyim lavozimiy bajaradigan vazifalarini inobatga olgan holda tayyorlanishi kerakligi belgilandi va quduqni ta'mirlash operatori maxsus kiyimi sanoat namunasi tayyorlandi va konstruktiv-texnik echimi ishlab chiqildi

Adabiyotlar:

- [1]. <https://www.stat.uz/> O'zbekiston Respublikasi Statistika qo'mitasi sayti
- [2]. Сурженко Е.Я. Теоретические основы и методическое обеспечение эргономического проектирования специальной одежды: автореф. докт. техн. наук: 05.19.04. - Санкт-Петербург: СПбГУТД, 2001.- 49 с.
- [3]. Oystein Nordrum Wiggen, Sirgi Heen, Hilde Faerevik, Randi Eidsmo Reinertsen. Effect of Cold Conditions on Manual Performance while Wearing Petroleum Industry Protective Clothing //Industrial Health. - 2011. - №49. - P. 443451.
- [4]. Ulkanbayeva,G., Bobodjanov,S., Mansurova,M., Nigmatova, F.Calculation of the strength of a shock-compensating vest made of high-strength material in an inflatable state *AIP Conference Proceedings*, 2023, 2789, 040016
- [5]. Ганиева Г.А. Разработка методики проектирования специальной одежды для рабочих нефтяной отрасли: дис. докт. фил. (PhD): 6D072600. –Алматы: АТУ. - 2017.-30 с.
- [6]. Ulkanbayeva G.D. Improving ways to improve the protective properties of overalls for builders. 06/05/04. Diss.on sois. uch. step. doc. Phil. (PhD) for tech. Sciences, Tashkent, 2021, – 118 r.
- [7]. Chorjeva M.M. "Neft-gaz sanoat ishchilari uchun maxsus kiyimni loyihalash usullarini takomillashtirish" (PhD) 05.06.04-"Tikuvchilik buyumlari texnologiyasi va kostyum dizayni" dissertatsiya ishi Buxoro-2023y.
- [8]. Baratova U.M. Ekspluatatsion xususiyati oshirilgan matolardan neft-gaz sanoati ishchilari uchun maxsus kiyim ishlab chiqish: magistr dissertatsiya-2023y-77b.

УДК 621.78.011; 621.74.04

НАПЛАВОЧНЫЕ ТВЕРДОСПЛАВНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ЛИТЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН И ИХ ПОСЛЕДУЮЩАЯ ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

Б.К. Тилабов, Р.З. Олимжонов, А.Д. Борийхонов, Н.Ш. Собиржонов, Ш.А. Эргашева

*Совместного Белорусско-Узбекского межотраслевого института прикладных технических
квалификаций в городе Ташкенте.
(Получена 27.09.2024 г.)*

Аннотация. В статье приведены материалы исследований строения и свойств наплавочных твердосплавных покрытий, полученных в процессе литья деталей по газифицируемым моделям. Изучены состав и свойств стали, твердость и микротвердость поверхностных и подповерхностных слоев. Проанализирован относительная износостойкость испытаний, проведенные в лабораторных и полевых условиях. Проведены окончательные режимы термообработки с двойной фазовой перекристаллизацией для литых деталей. Показано, что термическая обработка с двойной фазовой перекристаллизацией повышает твердость и износостойкость наплавочных литых изделий в 2-3 раза.

Ключевые слова: газифицируемая модель, наплавочное твердосплавное покрытие, твердость и микротвердость стали, микроструктура и свойства, термическая обработка с

двойной фазовой перекристаллизацией, абразивная износостойкость.

Annotatsiya. Maqolada gazlanuvchi modellar bo'yicha quymakorlik usuli jarayonida qattiq qotishmali sirt qoplamalar bilan olingan quyma detallarning tuzilishi va xossalari tadqiqot qilish materiallari keltirilgan. Po'latning tarkibi va xossalari, yoza sirt va yoza osti qatlamlarining qattiqligi va mikroqattiqligi o'rganilgan. Laboratoriya va dala sharoitlarida o'tkazilgan sinovlarning nisbatan eyilishga bardoshliligi tahlil qilingan. Quyma detallar uchun ikki marta faza qayta kristallanish termik ishlov berishning oxirgi rejimi o'tkazilgan. Ikki marta faza qayta kristallanish termik ishlov berish qattiq qotishmali yoza sirt qoplamali quyma buyomlarning qattiqligi va eyilishga bardoshliligi 2-3 martaga oshganligi ko'rsatilgan.

Kalitli so'zlar: gazga aylanuvchi model, qattiq qotishmali sirt qoplama, po'lat qattiqligi va mikroqattiqligi, mikrostrukturasi va xossalari, ikki marta faza qayta kristallanish termik ishlov berish, eyilishga bardoshlilik.

Abstract. The article presents research materials on the structure and properties of surfacing hard-alloy coatings obtained in the process of casting parts using gasified models. The composition and properties of steel, hardness and microhardness of surface and subsurface layers were studied. The relative wear resistance of tests carried out in laboratory and field conditions is analyzed. The final heat treatment regimes with double phase recrystallization for cast parts were carried out. It has been shown that heat treatment with double phase recrystallization increases the hardness and wear resistance of surfacing cast products by 2-3 times.

Key words: gasified model, surfacing carbide coating, hardness and microhardness of steel, microstructure and properties, heat treatment with double phase recrystallization, abrasive wear resistance.

Введение. Высокий уровень новых инновационных технологий в зарубежных странах предопределил существенное отставание отечественной промышленности, изготавливающей различные металлические изделия [1,2] для собственного потребления, в связи с чем ряд Узбекских заводов металлургической и машиностроительной промышленности ориентируется на потребление зарубежных аналогов металлопродукции. Главным образом, это связано с низким качеством литых деталей отечественных предприятий, таких как «неликвиды» детали стальных и чугунных изделий, используемые для серийного и массового выпуска металлической продукции.

Основная причина неконкурентности отечественных стальных деталей – их низкая эксплуатационная стойкость на автоматизированных линиях для выпуска металлоизделий из-за появления в процессе их работы рельефности на рабочих поверхностях (или гранях) за счет выгорания необходимых включений и формирования трещин разгара в местах теплового удара. Одна из особенностей эксплуатации этих деталей – циклическое воздействие высоких температур в бесперебойном режиме до полного износа металлокомплекта, формирующего расплавленное покрытие, из-за чего к литым деталям [3] предъявляют жесткие требования к термо-, жаро-, изнoso- и коррозионной стойкости, термоусталости [4,5] и к условиям механической обработки.

Цель работы. Целью данной работы является технология изготовления литых деталей машин с наплавочным твердосплавным износостойким покрытием путем литья по газифицируемым моделям и повышения их твердости и износостойкости методом оптимальной двойной термической обработки.

Для формирования необходимой структуры деталей, как в литом состоянии, так и после их термической обработки, были выбраны детали, работающие в контакте с расплавленным покрытием при 900-1150⁰С, изготавливаемые в литейном цехе ХК «Metallmexqurilish» в песчаных формах путем литья по газифицируемым моделям. К таким деталям относятся металлургические стальные ролики прокатного стана с наплавочным твердосплавным износостойким сормайтovým покрытием толщиной слоя от 1,0 до 3,0 мм [6]. Химический состав стали 35ГЛ показана табл.1, которые изготавливается отливка детали.

Данный процесс доступен в осуществлении, легко регулируется, позволяет получать модели весьма простой и сложной конфигурации с различной толщиной стенок,

значительными габаритными размерами, при заданной плотности, точности и чистоте поверхности. Готовые модели после сушки покрывали слоем противопригарной краски (смесь асбестового порошка со связующим) и после повторной сушки проводилось крепление пеномоделей в опоку-контейнера с помощью элементов стояка-коллекторов и литниковой системы. После сборки пеномоделей производилась их формовка сухим кварцевым песком (1К0315 и др.) доверху опоки и одновременно проводили уплотнение пневматической вибрацией.

Таблица 1

Химический состав стали 35ГЛ

C	Si	Mn	Ni	Cr	Cu	As	P	S	Fe
0,32-0,4	0,17-0,37	0,5-0,8	До 0,25	До 0,25	До 0,25	До 0,08	До 0,035	До 0,04	~ 97

Методика проведения исследований. В настоящей работе исследуются состав и свойства, твердость и микротвердость, микроструктура и абразивное изнашивание литых деталей машин с поверхностным упрочнением, полученных путем литья по газифицируемым моделям, а также до и после оптимальной термической обработки (закалка с последующим отпуском) [6,7]. Литые образцы и детали изготавливались из стали 35ГЛ таким образом, чтобы на рабочей поверхности оказались с высокой твердостью. Выбор этих сталей и деталей в качестве объекта исследования обусловлен необходимостью изучения влияния термической обработки с двойной фазовой перекристаллизацией на структуру и абразивную износостойкость стальных отливок. Размеры стальных образцов были 15х15, 20х20 и 22х22 мм, а также для абразивного изнашивания 70х35х15 мм.

При формовке состояния пеномодели (рис.1,а) располагаются горизонтально, а их рабочая поверхность кверху. Для образования наплавочного твердосплавного износостойкого сормайтowego покрытия в процессе литья готовилась паста, состоящая из порошков твердого сплава ПГ-С27 и раствора 4%-го поливинилбутирала в спирте (определенного процента по массе). Эти пасты наносились на рабочую поверхность пеномодели (рис.1,б,в) и подвергались тепловой сушке. После сушки опять производилось крепление пеномоделей в литейную опоку-контейнера. Затем устанавливали опоку в основной конвейер и заливали жидким металлом при температуре 1600-1650⁰С через литниковую систему при сифонном подводе металла. Расплавленный металл подавался непосредственно на пеномодель. Под действием этого расплава полистирол газифицируется и образующая полость заполняется металлом по составу, соответствующему стали марки 35ГЛ.

В связи с этим в данной работе исследуется химический состав твердого сплава типа сормайт марки ПГ-С27. Выбор состава наносимого покрытия производился по двум критериям: 1-покрытие должно отвечать требованию 3-5 - кратного увеличения износостойкости по сравнению с износостойкостью стальной основы; 2-покрытие должно включать доступные и недорогие компоненты и отличаться простотой технологией его нанесения.

Исходя из этого, выбрали твердый сплав типа «сормайт» марки ПГ-С27. Таким способом получается *отливка детали* с наплавочным твердосплавным износостойким покрытием (рис.1,г). Заполнение формы жидким металлом является *одним из основных этапов формирования отливки*, определяющего многие показатели её качества. Следует отметить, что заливку форм нужно производить особенно тщательно, аккуратно и равномерно при постоянном гидростатическом напоре.

В работе представлены стальные ролики прокатного стана (рис.1,а,б,в,г) по хоздоговору №6/11 АО «Узметкомбинат», с наплавочным твердосплавным износостойким покрытием, изготовленных путем литья по газифицируемым моделям в ХК «Metallmexqurilish». В данное время эти ролики изготавливаются по новым инновационным технологиям путем литья по газифицируемым моделям, одновременно с наплавочным износостойким покрытием с толщиной слоя 1,0 - 2,0 - 3,0 мм и оптимальной термической обработкой с двойной фазовой перекристаллизацией [6,8] который повышает твердость и износостойкость стальных роликов в два и более раза по сравнению с серийными изделиями.

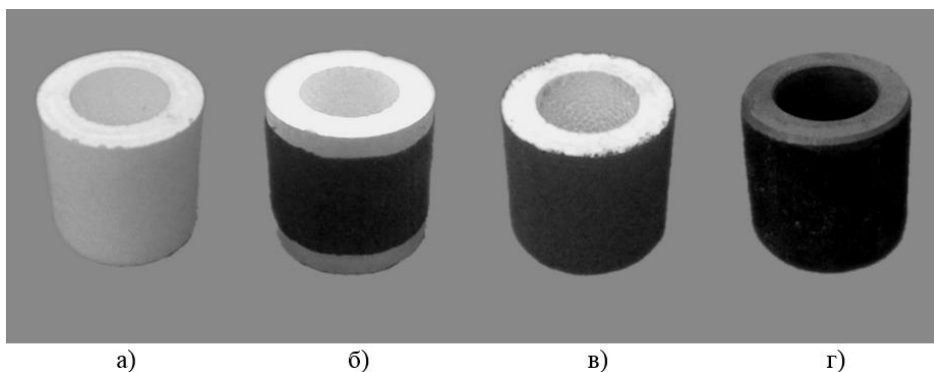


Рис.1. Пенномодель стального ролика прокатного стана №СП1413.16, изготовленная путем литья по газифицируемым моделям с наплавочным износостойким твердосплавным покрытием: **а**-пенномодель ролика; **б,в**-пенномодель ролика с наплавочным покрытием по всему изнашивающему поверхностному покрытию; **г**-литая стальная ролик с наплавочным твердосплавным покрытием и после термической обработки.

Для измерения поверхностной твердости стальных образцов (и деталей) с размерами 15x15 мм и 20x20 мм использовали методы Бринелля и Роквелла. В качестве индентора применяли стальные шарики диаметром 2,5; 5,0 и 10 мм. В наших случаях взяли шарик диаметром 5 мм, при нагрузке 750 кгс и продолжительности выдержки 10-15 с.

В качестве индентора по HRC использовали алмазный конус с углом при вершине 120° и радиусом закругления 0,2 мм (шкалы А и С) и стальной шарик диаметром 1,5875 мм (1/16 дюйма) (шкала В). Поверхностная твердость закаленных образцов и литых деталей по Роквеллу составляет 58-62 HRC. Выбор углеродистых сталей в качестве объекта исследования обусловлен необходимостью изучения влияния на внутреннюю структуру и абразивную износостойкость образцов из стали 35ГЛ.

Металлографические исследования. Макро - и микроисследования изучали оптическим металлографическим микроскопом МБС-1, МБС-9, МИМ-8М и Neofot-21. Стальные образцы для визуальных испытаний были круглые и четырехквадратные с размерами 12x12, 15x15, 15x20, 20x20 и 22x22 мм. Микроструктура, твердость и микротвердость углеродистых сталей после оптимальной термической обработки значительно изменяются. Если закалка производится с температуры нагрева от 900°C до 1150°C, то перлитная составляющая структуры (рис.2,а) испытывает мартенситное превращение, а расположение карбидной составляющей не изменяется. После повторной оптимальной термической обработки с двойной фазовой перекристаллизацией образуется крупно – и мелкозернистые мартенситные структуры (рис.2,б,в). На микроструктуре хорошо просматриваются мартенситные иглы, наименьшее количество - остаточный аустенит, первичные карбиды и подслои высокоуглеродистого мартенсита.

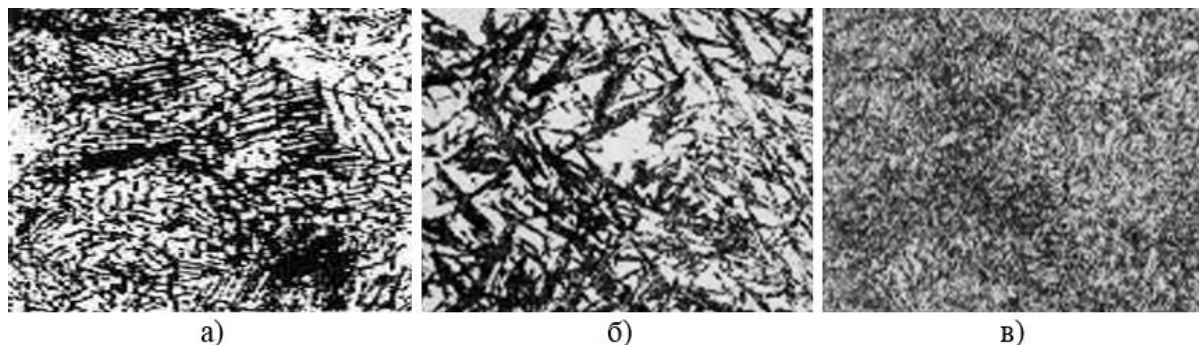


Рис.2. Структура стали 35ГЛ: **а**-перлит; **б**-крупнозернистый игольчатый мартенсит; **в**-мелкозернистый мартенсит. X500.

Результаты исследований и их обсуждение. Для проверки толщины слоя отливки взяли одна из готовых стальных деталей с твердосплавным износостойким покрытием, вырезали кусок шлифа для макро - и микроисследования (рис.3,а), затем его отшлифовали и отполировали (рис.3,б), а потом промыли и травили специальным травителем для выявления поверхностного покрытия толщиной слоя 2-3 мм (рис.3,в). Толщина слоя более явно и визуалью представлено на макроструктуре (рис.3, г) [5].

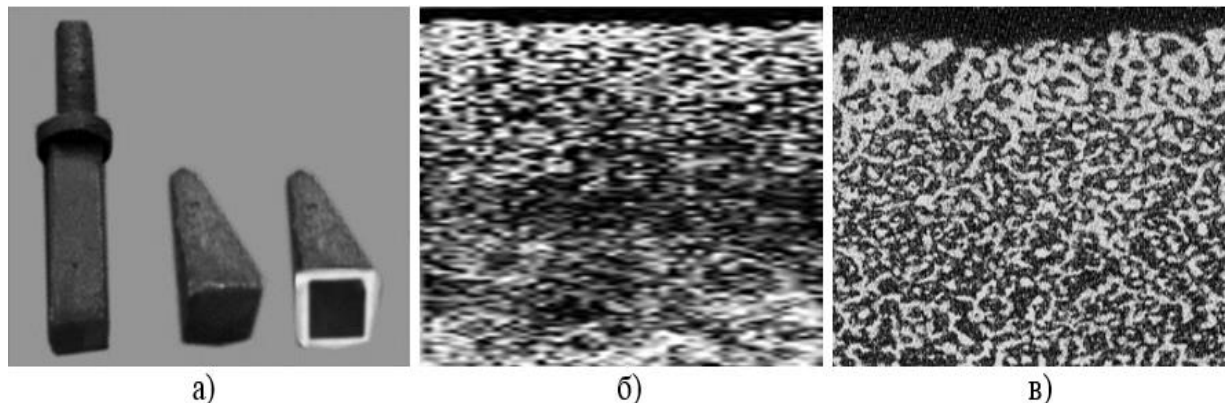


Рис.3. Стальная отливка детали и вырезанные образцы с твердосплавным покрытием: а-отливка детали; б-вырезанные куски образца детали в шлифованном и полированном виде; в-травленный образец с толщиной покрытия 2,5 мм; г-структура поверхностного покрытия толщиной слоя 3,0 мм. X500.

Оптимальные режимы термической обработки. Эти образцы подвергали различным режимам термической обработки. Термическую обработку литых образцов с износостойким твердосплавным покрытием проводили в лабораторных печах, а натурных изделий – в термической камерной печи при различных температурах нагрева:

1) Смягчающий отжиг при температуре 700-720⁰С в течение двух часов, а охлаждение вместе с печью;

2) Термическая обработка, закалка образцов с нагревом до температуры от 900 до 1150⁰С, а охлаждение в масле или на воздухе;

3) Отпуск при различных температурах нагрева 300⁰С, 450⁰С, 500⁰С, 550⁰С, 600⁰С. Время выдержки образцов при отпуске - 1,5 часа, а охлаждение на воздухе;

4) *Двойная закалка.* Образцы после первой закали с различных температур нагрева и промежуточного отпуска 450⁰С-600⁰С подвергали повторному нагреву до 925-940⁰С, закаливали, охлаждали в масле и отпускали при температуре 300⁰С. Двойная закалка [6-8] используется впервые для увеличения износостойкости твердосплавных литых деталей. После двойной закали повышаются твердость, микротвердость и, особенно, износостойкость твердосплавных образцов и деталей в 2-3 раза [9,10] по сравнению с серийными изделиями. Сущность двойной закали заключается в резком ускорении диффузионных процессов за счет чередующихся теплосмен. Если такая обработка проводится с многократной фазовой перекристаллизацией, то наблюдается быстрое измельчение зерна стали и на этой базе ожидается повышение твердости и износостойкости стальных изделий.

Выводы. Исходя из вышеприведенного можно сделать вывод о том, что термически обработанные стальные литые ролики с износостойким твердосплавным покрытием испытана в условиях производства. Результаты испытания показали, что опытно-экспериментальные ролики без твердосплавного покрытия в 1,2 раза, с твердосплавным покрытием в 1,5-2,0 раза, с износостойким твердосплавным покрытием после оптимальной термической обработки с двойной фазовой перекристаллизацией в 2,5-3,0 раза повышают свою износостойкость и долговечность по сравнению с серийными изделиями. Данная инновационная технология внедрена в производство АО «Узметкомбинат» с экономическим эффектом.

Список литературы.

- [1]. Гини Э.Ч. Технология литейного производства: специальные виды литья. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 352 с.
- [2]. Фесенко М.А., Косячков В.А. Технологические процессы модифицирования расплава чугуна. Национальный технический университет Украины «КПИ». – Киев.: Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск, 2007. – 235 с.
- [3]. Околович Г.А. Новые технологии изготовления стальных поршневых колец и деталей машин. – Барнаул.: Алтайский государственный технический университет имени И.И.Ползунова, 2011. №1. – С.582-587.
- [4]. Комаристов В.Е. Сельскохозяйственные машины и их работы. – М.: Колос, 2006. – 283 с.
- [5]. Ниловский И.А. Из опыта работ по изысканию способов повышения износостойкости лемехов и других деталей сельскохозяйственных машин. – В сб.: Повышение износостойкости лемехов. – М.: Машиз, 2007. – С. 202-212.
- [6]. Тилабов Б.К. Износостойкость наплавочного твердого сплава типа ПГ-С27 с метастабильным аустенитом и мартенситом. Республиканский межвузовский сборник научных трудов. – Ташкент. 1-вып. 2011. – С.359-362.
- [7]. Мухамедов А.А. Влияние параметров структуры термически обработанной стали на абразивную износостойкость // Известия ВУЗов. – Черная металлургия, 2009. №7. – С.98-105.
- [8]. Мухамедов А.А. Определение причин ускоренного износа литых стальных деталей машин. Актуальные вопросы в области технических и социально-экономических наук. Республиканский межвузовский сборник научных трудов. Ташкент. Часть 1. 2013. – С.221-224.
- [9]. Tilabov B.K. Heat treatment cast parts with carbide wear resistant coatings obtained by casting on gasified models. – Ташкент.: Вестник ТашГТУ, 2014. №1. – С.93-98.
- [10]. Tilabov B.K. Increase the service life of cast parts tilliing machines // International Conference «Global Science and Innovation» March 23-24, 2016. – USA. Chicago, 2016. – P.222-226.

LINT TOZALASH MOSLAMASINING TO'RLI YUZASINI TANLASH BO'YICHA
TADQIQOT NATIJALARI

J.B. Abdurahmonov

Namangan muhandislik-texnologiya instituti

Tel: +99(894) 026 58 58, e-mail: j.abdurahmonov1993@gmail.com

[*\(Qabul qilindi 27.09.2024 y.\)*](#)

Annotatsiya. Ushbu maqolada paxta tozalash korxonalarida jinlangan paxta chigitida qolgan kalta tolalarni qirib oluvchi Linter mashinasni takomillashtirish bo'yicha tadqiqotlar amalga oshirilgan.

Tayanch so'zlar: Linter mashinasi, momiq, iflosliklar, linterlash, cho'tkali baraban, yo'naltirgich, to'rli sirt, qiyalik burchak.

Аннотация. В данной статье проведены исследования по совершенствованию машины «Линтер», счищающей короткие волокна, оставшиеся в дженированном семени хлопчатника на хлопкоочистительных предприятиях.

Ключевые слова: линтерная машина, пух, примеси, ворс, щеточный барабан, направляющая, сетчатая поверхность, скошенный угол.

Abstract. In this article, research was conducted to improve the "Linter" machine, which removes short fibers remaining in ginned cotton seeds at cotton ginneries.

Key words: linter machine, fluff, impurities, lint, brush drum, guide, mesh surface, beveled corner.

Kirish. Ilmiy tadqiqot ishida olib borilgan adabiy tahlillar asosida hamda soha bo'yicha amalga oshirilgan tadqiqotlar natijalarida ishlab chiqilgan mavjud linter mashinalari ishini tahlil qilish orqali takomillashtirilgan mashina ishchi qisimlarining sxemalarini yaratib olish lozim bo'ladi. Mashina asosiy ishchi organi bu cho'tkali baraban va to'rli yuza bo'lganligi sababli asosiy e'tibor huddi shu zonaga qaratildi.

Mashinaning lint tozalovchi torli yuzasining parametrlari nazariy ishlar asosida tanlab olindi hamda chiqayotgan lintli massani tozalashnni maksimal holatida mashina unumdorligi saqlandi hamda ishlash davomida texnologik jarayonga hech qanday ta'sir ko'rsatilmadi (3.3-rasm).

Lint massasida iflosliklarni ajratib qoluvchi to'rli yuza tirqishlari lint eng kichik qilib yasalgan hamda lint massasining harakat yo'nalishi bo'ylab yuqorilab boruvchi ellepssimon

tirqishlar shaklida hosil qilingan [47]. Bu tirqishlarning harakat yoʻnalishi boʻylab gorizontal holatda oʻrnatilganligi sababli lintli massa toʻrli yuzaga sidirilib oʻtadi va sekin asta uning tarkibidagi mayda iflosliklar pastdagi shnekka tirqishlar orqali tusha boshlaydi.

Mavjud linter mashinalaridan farqli ravishda arrali barabandan chiqayotgan lintli massani



3.3-rasm. Lint tozalash uchun toʻrli yuza.

havo yordamida emas, balki choʻtkali baraban orqali ajratish va keyingi jarayonga uzatib berish amalga oshiriladi. Choʻtkali baraban (3.4-rasm) birinchidan lintni oʻz vaqtida toʻrli yuza tomon otib bersa, ikkinchidan arrali barabanni lintdan maksimal tozalash imkoniyatiga ega boʻladi, bu esa arralarning ish muddatini 60 soatgacha oshirish imkoniyatini beradi. Yangi oʻrnatilgan ishchi organlar parametrlarini belgilayotgan material xususiyatlariga qarab oʻzgartirish imkoniyati koʻzda tutilgan.

Lintni uzatib beruvchi choʻtkali baraban diametri 250 mm qilib olish mumkin, uning bu holatdagi maksimal aylanish tezligi 1323 ayl/min gacha aylanishi tadqiqotlar natijasida aniqlandi, biroq biz uchun maqbul qiymat sifatida 1100 ayl/min tanlab olingan. Choʻtkali baraban choʻtkalari lint ajratuvchi arrali baraban arralari orasiga arra tishlari uzunligida kirib turadi hamda yoʻnalishdagi har qanday materialni toʻliq sidirib olish imkoniyatiga ega.



3.4-rasm. Choʻtkali baraban va ifloslik shneki.

Masalaning muhim jihatlaridan biri bu toʻrli yuzani samarali tozalash imkoniyatini beradigan shaklini hamda joylashish holatini aniqlab olishdan iborat [48]. Maʼlumki lint mahsuloti anchagina murakkab tuzilishga ega hamda tarkibi jihatidan mayda tola zarralari koʻp miqdorda uchraydi, shuning uchun yuza murakkab xossaga ega boʻlgan materialni tozalash uchun shay holatda boʻlishi kerak. Bundan tashqari, zarur hollarda tozalovchi toʻrli yuza tirqishlar oraliqlari hamda joylashish holatini oʻzgartirish imkoniyati ham koʻzda tutilgan.

Agar ishlab chiqarilayotgan lintning nav tarkibi paxta tozalash korxonasining texnologik rejimiga bogʻliq boʻlmay, faqatgina paxta xomashyosi assortimentiga bogʻliq boʻlsa, u holda lint tiplari bevosita linterlash reglamenti bilan bogʻliq boʻladi [49]. “Paxtasanoat ilmiy markazi” OAJning 2-tip lint ishlab chiqarishni oshirish boʻyicha bergan tavsiyalarini joriy qilingan holatlarda ishlab chiqarilayotgan lint assortimenti oshirish imkoniyatini toʻliq namoyon qiladi. 1-tip lint mahsulotini ishlab chiqarish hozirgi vaqtda sezilarli kamaygan, 3-tip lint mahsulotlariga esa deyarli 1,5 barobar ortgan. Lint mahsulotiga doimiy talabning ortishi paxta tozalash korxonalaridagi linterlash sexlarini texnik tomondan qayta jihozlash hamda kam unumdorlikka ega linterlarni takomillashtirish va yangilarini oʻrnatish, jin mahsulotlarini linterlash texnologiyasini qayta koʻrib chiqish ehtiyoji tugʻuldi. Ayniqsa mahalliy resurslar yordamida linter mashinalarini takomillashtirish boʻyicha anchagina katta masalalar ochiqlicha qolmoqda.

Bundan tashqari bir vaqtning oʻzida lintning sifatiga ham talab ortib bormoqda, ayniqsa ohirgi yillarda katta ifloslanganlik xolatining ortishiga sabab boʻluvchi paxtani mashinada terish ishlari

oshganligi sababli lintni texnologik jarayonning o'zida tozalashga bo'lgan talab ham ortib bormoqda. Lint ishlab chiqarish unumdorligini ortishi orqali 1-tip lint ishlab chiqarish imkoniyati anchagina kamaymoqda, buning natijasida haqiqatdan ham ishlab chiqarilayotgan lintning asosiy qismi (73,1%) 2-tipga o'tib, uning shkastkanishi ortib, oqibatda ifloslanganlik darajasi ham yuqorilab boryapti.

Lint – mahsuloti sifatida uzunligi bo'yicha bir xil bo'lmagan, organik va noorganik iflosliklarga ega tolali massani tashkil qiladi. Ifloslanganlik paxta xomashyosini naviga bog'liq holda 17 % gacha bo'lishi mumkin. Qabul qilingan klassifikatsiyaga asosan lint yetilganligi, shtapel uzunligi, ifloslanganligi va ishlatish vazifasiga qarab 3 ta tipga va 4 sanoat naviga bo'linadi. Birinchi nav uchun lintning yetilganligi mikrokimyoviy usulda aniqlanganda 85 % dan kam bo'lmashligi kerak, yoki polyar nur yordamida aniqlanganda 69 % dan kam bo'lmashligi kerak. Ifloslanganlik bo'yicha lint talab qilingan norma bo'yicha bo'lishi kerak, agar ifloslanganlik normadan ortib ketsa albatda past navlarga qabul qilinadi. Agar lint nitrosellyuloza va atsetisellyuloza olish uchun ishlab chiqilgan bo'lsa, u holda ifloslanganlik bazis normasidan ortib ketmasligi kerak, 1 va 2 sanoat navlari uchun ifloslanganlik normasi 3,5-6,9 % ni tashkil qiladi.

Yuqoridagidan kelib chiqqan xolda lint mahsulotini doimiy ravishda ifloslanganlik xolatini nazoratda ushlab turishi kerak. Tadqiqot ishida uni tozalash uchun yangi tozalash yuzasida tajribalar o'tkazildi.

Hozirgi kundagi ishlab chiqarilayotgan lint mahsuloti xolati bo'yicha ko'plab tahlillar amalga oshirilgan [50], ko'p tadqiqotlarda bu holat namoyish qilingan. Linterdan keyin lint mahsulotining xolati 3.1-jadvalda keltirilgan.

3.1-jadval

Linterlashdan keyin lint mahsulotining xolati

Seleksion nav	Chigit shkastlanganligi, %	Lint shtapel uzunligi va tipi, %	Lintdagi iflos aralashmalarining miqdori, %	Shu jumladan		
				Yirik iflosliklar, %	Mayda iflosliklar, %	Singan Chigitlar, %
Namangan-77 (1-nav)	3,71	7/8, A	5,8	2,81	2,25	0,74
Namangan-77 (3-nav)	8,1	6/7, B	8,9	4,46	3,08	1,36
C-6524 (1-nav)	3,63	7/8, A	5,6	2,71	2,09	0,8
C-6524 (3-nav)	7,9	6/7, B	8,4	4,4	2,71	1,29

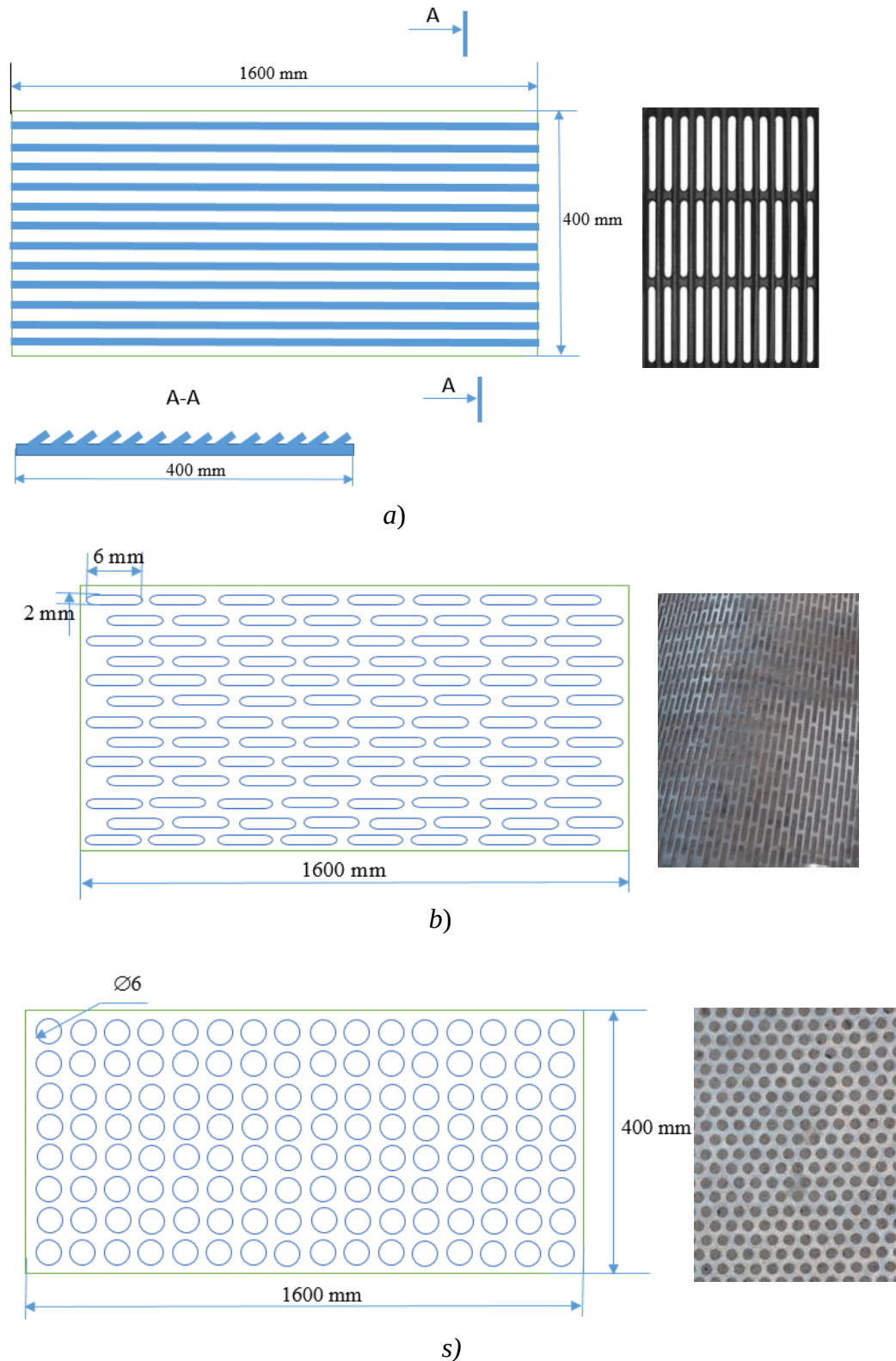
Jadvaldan ko'rinib turibdiki, paxtaning turli seleksion navlari ishlov berilganda lintning ifloslanganlik darajasi turli xil bo'lishi mumkin, bu esa tozalash moslamasini ham turli xolatlari tekshirib ko'rish lozimligini anglatadi.

Tozalash yuzasini tanlashda tajribalar birinchi navbatda uch shakldagi to'rli yuzalar asosida o'tkazildi (3.5-rasm) [51].

1-variantdagi to'rli yuza gorizontal bo'yicha uzluksiz simlardan iborat bo'lib, tozalovchi yuza qismi yo'nalishga qarshi botiq holatda o'rnatilgan. Uning uzunligi (bo'ylamasiga) tajriba natijalaridan kelib chiqib, 400 mm, eni esa 1600 mm olindi. Torli yuza simlari orasidagi masofa 6 mm ni tashkil qilib, bir-biriga parallel joylashgan (3.5, a rasm). Ushbu to'rli yuzali tajriba qurilmasi ishlatib ko'rilganda, unda lintni tozalash samaradorligi bo'yicha anchagina yaxshi natija berish ko'zda tutilgan, yuza usti qavariq holatda panjaralardan iborat ekanligi lintli massani yaxshi titish hamda to'r tirqishlaridan tolalarni o'tib ketmasligini ta'minlash uchun ko'zda tutilgan.

2-variantdagi to'rli yuza tirqishlari ellipssimon shaklda tayorlangan bo'lib, tirqishlar o'lchami 2x6 mm qilib ishlangan (3.4, b rasm). Bu yuzaning ahamiyatli tomoni tirqishlari shaklidan kelib chiqqan holda tozalash uchun foydali yuzaning maksimal qiymatida ekanligidir. Maskur to'rli yuza ham lintni titish, ham tozalash uchun maksimal imkoniyatga ega bo'ladi. Bu to'rli yuza ishlatib ko'rilganda lintli massa harakati bir maromda bo'lib, tozalash samarasi hamda unumdorlik maksimal darajada bo'ldi. Yuzani to'silib qolish holatlari yuzaning kerakli darajadagi holati natijasida minimal holatga keltirildi.

3-variantda tirqishlar dumaloq tirqishlardan iborat bo'lib, ularning diametri 6 mm dan qilib tayyorlangan (3.5-rasm). Ushbu yuza mayda shaklga ega materialni anchagina ishonchli o'tkazishi bilan ajralib turadi. Maskur to'qli yuzada ish unumdorligi pastroq bo'lsada lintni yuza tirqishlaridan o'tib ketishi hamda yuzada qoplanib qolish holatlari kuzatilmaydi.



3.5-rasm. Turli shakldagi to'qli yuzalar sxemalari
a) to'g'ri chiziqli, b) ellipssimon tirqishli, c) dumaloq tirqishli.

Barcha yuzalarni kirish yo'nalishi bo'yicha uzunligi 400 mm ga, eni esa 1600 mm ga teng qilib ishlangan. Navbatdagi tajribalar ushbu yuzalarda tozalash samaradorligini aniqlash bo'yicha o'tkazildi [52].

Har bir tajriba ishlarida korxonada ishlayotgan 2 xil seleksion navlari paxtalaridan foydalanildi, bitta yuza bo'yicha tajribalar yakunlangandan so'ng mashinaga ikkinchi to'rtli yuzani o'rnatish imkoniyati mavjud bo'lganligi sababli o'z vaqtida yuzalar almashtirib turildi.

Tajriba natijalari 3.2, 3.3, 3.4-jadvallarda keltirilgan.

3.2-jadval

Parallel simlardan iborat yuzaning samaradorligi

Paxtaning seleksion navi	Havo tezligi m/sek	Ish unumdorligi, kg/soat	Cho'tkali baraban aylanish tezligi, ayl/min	Tozalash samaradorligi, %	Lintni chiqindiga chiqib ketishi, %
Namangan-77 (1-nav)	1,8	1500	1100	56	8
		1000		58	9
Namangan -77 (3- nav)	1,8	1500	1100	55	9
		1000		56	11,5
C-6524 (1- nav)	1,8	1500	1100	58,5	12,5
		1000		55	11
C-6524 (3- nav)	1,8	1500	1100	56,5	9
		1000		54,5	10

3.3-jadval

Ellipssimon tirqishlardan iborat yuzaning samaradorligi

Paxtaning seleksion navi	Havo tezligi m/sek	Ish unumdorligi, kg/soat	Cho'tkali baraban aylanish tezligi, ayl/min	Tozalash samaradorligi, %	Lintni chiqindiga chiqib ketishi, %
Namangan-77 (1-nav)	1,8	1500	1100	55,5	2
		1000		56	2,5
Namangan -77 (3- nav)	1,8	1500	1100	54,5	2
		1000		55,5	2,5
C-6524 (1- nav)	1,8	1500	1100	56,5	2,5
		1000		57,5	2,5
C-6524 (3- nav)	1,8	1500	1100	53,5	3
		1000		54,5	2,5

3.4-jadval

Dumaloq tirqishlardan iborat yuzaning samaradorligi

Paxtaning seleksion navi	Havo tezligi m/sek	Ish unumdorligi, kg/soat	Cho'tkali baraban aylanish tezligi, ayl/min	Tozalash samaradorligi, %	Lintni chiqindiga chiqib ketishi, %
Namangan-77 (1-nav)	1,8	1500	1100	48	2
		1000		51	1,5
Namangan -77 (3- nav)	1,8	1500	1100	37	1,5
		1000		42	1,5
C-6524 (1- nav)	1,8	1500	1100	48,5	2
		1000		51	1,5
C-6524 (3- nav)	1,8	1500	1100	39,5	2,5
		1000		42	2



3.6-rasm. Ishlab chiqarishda lint va iflosliklar holati
a) Tozalashdan oldingi lint xolati, b) Lint tarkibidagi mayda iflosliklar, s) tozalangan lint holati.

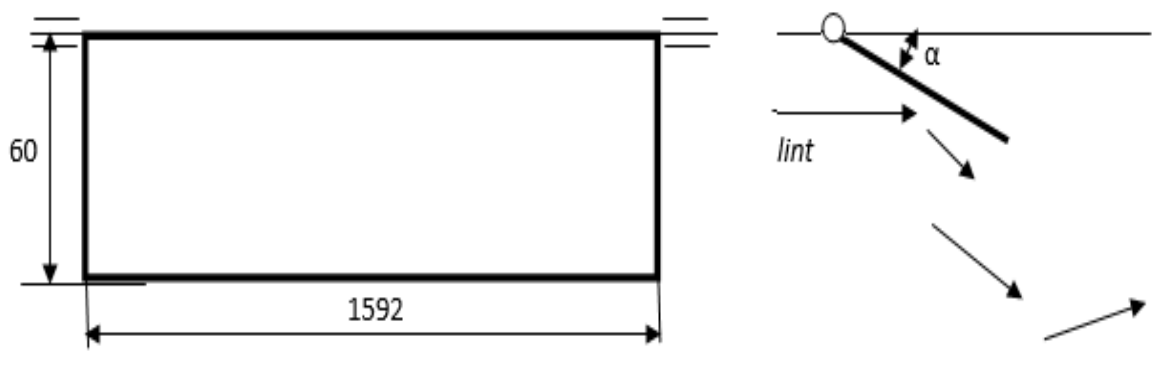
Olib borilgan tajribalar natijalaridan ko‘rinib turibdiki, har bir tozalash yuzalari nazariy ishlar asosida olingan parametrlar asosida ishlab chiqilgan 3.2-jadvalda keltirilgan tajribalardan parallel simlardan iborat qilib ishlab chiqilgan to‘rli yuzaning tozalash samaradorligi anchagina yuqori (55-57%) ligi aniqlangan bo‘lsada, manashu turdagi to‘rli yuzadan ifloslik tarkibiga qo‘shilib ketgan lint mahsulotining miqdori ham anchagina sezilarli (12,5% gacha) ekanligi ma‘lum bo‘ldi. Shuning uchun keyingi tadqiqotlarda boshqa shakldagi yuzalar ham sinab ko‘rildi.

3.3-jadvalda esa ellipssimon shaklli to‘rli yuzada o‘tkazilgan natijalarda haqiqatdan ham kutilgan samaradorlikni berdi (55-56 %) hamda undan o‘tib ketgan mahsulot miqdori ham unchalik sezilarli darajada emas (2,5-3%), buni ishlash sharoitiga bog‘liq holda oldini olish inkoniyati mavjud. 3.4-jadvaldagi dumoloq tirqishli to‘rli yuza bo‘yicha olib borilgan tajribalar natijalaridan garchi mahsulotni tirqish orqali ifloslik shnekiga ketib qolish holati katta bo‘lasada (1,5-2 %), tozalash samaradorligi ham yuqori emasligi (maksimum 51 %) ma‘lum bo‘ldi.

Yuqoridagi natijalardan yangi linter mashinasi uchun ancha ishonchli va material sarfi kam bo‘lgan 2-variantdagi ellipssimon shakldagi to‘rli yuza tanlab olindi. Ishlab chiqarish sharoitidan kelib chiqib 3-variantdagi to‘rli yuzadan foydalanish ham lintni tozalashda samara berishi mumkin, lekin mahsulot yo‘qotilish holatlarini inobatga olish lozim bo‘ladi [53].

Tajribada yaxshi natija bergan to'rtli yuzali moslamani seriyali tayyorlanib, ishlab chiqarishda qo'llash maqsadga muvofiq. Shunday qilib, ishlab chiqarish konstruksiyasi uchun yaxshi samara berib ishlagan ellipssimon tirqishlarga ega tozalash yuzasi tanlab olindi.

Linter mashinasining tozalash moslamasi ishida lintli massani tozalash uchun to'rtli yuzaga lintli aralashmani yo'naltirib berish ham katta ahamiyat kasb etadi. Shuning uchun tajribalarda boshqariluvchi yo'naltirgichdan ham foydalanildi (3.7-rasm). Ya'ni linter mashinasi chiqish qismiga o'rnatilgan cho'tkali baraban tomonidan ajratib uzatilgan lint massasi asosiy qismi to'g'ridan-to'g'ri tozalash yuzasiga kelmaydi. Shuning uchun lint harakatlanish yo'liga yo'naltirgich o'rnatilgan bo'lib, u yo'nalish bo'ylab ma'lum burchak ostida joylashgan bo'ladi hamda massani yuza ustki qismiga yo'naltirib beradi. Bu holatda massa yuza bo'ylab sudralib o'tib, tarkibidagi iflosliklardan maksimal darajada tozalanadi.



3.7-rasm. Yo'naltirgich sxemasi.

Ishlab chiqarish jarayonida yo'naltirgich qiyalik burchagi katta ahamiyat kasb etadi. Shuning uchun tajribalar vaqtida yo'naltirgich holati o'zgartirib turildi, hamda holat bo'yicha natijalar yozib borildi. Bundan tashqari texnologik jarayon vaqtida yo'naltirgich uzunligi hamda qiyalik burchagining o'zgarishiga qarab lint o'tadigan oraliq o'lchami nazorat qilib borildi. Ellipssimon yuzada o'tkazilgan tajriba natijalari 3.5-jadvalda keltirilgan.

Tajriba natijalaridan qiyalik burchagining eng maqbul holati qiyalik burchagining 30° holatida ekanligi aniqlandi, hamda keyingi tadqiqotlar uchun ushbu qiymatni tanlab olish amaliy tomondan tavsiya etildi. Ushbu natijalar asosida ishlab chiqarishga tavsiya etilgan linter mashinasini yaratish bo'yicha tavsiyalar berildi.

Xulosa. Olingan natijalardan ko'rindiki, Linter mashinasining tozalash yuzasi ishiga ta'sir etuvchi omillarning optimal qiymatlari: Cho'tkali baraban aylanish tezligi, 1100 ayl/min; Yo'naltirgichning qiyalik burchagi, $30 (\alpha)$, grad; To'rtli yuza uzunligi 400 mm bo'lganida Lint tarkibidan iflosliklarni ajratish samaradorligi 55,1 % ga tozalashga erishdik.

Adabiyotlar

- [1]. Кулматов И.Т. Модернизированный регенератор для эффективного извлечения и очистки хлопка-сырца из отходов. Диссертация на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по техническим наукам, Ташкент 2021 г. С. 120.
- [2]. Мамажанов Ш.О., Обидов А.А. Чиқиндилардан пахта бўлакчаларини ажратиб олиш қурилмасини такомиллаштириш. "Ishlab chiqarishning texnik, muhandislik va texnologik muammolarining innovatsion yechimlari" mavzusidagi xalqaro miqyosidagi ilmiy-texnik anjumani materiallari to'plami, 2- Qism (Jizzax P.I.2022 yil 28-29-oktabr) 432-434 б.
- [3]. Obidov Avazbek Azamatovich, Mamadjanov Shavkat Olimdjanovich. Study of Optimal Parameters of Improved 1RX Regenerator. Engineering, 2023, 15.
- [4]. Сборник инструкций и методик по техническому контролю и оценке качества хлопка-сырца и продукции его переработке в хлопкоочистительной промышленности. Под общей редакцией Максудова И.Т. Ташкент «Мехнат» 1992. 340 С.

АНАЛИЗ ШЛИЦОВОГО ПИЛЬНОГО ВАЛА НА ПРОЧНОСТЬ В СТАТИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ

А.Ш. Мирзаумидов

Наманганский инженерно-технологический институт
E-mail: bek_mirzaumidov@mail.ru, tel: +998(50) 10000881
(Получена 14.10.2024 г.)

Мақолада аррали жинлар асосий ишчи органи цилиндрлар валларини енгиллаштириш йўллари келтирилган, жумладан валларга ортиқча оғма равишида ариқчалар йўниш орқали вал массасини камайитириш конструкциясини ўзига хос томонлари таҳлили ва ҳисоби келтирилган.

Таянч сўзлар: Жин, аррали цилиндр, тишлар, енгиллашган, шлицали, қистирмалар, вал, тилча, ўйиқча, мустахкамлик.

В статье приведены пути снижения массы валов основного рабочего органа пильного цилиндра джина, в частности для облегчения вала пильного цилиндра образованы наклонные канавки (шлицы), и описаны конструктивные особенности облегченного вала.

Ключевые слова: джин, пильный цилиндр, зубья, облегченный, шлицевой, прокладки, вал, язычок, канавка, прочность

The article presents methods for reducing the mass of the main working shaft of a saw cylinder of a gin, specifically by creating inclined grooves (splines) on the shaft to lighten it, and describes the design features of the lightened shaft.

Keywords: jin, saw cylinder, teeth, lightweight, splined, gasket, shaft, tongue, groove, strength.

В существующей конструкции пильный цилиндр джина, содержащий вал, не которому установлены на нем пильные диски с язычками, которые входят в канавку вала, между пильными прокладками, шайбы и зажимные гайки. Недостатком известной конструкции является значительный прогиб вала, приводящий к изменению технологических междупильных расстояний и зазоров, большая потребляемая мощность из-за массивности пильного цилиндра, которые приводят к повреждениям волокон и семян хлопка, а также к снижению производительности джина. Для повышения эффективности дженирования была рекомендована конструкция пильного цилиндра джина, содержащая вал, пильные диски и междупильные прокладки, которые выполнены с эксцентричной установкой их геометрической оси относительно вращения, а геометрические оси прокладок расположены по винтовой линии вдоль оси вращения пильного цилиндра джина. Недостатком данной конструкции также является массивность пильного цилиндра, а также значительные силы реакций в подшипниковых опорах из-за циклического изменения неуравновешенных масс системы. В конструкции пильного барабана волокнообрабатывающей машины, содержащей вал с расположенным на его поверхности, по крайней мере одним выступом, набранные на валу пильные диски с междупильными прокладками и средство для создания угловых перемещений пильных дисков выполнено в виде обрешеченного покрытия, расположенного на выступе, а прокладки выполнены в виде упорных подшипников, смонтированных на валу, посредством втулочных элементов с профильными пазами, соответствующими по форме и по количеству выступам вала. [1] Была рекомендована эффективная конструкция пильного барабана волокнообрабатывающей машины, содержащая вал с расположенным на его поверхности по крайней мере одним выступом, набранные на валу пильные диски с между пильными прокладками, выполненными в виде упорных подшипников, смонтированных на валу посредством втулочных элементов с профильными пазами, соответствующими по форме и количеству выступам вала, и средство для создания угловых перемещений пильных дисков, выполненное в виде обрешеченного покрытия расположенного на выступах вал при этом путем совершения каждый пильным диском вынужденных крутильных колебаний за счет смещения центра масс каждого пильного диска относительно геометрической оси вала, в теле каждого пильного диска выполнены сквозные отверстия, причем отверстия смежных

дисков отличаются по размеру, количеству, конфигурации и месту расположения. Недостатком известного барабана является сложность конструкции, а также массивность пильного барабана. Основной задачей наших исследований является повышение надежности работы пильного цилиндра джина, ресурсосберегающие и повышение производительности. Поставленная задача решается путем снижения массы и совершенствованием конструкции пильного цилиндра джина. Сущность конструкции заключается в том, что пильный цилиндр джина содержит вал, на котором установлен пильные диски с язычками, выполненными симметрично с двух сторон, входящие в соответствующие канавки вала, который выполнен в виде шлиц, имеющие переходные закругления в основаниях впадин шлиц вала, междупильные прокладки, шайбы и зажимные гайки.

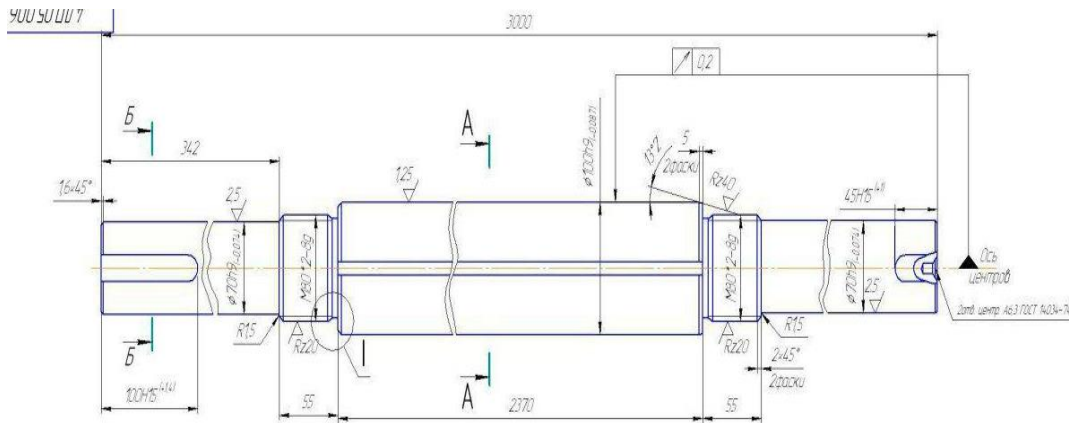


Рис. 1. Вал пильного цилиндра.

При этом канавки и выступы (шлиц) вала выполнены под определенным углом α и оси вала, причем толщина выступов (шлиц) переменная, причем наибольшая толщина приходится к середине по длине вала, а наименьшая толщина приходится по обоим краям вала. Такое выполнение шлиц (выступы и канавки) уменьшают массу вала и фактически значительно выравнивает изгиб вала, по всей его длине. Это позволяет необходимую жесткость вала, приводящая к ресурсосбережению, повышению надежности и получению хлопка-волокна с необходимыми качественными показателями.

Равномерно расrеделенная нагрузка q на вал между опорами.

$$q = \frac{G_g + G_n + G_{mn}}{l_o}; \quad \frac{H}{мм}$$

где $G_g = m_g + g$; вес вала, $G_n = m_n + g$; вес пилы, $G_{mn} = m_{mn} + g$ вес междупильных прокладки

при этом для джин ДП-130;

$$m_g = \rho_g \cdot V_g = \rho \cdot \left(\frac{\pi d^2}{4} \cdot l_o \right)$$

$$\Delta d = 10 \text{ см} = 100 \text{ мм} , \Delta l = 3 \text{ м} = 300 \text{ см} = 3000 \text{ мм} , \text{СТ-45}, \rho = 7,8 \text{ г/см}^3 ,$$

$$l_1 = 39,7 \text{ см} = 397 \text{ мм} , l_2 = 237 \text{ см} = 2370 \text{ мм} , l_3 = 23,3 \text{ см} = 233 \text{ мм}$$

$$d_1 = 7 \text{ см} = 70 \text{ мм} , d_2 = 10 \text{ см} = 100 \text{ мм} , d_3 = 7 \text{ см} = 70 \text{ мм} ;$$

$$m_{g1} = \rho \cdot \frac{\pi d_1^2}{4} \cdot l_1 = 7,8 \left(\frac{\text{г}}{\text{см}^3} \right) \cdot \frac{3,14 \cdot 7^2}{4} \cdot 39,7 = 11911 \text{ г} \approx 12 \text{ кг}$$

$$m_{g2} = \rho \cdot \frac{\pi d_2^2}{4} \cdot l_2 = 7,8 \left(\frac{\text{г}}{\text{см}^3} \right) \cdot \frac{3,14 \cdot 10^2}{4} \cdot 237 = 1451151 \text{ г} \approx 145 \text{ кг}$$

$$m_{\epsilon 3} = \rho \cdot \frac{\pi d_3^3}{4} \cdot l_3 = 7.8 \left(\frac{\text{г}}{\text{см}^3} \right) \cdot \frac{3.14 \cdot 7^2}{4} \cdot 23.3 = 6990.62 \text{ г} \approx 7 \text{ кг}$$

$$\sum m_{\epsilon} = m_{\epsilon 1} + m_{\epsilon 2} + m_{\epsilon 3} = 12 + 145 + 7 = 164 \text{ кг}$$

масса пилы. $m_n = 0.57 \text{ кг}$, суммарные масса $m_n \cdot 130 = 0.57 \cdot 130 = 74.1 \approx 74 \text{ кг}$

масса междупильных прокладок $m_{mn} = 0.214 \text{ кг}$, суммарные масса $m_{mn} \cdot 129 = 0.214 \cdot 129 = 27.6 \approx 28 \text{ кг}$

Таким образом

$$\frac{P}{l} = q = \frac{g(m_{\epsilon} + m_n + m_{mn})}{l_o} = \frac{10(164 + 74 + 28)}{3000} = 0.88 \frac{\text{Н}}{\text{мм}}$$

$$q = 0.88 \frac{\text{Н}}{\text{мм}}; \quad P = 2660 \text{ Н}$$

$$y_{\max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0.88 \cdot (3 \cdot 10^3)^4}{2 \cdot 10^5 \cdot 490.625 \cdot 10^4} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0.88 \cdot 81 \cdot 10^3}{2 \cdot 490.625} = 0.94 \text{ мм}$$

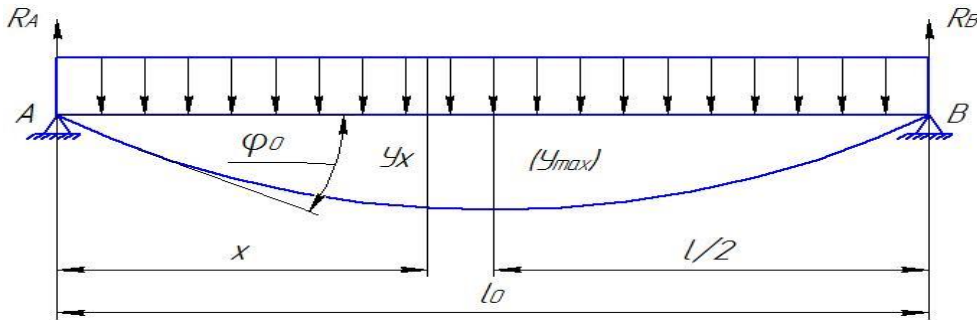


Рис. 2. Схема балки.

Найдем наибольший прогиб для балки на двух шарнирных опорах от равномерно распределенной нагрузки интенсивностью q .

Начальные периметры

$$\phi_o \neq 0, \quad y_o = 0, \quad M_o = 0, \quad Q_o = \frac{q \cdot l}{2} = R_A = R_B; \quad q_o = -q.$$

$$EJY_{\max} = -\frac{5}{384} \cdot ql^4; \quad |y|_{\max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{ql^4}{EJ}$$

$E = 2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2$ - упругости стали, $q = 1.08 \text{ Н/мм}^2$, $l = l_o = 3 \text{ м} = 3000 \text{ мм}$;

$$J = \frac{\pi d^4}{64} = \frac{3.14 \cdot 10^4}{64} = 490.625 \text{ см}^4 = 490.625 \cdot 10^4 \text{ мм}^4$$

$$|y|_{\max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0.88 \cdot (3000)^4}{2 \cdot 10^5 \cdot 490.625 \cdot 10^4} = 0.94 \text{ мм}$$

Максимальный прогиб:

$$|y|_{\max} = \frac{Pl^3}{48EJ_x}; \quad \theta_A = \theta_B = \frac{Pl^2}{16EJ_x}$$

$$y_{\max} = \frac{2660 \cdot (3 \cdot 10^3)^3}{48 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 490.625 \cdot 10^4} = \frac{2660 \cdot 27}{96 \cdot 490.625} = 1.52 \text{ мм}; \quad y_{\max} = 1.52 \text{ мм}.$$

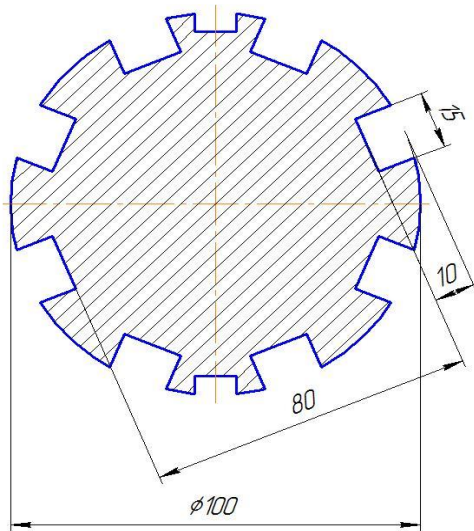


Рис. 3. Сечения вале.

$$S_{\text{сеп}} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 10^2}{4} = 78.5 \text{ см}^2$$

$$S_{\text{канавки}} = 1 \cdot 1,5 = 1,5 \text{ см}^2$$

$$\sum S_k = 1,5 \cdot n = 1,5 \cdot 6 = 9 \text{ см}^2$$

$$S = S_{\text{сеп}} - \sum S_k = 78.5 - 9 = 69.5 \text{ см}^2$$

Площадь при этом сечения уменьшилась на 12%
Поэтому масса (вес вала) также уменьшится;
 $m_g = 164 \cdot 0,88 \approx 144 \text{ кг}$,

$$G_g = 10 \cdot 144 = 1440 \text{ Н}$$

Тогда

$$q = \frac{10(144 + 74 + 28)}{3000} = 0.82 \text{ Н/мм}.$$

Нагрузка уменьшилась всего на 8%

$$P = 10(144 + 74 + 28) = 2460 \text{ Н}$$

Нагрузка на вал от веса вала, пильных джинов и между пильных прокладок определена из выражения;

$$P = g(m_g + m_n + m_{mn});$$

Изменение (уменьшение) массы вала m_g за счет канавок приводит одновременно к уменьшению осевого момента инерции J_x за счет сокращения площади поперечного сечения вала.

Пусть S' - площадь каждой впадины в поперечном сечении вала, тогда $n \cdot S'$ суммарная площадь всех впадин (n -количество впадин). Тогда фактическая площадь сечения вала [2,3].

$$S = S_o - n \cdot S'$$

где

$$S_o = \frac{\pi d^2}{4}, \quad d = 100 \text{ мм};$$

Площадь первоначального сечения вала состоит.

$$m = V \cdot \rho = (S_o - n \cdot S') \cdot l \cdot \rho = \left(\frac{\pi d^2}{4} - n \cdot S' \right) \cdot l \cdot \rho, \quad \text{кг}$$

вес вала

$$G_g = g \left[\left(\frac{\pi d^2}{4} - n \cdot S' \right) \cdot l \cdot \rho \right]$$

При этом соответственно изменится тогда момент инерции сечения вала будет:

$$J_{\text{нетто}} = J_o - nJ'$$

$J_o = \frac{\pi d^4}{64}$ - момент инерции сечения вала.

J' - момент инерции впадин.

Момент инерции сечения относительно центральной оси X_o

$$J_x = \sum (J_{x_o} + F_{y_c}^2)$$

Площадь сечение:

$$F = \frac{\pi d^2}{4} - b \cdot t$$

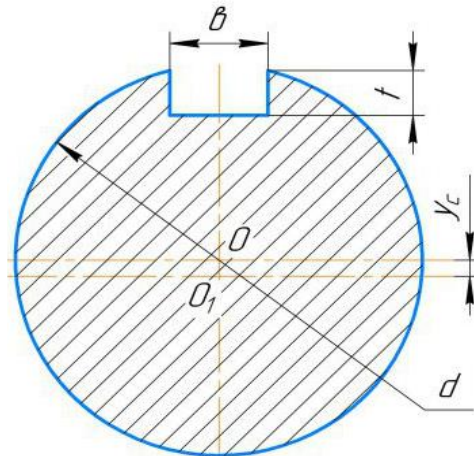


Рис. 4. Сечение вала.

y_c – расстояние от центральной оси до центральной оси круга (до центра тяжести сечения вала);

$$y_c = \frac{S_x}{F}, \text{ где } S_x - \text{ статический момент}$$

$$S_x = -(bt) \cdot \frac{t}{2} = -\frac{bt^2}{2}; \quad y_c = -\frac{\frac{bt^2}{2}}{\frac{\pi d^2}{4} - bt} = -\frac{bt^2}{2\left(\frac{\pi d^2}{4} - bt\right)}$$

Момент инерции относительно центральной оси x_o вычислим по формуле, переходя к параллельным осям.

$$J_x^{\text{нетто}} = \left(\frac{\pi d^4}{64} + \frac{\pi d^2}{4} \cdot y_c \right) - \left(\frac{bt^3}{12} + bt \left(\frac{d-t}{2} + y_c \right) \right) \cdot n$$

Это момент инерции сечения ($J_x^{\text{нетто}}$) с учетом одной впадины.

Список литературы

- [1]. Г.И.Мирошниченко. Основы проектирования машин для обработки хлопка. «Машиностроение», М. 1972, с. 235-237.
- [2]. А.Джураев, Д.У.Кувандикова. Пильный цилиндр джина. Патент 1НДР9700041.1, Бюль. №2, 1999.
- [3]. John Baffes. The "Cotton Problem". Trade department. The world bank Washington, USA d.c.20433/September 2004.

IKKI KAMERALI SARALAGICHDA URUG‘LIK CHIGITLARNING HARAKATINI
O‘RGANISH

A.A. Abdullayev

Namangan muhandislik texnologiya instituti,
abdullayevabror738@gmail.com
(Qabul qilindi 29.10.2024 y.)

Annotatsiya. Maqolada uruglik chigitni qayta ishlash texnologiyasida chigit saralash qurilmasini takomillashtirib uning ishchi kamerasida saralagichda urug‘lik Chigitlarning harakatini o‘rganish bo‘yicha nazariy tadqiqotlar olib borilgan. Tadqiqotda urug‘lik Chigitlarni ishonchli saralash va fraktsiyaga ajratish jarayonini takomillashtirish maqsadida paxta Chigitlarining massa va boshqa xususiyatlariga bog‘liq holda gorizontall ikki kamerali chigit saralash qurilmasi taklif qilingan.

Tayanch so‘zlar: paxta, tola, chigit, lint, saralagich, ishchi kamera, quvur.

Аннотация. В статье проведены теоретические исследования по изучению движения семян в сортировщике в рабочей камере усовершенствованного устройства сортировки семян в технологии переработки семян. В целях совершенствования процесса надежной сортировки и фракционирования посевных семян в зависимости от массы и других свойств семян хлопчатника предложена горизонтальная двухкамерная сепарационная установка.

Ключевые слова: хлопок, волокно, семена, линт, сортировщик, рабочая камера, труба.

Abstract. The paper presents theoretical studies on the study of the movement of seeds in the separator in the working chamber of the seed sorting device in the seed processing technology. To improve the process of reliable seed sorting and fractionation, a horizontal two-chamber seed sorting device is proposed depending on the mass and other properties of cotton seeds.

Key words: cotton, fiber, seeds, lint, sorter, working chamber, pipe.

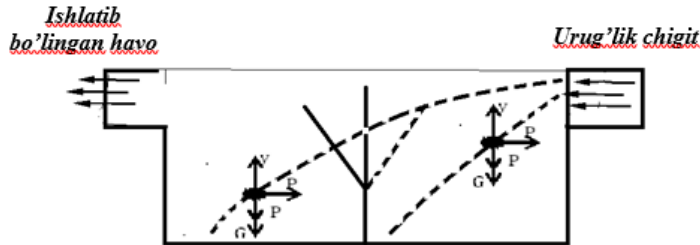
KIRISH

Jahon ishlab chiqarishida paxtaning yuqori iste‘mol xususiyatlariga ega bo‘lgan navlarini yaratish, sifatli urug‘ tayyorlash, ishlab chiqarish jarayoniga ijobiy ta‘sir etadigan me‘yoriy texnika va texnologiyalarni ishlab chiqish, korxonalaridagi mavjud texnologiyalarni takomillashtirish alohida ahamiyat kasb etmoqda. Bu borada urug‘lik chigit sifat ko‘rsatkichlarini tubdan o‘zgartirish, yuqori unuvchanlik, kimyoviy preparatlar bilan bir me‘yorda va tekis ishlov berilganlik ko‘rsatkichlariga ega bo‘lgan urug‘lik chigit ishlab chiqarish yo‘nalishlarida ilmiy izlanishlarni amalga oshirish muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Urug‘lik chigitning sifat ko‘rsatkichlarini yuqori bo‘lishini uni saralash va sifatli dorilash texnologik tizimlari ta‘minlaydi. Saralash sifatini oshirish uchun, uskunalarning takomillashtirilishidan tashqari saralash agregatlariga chigitni bir me‘yorda uzatish katta ahamiyatga ega. Urug‘lik chigit tayyorlash tsexlariga joriy etilgan saralash qurilmalarining ish unumdorligini oshirish bilan tayyorlanayotgan urug‘lik chigit sifat ko‘rsatkichlarini oshirishga erishish uchun, agregatlar ishchi organlarini takomillashtirish va yangi uskunalarini yaratish muhim ahamiyat kasb etmoqda.

Urug‘lik Chigitlarni saralash texnologik jarayonlariga qo‘yiladigan asosiy talablardan biri urug‘lik Chigitlarni ishonchli saralash hamda fraktsiyalarga samaradorligini oshirishdir. Paxta Chigitlarining tabiiy xususiyatlarini saqlagan holda sara urug‘lik tayyorlash uchun texnologik jarayonni to‘g‘ri ishlatish hamda texnik imkoniyatlardan to‘liq foydalanish lozim bo‘ladi. Paxtaning urug‘lik Chigitlarini saralash texnologik jarayonida urug‘lar tarkibida turli iflosliklar, yetilmagan va puch Chigitlar ma‘lum miqdorni tashkil qilishi kuzatilmoqda. Bu yot aralashmalarining saralanayotgan urug‘lik Chigitlar tarkibida chiqib ketishi albatta urug‘lik Chigitlarni tayyorlash sifat ko‘rsatkichlarini pasaytirib yuboradi.

Mazkur tadqiqotda, paxta chigitini yuqori unumdorlikda saralash imkoniyatiga ega, yangi ikki kamerali saralash qurilmasi taklif qilingan. Yangi qurilmani ishlash usuli gorizontall havo oqimi ta‘sirida saralashdir (1-rasm). Saralash kamerasida Chigitlarni tashuvchi havo tezligining o‘zgarishi hisobiga, aerodinamik parametrlari bo‘yicha saralash amalga oshirish imkoniyati yaratiladi. Saralash

qurilmasida urug'lik Chigitlarni sifatli saralash ulardan urug'lik navlarini olish uchun muhim ahamiyat kasb etadi. SHu sababli ishlab chiqarishda, urug'lik Chigitlarga ishlov berish tsexlarini resurstejamkor va sifatli ish jarayonini bajaradigan gorizontaal hamda vertikal aerodinamik saralash qurilmalarini keng qo'llanilmoqda. Tadqiqotda urug'lik Chigitlarni ishonchli saralash va fraktsiyaga ajratish jarayonini takomillashtirish maqsadida paxta Chigitlarining massa va boshqa xususiyatlariga bog'liq holda gorizontaal ikki kamerali chigit saralash qurilmasi taklif qilindi.



1-rasm. Ikki kamerali chigit saralagichning matematik modeli uchun sxemasi.

havo oqimidagi harakatini murakkab ekanligini ko'rsatadi. Ishlab chiqilgan ikki kamerali saralagichning vazifasi ish kamerasini hajmiy kengayishi hisobiga Chigitlarni fraktsiyalarga, ya'ni urug'lik va texnik Chigitlarga ajratish imkoniyatini yaratishdan iborat.

Paxta Chigitlarini sharsimon m massali jism deb qaraymiz. CHigitli havoni ishchi kameradagi harakati turbulent bo'lsada uning o'z og'irlik markaziga nisbatan aylanma harakatini hisobga olmaymiz. Chigitlar asosan havo oqimi kuchi va og'irlik kuchi ta'sirida harakatlanadi deb olamiz.

Chigitlar ishchi kameraga 0-0 kesim orqali kirib keladi. Havo tezligi v_o , yo'naltirgich orqali o'tishda φ burchakka og'adi va XOY koordinatalar sistemasiga nisbatan

$$v_{ox} = v_o \cos \varphi, v_{oy} = v_o \sin \varphi$$

tashkil etuvchilarga ajraydi.

XOY – Dekart koordinatalar sistemasini 1-rasmda ko'rsatilgandek joylashtirilgan. Ishchi kamerani 0-0 kesimidan o'tuvchi havo va Chigitlar oqimini tezligi kesim yuzasida teskari qonuniyat bilan o'zgaradi. Saralash qurilmasining asosiy o'lchamlarining son qiymatlari quyidagicha qabul qilingan:

$$h_0=0,25 \text{ m}, h_1=0,5 \text{ m}, h_2=0,6 \text{ m}, h=1,2 \text{ m}, a_0=0,4 \text{ m}, b_0=1 \text{ m},$$

$$l_1 = l_2 = 1,2, 0 \leq \varphi \leq \pi/4, g=10 \text{ m/s}^2, v_o = 16 \div 20 \text{ m/s}.$$

Havoning Chigitlarni xarakatga keltiruvchi aerodinamik qarshilik koeffitsientlari qiymatlari OX va OY yo'nalishlar bo'yicha quyidagicha: $k_x=0,1 \div 0,6, k_y=0,2 \div 0,8$.

Ishchi kamera kesimlarini yuzalarini hisoblaymiz. 0-0 ko'ndalang kesimining yuzasi: $S_{ox} = b_o \cdot h_o, S_{oy} = b_o \cdot a_o$. Mos havo tezligi $v_{ox} = v_o, v_{oy} = 0$;

0-1 oraliqdagi ishchi kameraning ko'ndalang kesimining yuzasi.

$$S_{1x} = b_o y, S_{1y} = b_o x, v_{1x} = \frac{S_{ox}}{S_{1x}} v_o \cos \varphi, v_{1y} = \frac{S_{oy}}{S_{1y}} v_o \sin \varphi, h_o \leq y \leq (h_o + h_1),$$

$$0 \leq \varphi \leq \pi/4, 0 \leq x \leq l_1$$

1-2 oraliqdagi ishchi kameraning ko'ndalang kesimi yuzasi.

$$S_{2x} = b_o y, S_{2y} = b_o x, v_{2x} = \frac{S_{ox}}{S_{2x}} v_o \cos \varphi, v_{2y} = \frac{S_{oy}}{S_{2y}} v_o \sin \varphi, (h_o + h_1) \leq y \leq h, ,$$

$$0 \leq \varphi \leq \pi/4, l_1 \leq x \leq (l_1 + l_2)$$

Ishchi kamerada, chigitni harakatga keltiruvchi tashqi kuchlar sistemasini quyidagilar:

$G=mg$ - og'irlik kuchi:

$$\begin{cases} P_x = k_x(v_{ox} - \dot{x}(t))^2 \\ P_y = k_y(v_{oy} - \dot{y}(t))^2 \end{cases} \quad (2.3)$$

(2.3) da: v_{ox}, v_{oy} - havo oqimi tezliklari

$\dot{x}(t), \dot{y}(t)$ Chigitlarning OX, OY- yo'nalishlar bo'yicha absolyut tezliklari.

Mazkur ishda paxta Chigitlarining massasi bilan va tuklanganlik darajasi bo'yicha bir-biridan farq qilib, o'zaro bog'lanishga ega emas deb qabul qilamiz. Dinamikaning ikkinchi qonuni bo'yicha Dalmber printsiptiga ko'ra Chigitlarni ishchi kameraga kirib kelgandan so'ng kameralar bo'yicha harakatining differentsial tenglamalarini tuziladi. Chigitlarning harakat qonuniyatini ifodalovchi differentsial tenglamalar sistemasini tuzib olamiz:

$$\begin{cases} \ddot{x}(t) = k_x (v_{1x} - \dot{x}(t))^2 \\ \ddot{y}(t) = k_y (v_{1y} - \dot{y}(t))^2 \end{cases} \quad (2.4)$$

Boshlang'ich shartlar

$$\begin{cases} x(t)=0, \dot{x}(t) = 0 \\ y(t)=0, \dot{y}(t) = 0 \end{cases} \quad (2.5)$$

$k_x = 0.2; 0.35; 0.45; 0.50; 0.55; 0.6; k_y=0.2; 0 \leq \varphi \leq \pi/4;$

1-2 oraliqda Chigitlarni harakat qonuniyatlarini ifodalovchi differentsial tenglamalar sistemasini quyidagicha:

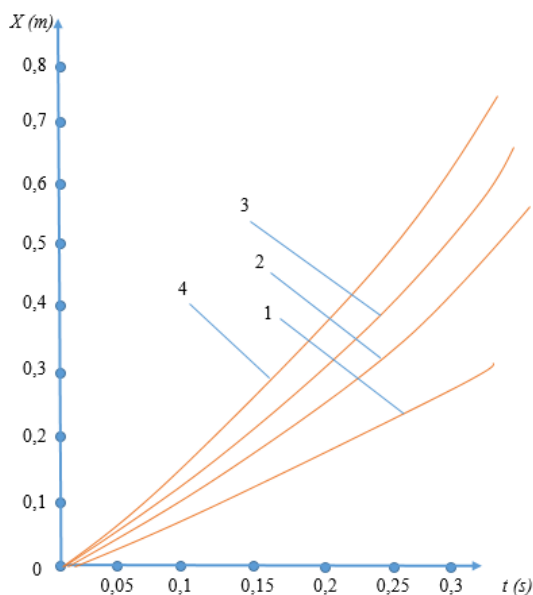
$$\begin{cases} \ddot{x}(t) = k_x (v_{2x} - \dot{x}(t))^2 \\ \ddot{y}(t) = k_y (v_{2y} - \dot{y}(t))^2 \end{cases} \quad (2.6)$$

Boshlang'ich shartlar

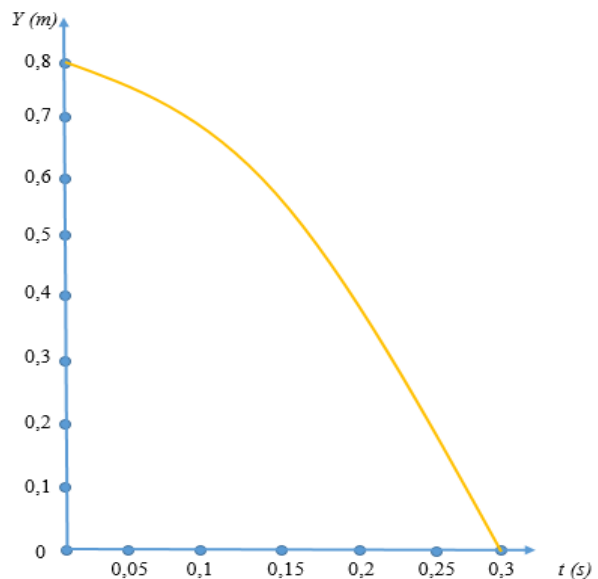
$$\begin{cases} x(t_0) = l_1, \dot{x}(t_0) = v_x(t_0), \\ y(t_0) = (h_0 + h_1), \dot{y}(t_0) = v_y(t_0) \end{cases} \quad (2.7)$$

$k_x = 0.55; 0.6; 0.75; k_y=0.2; 0.3; 0.4; 0 \leq \varphi \leq \pi/4;$

Mazkur tadqiqotda ishlab chiqilgan differentsial sistemalar tenglamasi nochiziqli bo'lgani uchun sonli usulda maxsus dastur asosida yechildi. Chigitlarni gorizontaal, vertikal yo'nalishda ko'chishlari, nisbiy, absolyut tezliklari vaqtga bog'liq o'zgarishlarini ifodalovchi qonuniyatlarini mos grafiklari olingan (2.5-2.8-rasmlar).



2-rasm. Paxta Chigitlari gorizontaal yunalishdagi harakatining vaqt bo'yicha o'zgarish qonuniyati.

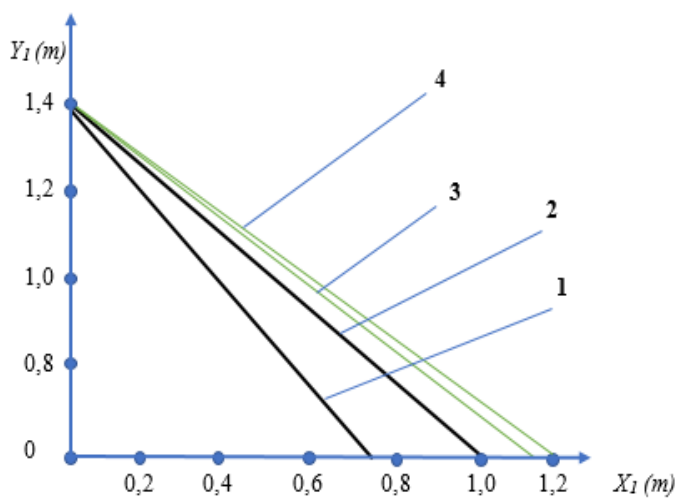


3-rasm. Paxta Chigitlarining vertikal yunalishdagi harakatini vaqt bo'yicha o'zgarish qonuniyati.

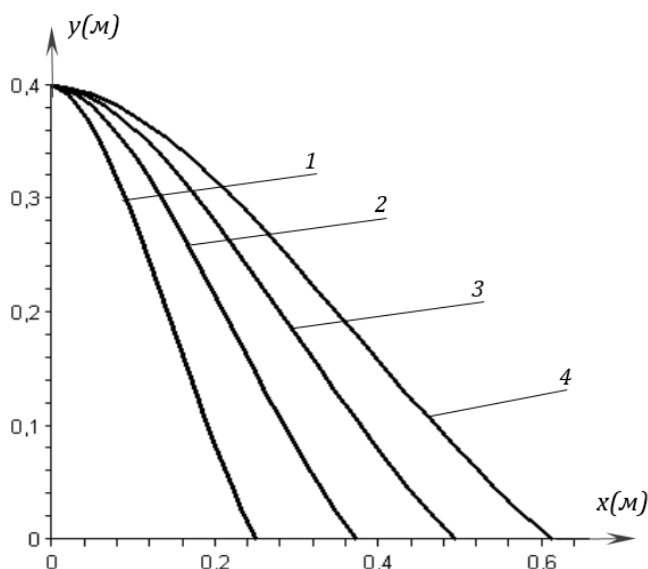
2-rasmda saralash kamerasining urug'lik Chigitlarga mo'ljallangan qismida Chigitlarning fraktsiyalar bo'yicha harakat qonuniyati keltirilgan. Mazkur rasmdagi grafiklar Chigitlarning

saralash kamerasidagi gorizontaal yo'nalishlari bo'yicha aerodinamik qarshilik koeffitsienti aks ettiradi.

1-egri chiziq $k_x = 0,25$ va $k_y = 0,2$, $m_1 = 0,8$ dagi, 2-egri chiziq $k_x = 0,35$ va $k_y = 0,2$, $m_2 = 0,26$ dagi, 3-egri chiziq $k_x = 0,45$ va $k_y = 0,2$, $m_3 = 0,20$, 4-egri chiziq $k_x = 0,50$ va $k_y = 0,2$, $m_4 = 0,18$ dagi holatda $X(m)$ vaqt $t(s)$ ga bog'liq o'zgarishi qonuni 3-rasmda Chigitlarni vertikal yo'nalishda $k_x = 0,2, 0,35, 0,45, 0,50$ va $k_y = 0,2$ qiymatlaridagi ko'chishi $Y(m)$ va vaqt $t(s)$ ga bog'liqlik qonuniyati keltirilgan.



4-rasm. Chigitlarni birinchi kamera bo'yicha uchib tushish qonuniyati.



5-rasm. Chigitlarni kameralar bo'yicha turli tezliklarda uchib tushish qonuniyati.

4-rasmda paxta Chigitlarini birinchi kamera bo'yicha uchib tushishi $y(x)$ ni $k_x = 0,4, 0,65, 1,0, 1,2$ va $k_y = 0,2$ (1-4 egri chiziqlar) larga bog'liqlik qonuniyati keltirilgan.

Paxta Chigitlarining tuksizlik darajasini belgilovchi qarshilik koeffitsienti k_x ning ortib borishi, saralash kamerasi uzunligi bo'yicha uchib tushish masofasini ortishiga olib keladi. Ya'ni qarshilik koeffitsienti $k_x = 0,4, 0,65, 0,85$ bo'lgan Chigitlar birinchi kamera bo'yicha taqsimlanib, $x(0,66) = 0,46$ m; $x(0,85) = 0,6$ m; $x(0,85) = 0,65$ m masofalarga tushadi. Qarshilik koeffitsienti $k_x \geq 0,8$ bo'lgan Chigitlar asosan ikkinchi kamera tomon uchib tushadi. Ya'ni $x(k_x \geq 0,8) \geq 1,2$ m.

$k_x \geq 0,8$ bo'lgan Chigitlarni kamera bo'yicha harakat qonuniyatlari 5-rasmda keltirilgan, 3-rasmdan Chigitlarni birinchi kamera bo'yicha tushish vaqti $t = 0,3$ sekundligini ko'rishimiz mumkin. $t > 0,3$ sekunddan boshlab qarshilik koeffitsienti $k_x \geq 0,8$ bo'lgan Chigitlar, ikkinchi kamera bo'ylab kamera asosi tomon harakatlanishini kuzatamiz. Chigitlar asosan ikkinchi kameraning oxirgi qismlariga tushadi. Ya'ni tuklilik darajasi yuqori yengil Chigitlar ikkinchi kamara, tuksiz massalari yuqori Chigitlar birinchi kamara tushadi. Grafiklarda saralash kamerasi kirib keluvchi havo oqimining tezliklari:

$$v_0 = 16 - 26 \text{ m/s}$$

(1-4 egri chiziqlar) qiymatlarda

Chigitlarni 1 va 2 kamera bo'yicha taqsimlanib, tushish qonuniyatlari keltirilgan. Grafiklardan, $v_0 = 16-18$ m/s larda Chigitlar birinchi kamara uchib tushishini $v_0 \geq 18$ m/s tezliklarda esa ikkinchi saralash kamerasini tubiga tushishini kuzatish mumkin.

Adabiyotlar.

- [1]. Ахмедходжаев Х.Т., Турсунов А. «Пневматический сортировщик хлопковых семян» Хлопководство и зерноводство. Республиканский научно технический журнал, 2000, №2. стр.30-32.
- [2]. Obidov A.A., Abudllaev A.A. Urug'lik Chigitlarni saralash qurilmasi. Foydali modelgan patent, FAP 2022 0328.
- [3]. Paxtani dastlabki ishlash bo'yicha qo'llanma. "Paxtasanoat ilmiy markazi" AJ, T-2019 y. -114 b.
- [4]. Obidov A., Abudullayev A. Theoretical justification of the efficient operation of the seed sorting device. Engineering, Scientific Research Publishing. 2023, 15, 720-728
- [5]. Obidov A., Abdullaev A. Chigitlarni saralash qurilmasining samarali ishlashini nazariy asoslash. Namangan to'qimachilik sanoati instituti "To'qimachilik va moda sanoatida ilm-fan va innovatsiyalar" ilmiy texnika jurnali, № 1.

УДК 624.072.2

**ТЕМИР-БЕТОН ТЎСИНЛАРНИНГ ҚИЯ КЕСИМ БЎЙИЧА МУСТАҲКАМЛИГИНИ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ НАТИЖАЛАРИНИНГ ТАҲЛИЛИ**

А.Ш. Мартазаев, С.Ж. Раззаков

*Наманган муҳандислик-қурилиш институти
(Қабул қилинди 01.11.2024 й.)*

Annotatsiya. Мақолада темир-бетон тўсинларнинг қия кесим бўйича мустаҳкамлигини ошириш бўйича ўтказилган экспериментал тадқиқотлар натижалари, улар бўйича таҳлил ҳамда хулосалар келтирилган.

Таянч сўзлар: темир-бетон, тўсин, қия кесим бўйича мустаҳкамлик, сиқилишдаги мустаҳкамлик, эгилишдаги мустаҳкамлик, пўлат тола, базальт тола, ишиша тола, полипропилен тола.

Аннотация. В статье приведены результаты экспериментальных исследований, анализ и выводы по повышению прочности железобетонных балок в наклонном сечении.

Ключевые слова: железобетон, балка, прочность по наклонному сечению, прочность на сжатие, прочность на изгиб, стальная фибра, базальтовая фибра, стекловолокно, полипропиленовая фибра.

Abstract. The paper presents experimental results, analysis and conclusions on improving the shear strength of reinforced concrete beams.

Key words: reinforced concrete, beam, shear strength, compressive strength, bending strength, steel fiber, basalt fiber, glass fiber, polypropylene fiber.

Жаҳонда аҳоли сонининг ўсиши билан бирга, бино ва иншоотларга бўлган эҳтиёжлар ҳам ортиб бормоқда. Шу билан бирга, қурилиш саноатининг асосий қурилиш материалларидан бири бўлган бетон ва унинг технологиясининг доимий ривожланиб бораётганлиги кузатилмоқда. Қолаверса, янги тайёрланган бетоннинг пластиклик хусусияти мавжудлиги туфайли осонгина керакли шаклга келтириш имконияти мавжуд. Шунингдек, бетоннинг сиқилишдаги мустаҳкамлиги ва умрбоқийлиги юқори, қурилиш ва таъмирлаш ишлари учун меҳнат харажатлари бошқа қурилиш материалларига қараганда камроқ ҳисобланади.

Маълумки, бетоннинг чўзилишдаги мустаҳкамлиги сиқилишдаги мустаҳкамлигига нисбатан 10-15 маротаба кичик ҳисобланади. Темир-бетон конструкцияларда чўзилишдаги мустаҳкамликни таъминлаш учун арматуралардан фойдаланилади. Бундан ташқари бетоннинг чўзилишдаги мустаҳкамлигини турли хил пўлат ва композит толаларидан фойдаланган ҳолда амалга оширилади. Ҳозирги даврда тадқиқотчилар бетоннинг мустаҳкамлигини ошириш бўйича бир нечта турдаги материаллар ва усуллардан фойдаланишни илмий-тадқиқотлар орқали илгари суриб келишмоқда.

Жумладан, Saribiyik, A., Abodan, B., Balci, M. T. [1] базальт матоси билан турли хил усулда ўраб мустаҳкамланган тўсинларни қия кесим бўйича экспериментал ва назарий тадқиқ қилишган. Бу иш тадқиқотлари учун 18 та темир-бетон тўсин намуналар тайёрланганлигини кўриш мумкин. Темирбетон тўсинларни базальт толалар асосидаги композит мотолар ёрдамида 3 хил бурчак йўналишида ва 8 хил усулда мустаҳкамлаш амалга оширилган. Мустаҳкамлашда ишлатилган базальт толалар асосидаги матонинг кенглиги 7,5 см ва 50 см ни ташкил этган бўлса, базальт матосининг орасидаги масофа 5 см ни ва толаларнинг йўналишлари 45° ва 90° ни ташкил этган. Оддий темир-бетон намуналарнинг қия кесим бўйича бузилиши 58,7 кН да содир бўлган бўлса, базальт толалар асосидаги мотолар билан мустаҳкамланган темир-бетон тўсинларнинг қия кесим бўйича бузилиши 83,9÷117,6 кН да содир бўлган. Темир-бетон тўсинларда дарзлар кенглиги 4 мм ни ташкил

этган ва толалар билан мустаҳкамланган темир-бетон тўсинларда дарз кенглиги 1 мм дан 6 мм гача бўлганлиги аниқланган. Базальт толалар асосида композит матолар билан мустаҳкамланган барча намуналарнинг қия кесим бўйича мустаҳкамлиги назорат намуналарига нисбатан сезиларли даражада 43% дан 100% гача ошган. Энг яхши натижаларга базальт толалар асосидаги матолар билан тўлиқ ўралган намуналарда эришилган.

Aref A. Abadel [2] турли хил мустаҳкамлаш усулларида фойдаланган ҳолда ўзи зичланадиган бетон асосидаги темир-бетон тўсинларни қия кесим бўйича мустаҳкамликка экспериментал тадқиқ қилган. Ўзи зичланадиган бетон – бу ўз оғирлиги таъсирида оқадиган, керакли бўшлиқни ёки қолипни тўлиқ тўлдиришга вибрацияли зичлашни талаб қилмасдан зичланадиган бетондир. Илмий-тадқиқот ишида 7 та серияда темир-бетон тўсинлар 15x25x180см ўлчамларда тайёрланган. Ҳамма тўсинларда ишчи арматура сифатида 2Ø16 ли арматура, монтаж арматуралар сифатида эса Ø8 арматуралардан ва кўндаланг арматура сифатида Ø4 ли углерод толалар асосидаги композит арматуралардан фойдаланилган ҳамда тўсинларда кўндаланг арматуралар 90° ва 45° ларда ўрнатилган.

Тадқиқот натижаларига кўра, назорат намуналарида қия кесим бўйича мустаҳкамлик 164,1÷196,9 кН ни ташкил этган бўлса, ўзи зичланадиган бетон асосидаги ва арматура сифатида Ø4 ли углерод толали композит арматуралардан фойдаланилган намуналарда қия кесим бўйича мустаҳкамлик 233,8÷256,4 кН бўлганлигини кўриш мумкин. Барча тавсия этилган мустаҳкамловчи усулларнинг синов натижалари назорат намуналарига солиштирилганда қия кесим бўйича мустаҳкамлик 43÷56% га ортишини кўрсатган. Ишлаб чиқилган усуллар тўсинларнинг қия кесим бўйича юк кўтариш қобилиятини оширишга хизмат қилган ва қўшимча равишда темир-бетон тўсинларда мўрт бузилиш рўй бермаган.

Özkılıç, Y. O. ва бошқалар [3] томонидан алюминий сим чиқиндиларидан фойдаланган ҳолда темир-бетон тўсинларнинг қия кесим бўйича мустаҳкамлигини тадқиқ қилинган. Алюминий сим чиқиндиларининг ўртача узунлиги 10-20 мм ни, унинг бетондаги миқдорлари 1%, 2% ва 3% ни ташкил этган. Илмий-тадқиқот ишларида узунлиги 100 см ва кўндаланг кесим ўлчамлари 10x15 см бўлган 12 та темир-бетон тўсинлар тайёрланган. Барча намуналарнинг сиқилувчи қисмига 2Ø6 ли арматура, чўзилувчи қисмига 2Ø12 ли арматуралар қўйилган. Кўндаланг арматуралар орасидаги масофалар уч хил шаклда танланиб, улар 16, 20 ва 27 см ларни ташкил этган. Муаллифларнинг тадқиқот натижаларига кўра, алюминий сим чиқиндилари миқдори темир-бетон тўсинларнинг бузилишига сезиларли даражада таъсир кўрсатиши аниқланган. Бетон таркибида алюминий сим чиқиндиларининг миқдори 0% дан 3% гача ошганда намунанинг юк кўтариш қобилиятининг камайиши ва деформациянинг ортиши кузатилган. Шунингдек, бетонда алюминий сим чиқиндиларининг ортиши билан энергия ютилиши ҳам ортиши аниқланган. Назарий ва экспериментал тадқиқотлар орасидаги фарқ 3÷23% ни ташкил этган.

Тадқиқотчилар алюминий сим чиқиндиларининг бетон мустаҳкамлигига ижобий таъсир кўрсатмаслигини 2 та сабаб билан боғлаганлар:

- 1) алюминий сим чиқиндиларининг узунлиги (тахминан 10 мм) жуда қисқа бўлганлиги;
- 2) алюминий сим чиқиндиларининг чўзилишдаги мустаҳкамлигининг пастлиги, яъни, алюминий сим чиқиндиларининг чўзилишдаги мустаҳкамлиги пўлат толаларнинг чўзилишдаги мустаҳкамлигига солиштирилганда кичиклиги.

Jung C. ва бошқалар [4] томонидан углерод матолари билан мустаҳкамланган темир-бетон тўсинларнинг қия кесим бўйича мустаҳкамлиги ўрганилган. Темир-бетон тўсиннинг умумий узунлиги 490 см, кенглиги 20 см ва баландлиги 35см ни, ишчи баландлиги эса 30 см ташкил этган. Тадқиқот ишларида 12 та темир-бетон тўсин намуналари тайёрланган. Темир-бетон тўсинлар углерод толалар асосидаги матолар билан 3 хил усулда мустаҳкамланган. Биринчи усулда темирбетон тўсинларнинг таянч қисмларида тўсинларнинг икки ён томонлари углерод толали мато билан мустаҳкамланган. Иккинчи усулда эса углерод толали мато темир-бетон тўсинларнинг таянч олди қисмларининг ён ва остки томонларига қопланган. Учинчи усулда ҳам завод шароитида тайёрланган U-шаклда углерод толали мато

темир-бетон тўсинларнинг таянч олди қисмларининг ён ва остки томонларига қоришма билан ўрнатилган. Илмий-тадқиқот натижаларига кўра, барча намуналар бузилиши қия кесим бўйича юз берган. Биринчи ва иккинчи усулларда углерод матолари билан мустаҳкамланган намуналарнинг қия кесим бўйича мустаҳкамлиги оддий темир-бетон тўсинларнинг қия кесим бўйича мустаҳкамлигига нисбатан 14÷65% гача ошган. Учинчи усулда, яъни завод шароитида тайёрланган углерод толалар асосидаги матолар билан мустаҳкамланган намуналарда юк бетондан углерод толалар асосидаги матоли панелга ўтказилмаган. Юк бериш жараёнида темирбетон ва углерод матоли панел ўртасидаги боғланиш йўқолиб, ажралиш юз берган. Шунинг учун, учинчи усул билан мустаҳкамланган намуналарнинг мустаҳкамлигига тўлиқ баҳо бера олинмаган.

Gerges N. ва бошқалар [5] томонидан юқори мустаҳкамликдаги фибробетон билан мустаҳкамланган темир-бетон тўсинлар экспериментал тадқиқ қилинган. Илмий-тадқиқот ишларида кесим ўлчамлари 15x15x75 см бўлган 8 та темир-бетон тўсин намуналари тайёрланган. Темир-бетон тўсинлар икки хил усулда арматураланган, биринчи усулда фақат 2Ø14 арматура намунанинг чўзилувчи қисмига ўрнатилган бўлса, иккинчи усулда намунанинг сиқилувчи қисмига 2Ø10, чўзилувчи қисмига 2Ø14 ва кўндаланг арматуралар сифатида диаметри 8 ли арматуралар 10 см қадам билан ўрнатилган. Темир-бетон тўсинлар учун икки хил бетондан фойдаланилган. Юқори мустаҳкамликдаги бетон 75 см ли темир-бетоннинг ўрта 15 см қисмига ва тўсиннинг ён тарафларининг 1,2 см қисмига жойлаштирилган. Шунингдек, юқори мустаҳкам бетон тайёрлаш учун узунлиги 13 мм, диаметри 0,18 мм бўлган пўлат толаларини бетонга 1,5% миқдорида қўшилган ва сув цемент нисбати 0.35 ни ташкил қилган.

Биринчи усул билан тайёрланган оддий темир-бетон тўсинларда қия кесим бўйича мустаҳкамлик 51,48 кН ни, юқори мустаҳкам бетон билан мустаҳкамланган темир-бетон тўсинларда қия кесим бўйича мустаҳкамлик 104,90 кН ни ташкил этган. Юқори мустаҳкам бетон билан мустаҳкамланган темир-бетон тўсинларда қия кесим бўйича мустаҳкамлик оддий темир-бетоннинг мустаҳкамлигига нисбатан икки баробар юқори мустаҳкамликка эришилган. Иккинчи усул билан тайёрланган темир-бетон тўсинларнинг қия кесим бўйича мустаҳкамлиги 91,36 кН бўлганда эришилган бўлса, юқори мустаҳкам бетон билан мустаҳкамланган темир-бетон тўсинларда қия кесим бўйича мустаҳкамлиги 140,0 кН ни ташкил этган.

Yoo M. [6] томонидан темир-бетон тўсиннинг турли хил қия кесим бўйича мустаҳкамлаш усулларида фойдаланган ҳолда қия кесим бўйича мустаҳкамлигини назарий ва экспериментал ўрганилган. Тадқиқот ишларида кесим ўлчами 20x50x400 см бўлган темир-бетон тўсин намуналари 4 та серияда тайёрланган. Биринчи серия намуналарда фақат ишчи ва монтаж арматуралар ўрнатилган, лекин кўндаланг арматуралар ўрнатилмаган. Қолган серия намуналарда “N” шаклидаги мустаҳкамлаш усулидан, шунингдек, иккинчи серия намуналарда қия кесим бўйича мустаҳкамлашда диаметри D10 мм арматуралардан ва учинчи серия намуналарда кенглиги 72 мм қалинлиги 2 мм бўлган пўлат пластинкалардан фойдаланилган. Кўндаланг арматура ва пўлат пластинкалар 20 см қадам билан қўйилган.

Тажиба натижаларига кўра, биринчи серия намуналарда бузувчи куч 286,3 кН ни, иккинчи серия намуналарда 468,9 кН ни, учинчи серия намуналарда 457 кН ни ташкил этган. Максимал бузувчи юкда тўсинлардаги солқилик, биринчи серия намуналарда 6,98 мм ни, иккинчи серия намуналарда 12,96 мм ни, учинчи серия намуналарда 14,2 мм ни ташкил этган ва қия кесим бўйича намуналардаги биринчи дарзлар, биринчи серия намуналарда 143,15 кН да, иккинчи серия намуналарда 234,45 кН юкда, учинчи серия намуналарида эса 228,45 кН қийматлардаги юкларда содир бўлган.

Иккинчи серия намуналарнинг қия кесим бўйича мустаҳкамлиги биринчи серия намуналарига нисбатан 63,78 % юқори бўлган. Учинчи серия намуналарда бу кўрсаткич 59,62 % ни ташкил этган[6].

ACI 318-19 меъёрий ҳужжатлар асосида ҳисобланган назарий тадқиқотлар натижаларига кўра, биринчи серия намуналарда бузувчи куч 286,0 кН ни, иккинчи серия

намуналарда 340,35 кН ни, учинчи серия намуналарда 400,0 кН ни ташкил этган. Максимал бузувчи юкда тўсинлардаги солкилик, биринчи серия намуналарда 5,34 мм ни, иккинчи серия намуналарида 13,19 мм ни, учинчи серия намуналарида 10,99 мм ни ташкил этган. Қия кесим бўйича намуналардаги биринчи дарзлар, биринчи серия намуналарда 143 кН да, иккинчи серия намуналарида 170,18 кН қийматдаги юкда, учинчи серия намуналарида 200 кН бўлган юкланишда содир бўлган[6].

Муаллифлар [6] томонидан ушбу тадқиқот ишида темир-бетон тўсинларнинг қия кесим бўйича мустаҳкамлигини ўрганишда намуналарга статик юклар таъсири ўрганилган. Қия кесим бўйича мустаҳкамлаш усулини плиталар ва темирбетон тўсинларда қўллашни тавсия этилган. Шунингдек, келгуси тадқиқотларда қия кесим бўйича мустаҳкамликни оширишда сейсмик юклар таъсирини ҳам ўрганиш зарурлигини таъкидлаганлар.

Ashteyat A., ва бошқалар [7] томонидан базальт композит арматура ва углерод полимер толалари билан мустаҳкамланган темир-бетон тўсинларни юқори ҳароратда қия кесим бўйича мустаҳкамлиги тадқиқ қилинган. Қия кесим бўйича мустаҳкамликка экспериментал тадқиқ қилиш учун кесим ўлчамлари 20x30x180 см бўлган 11 та серияда тўсин намуналари тайёрланган. Намуналар 28 кундан сўнг, яъни, темир-бетон тўсинлар (10 та) 3 соат давомида 650 °С ҳароратда электр печида қиздирилган. Шундан сўнг, биринчи серия намуналари назорат намуналари сифатида қия кесим бўйича мустаҳкамланмаган. Иккинчи серия намуналари базальт композит арматуралари 45° бурчак остида ва қадами 150 мм билан чуқурлиги 25 мм ҳамда кенглиги 15 мм ли ва учинчи серия намуналари базальт композит арматуралари 45° бурчак остида ва қадами 220 мм ли, тўртинчи серия намуналари базальт композит арматуралари вертикал йўналишда 90° да ва қадами 150 мм ли, бешинчи серия намуналари базальт композит арматуралари вертикал йўналишда 90° да ва қадами 220 мм ли, олтинчи серия намуналари базальт композит полимер арқонлари 45° бурчак остида ва қадами 150 мм ли, еттинчи серия намуналари базальт композит полимер арқонлари 45° бурчак остида ва қадами 220 мм ли, саккизинчи серия намуналари базальт углерод полимер арқонлари вертикал йўналишда 90° да ва қадами 150 мм ли, тўққизинчи серия намуналари углерод композит полимер арқонлари вертикал йўналишда 90° да ва қадами 220 мм ли, ўнинчи серия намуналари углерод композит полимер тасмалари вертикал йўналишда 90° да ва қадами 220 мм ли махсус очилган ўйиқларга ўрнатилган [7].

Экспериментал натижалар, темир-бетон тўсинлар иссиқлик таъсирида шикастлангандан сўнг, намуналарни базальт композит арматуралар, углерод композит полимер арқонлар ва тасмалар билан мустаҳкамланганда, темир-бетон тўсинларнинг юк кўтариш қобилияти самарали равишда ошганлигини кўрсатган. Қия кесим бўйича мустаҳкамланган намуналарнинг мустаҳкамлиги назорат намуналарининг мустаҳкамлигига нисбатан 40÷95% гача ортган. Максимал юк кўтариш қобилиятининг энг юқори қиймати, углерод композит полимер арқонларини 150 мм да жойлаштирилганда эришилган. Шу билан бирга, базальт композит арматураларни орасидаги масофаларни конфигурациясига қараб иссиқлик таъсир эттирилган намуналарнинг юк кўтариш қобилияти 37% дан 63% гача ортган. Углерод полимер арқонлар билан кўчайтирилган намуналарнинг самарадорлиги базальт композит арматуралар билан кўчайтирилган намуналарнинг самарадорлигига нисбатан 32 % юқори бўлиши аниқланган [7].

Al Ghali ва бошқалар [13] томонидан ҳар хил турдаги толаларни ўз ичига олган темирбетон тўсинларнинг қия кесим бўйича қиёсий ўрганилган. Темир-бетон тўсинларнинг кесими 15x25x120 см ўлчамларда тайёрланган. Тўсинларда ишчи арматуралар сифатида диаметри 25 мм, кўндаланг арматуралар сифатида диаметри 8 мм пўлат арматуралардан фойдаланилган. Кўндаланг арматуралар тўсиннинг фақат таянчларигача бўлган қисмларига қўйилган. Тўсиннинг ҳисобий узунлик оралиғида кўндаланг арматуралар ўрнатилмаган. Тўсинларни тайёрлашда шиша, пўлат, базальт, полипропилен-42, полипропилен-270 толаларидан фойдаланилган. Толаларнинг физик-механик хусусиятлари 1-жадвалда келтирилди:

Толаларнинг физик-механик хусусиятлари

№	Тола турлари	Тола узунлиги, мм	Тола диаметри, мм	Чўзилишдаги мустаҳкамлик, GPa	Зичлиги, т/м ³
1	Шиша	12	0.013	1.70	2.7
2	Базальт	12	0.017	2.9-3.1	2.67
3	Пўлат	30	1.0	1.1-1.6	7.85
4	Полипропилен-42	38	0.9	0.6-0.73	0.91
5	Полипропилен-270	19	0.07	0.57-0.66	0.91

Шиша, базальт, полипропилен-42, полипропилен-270 толалар бетонга 0,25% микдорида, пўлат толалари бетонга 0,25 ва 0,5% микдорларда қўшилган. Бетоннинг сиқилишдаги мустаҳкамлиги оддий бетонларда 43,6 МПа ни ташкил этган бўлса, полипропилен-42 турдаги толаларда 49,20 МПа ни, полипропилен-270 турдаги толаларда 40,10 МПа ни, шиша толаларда бу 42,0 МПа ни, базальт толаларда 48,5 МПа ни, пўлат толалар 0,25% қўшилганда 47,5 МПа ни, пўлат толалари бетонга 0,5% қўшилганда 51,9 МПа ни ташкил этган.

Кесим ўлчамлари 7,5x10x40 см бўлган бетон призма намуналарини эгилишдаги мустаҳкамлиги аниқланганда, оддий бетонларда 5,6 МПа ни ташкил этган бўлса, полипропилен-42 турдаги толаларда 11,08 МПа ни, полипропилен-270 турдаги толаларда 10,14 МПа ни, шиша толаларда 9,97 МПа ни, базальт толаларда 10,51 МПа ни, пўлат толалар 0,25% қўшилганда 8,35 МПа ни, пўлат толалари бетонга 0,5% қўшилганда 10,43 МПа ни ташкил этган.

Намуна тўсинларнинг максимал юк кўтариш қобилияти оддий темир-бетон тўсинларда 128,6 кН ни, бу кўрсаткич полипропилен-42 турдаги толалар қўшилган намуналарда 178,3 кН ни, полипропилен-270 турдаги толалар қўшилган намуналарда 162,6 кН ни, шиша толалар қўшилган намуналарда 168,78 кН ни, базальт толалар қўшилган намуналарда 143,4 кН ни, пўлат толалар 0,25% қўшилган намуналарда 154,1 кН ни, пўлат толалари бетонга 0,5% қўшилган намуналарда эса 185,6 кН ларни ташкил этган.

Xiang Z., ва бошқалар [14] томонидан юқори мустаҳкамликдаги полипропилен толалари билан дисперс арматураланган енгил темир-бетон тўсинларни қия кесим бўйича мустаҳкамлиги экспериментал тадқиқ қилинган. Тўсинларни қия кесим бўйича мустаҳкамлигини аниқлаш учун 15x30x220 см бўлган 14 та серияда намуналар тайёрланган. Полипропилен толаларини 1м³ бетон учун 3, 6 ва 9 кг микдорларида қўшилган. Полипропилен толаларнинг зичлиги 950 кг/м³, диаметри 0,8 мм, узунлиги 30 мм, толаларнинг чўзилишдаги мустаҳкамлиги 543 МПа, эластиклик модули 8200 МПа, нисбий узайиши 15±2 ни ташкил этган. Намуналарга юк микдори 500 кг дан босқичма-босқич берилган. Ҳар бир босқичлар орасидаги вақт 5 минутни ташкил этган. Темир-бетон тўсинларнинг бузилиш ҳолатларига полипропилен толаларнинг микдори, кўндаланг арматураларнинг нисбати ҳам таъсир қилиши кузатилган.

Adil R. Al-Alawi, M.A. Mashrei [15] (2022) томонларидан хомутлар ва пўлат толалар учун альтернатив сифатида макросинтетик толалар билан мустаҳкамланган ультра юқори мустаҳкам бетон тўсиннинг қия кесим бўйича мустаҳкамлиги ўрганилган. Ушбу тадқиқот, шунингдек, мустаҳкамлиги юқори, енгил, жуда узоқ хизмат муддати ва кам техник хизмат кўрсатадиган барқарор шахарларни яратиш орқали иқлим ўзгаришига қарши курашиш бўйича глобал саъй-ҳаракатларга ҳисса қўшган. Намуналар 26 та серияда тайёрланган ва сиқилишдаги мустаҳкамлиги тахминан 150 МПа бўлиши учун 234 та куб намуналарига 90 °C ҳарорат 3 кун давомида берилган. Ўлчамлари 100x150x1150 мм бўлган 14 та тўсин намуналари хомутларсиз тайёрланган ва қия кесимлар бўйича мустаҳкамликка синалган.

Муаллифлар томонидан олинган натижаларда, юқори мустаҳкам фибротемирбетон тўсинларда қисман пўлат хомутлар ўрнига ҳажмий улуши 0,69% бўлган макросинтетик толалар қўшиш орқали энг яхши натижага эришилган. Арматуралаш фоизи 0,028; 0,034; 0,04% бўлган тўсинларни қия кесимлар бўйича мустаҳкамлиги мос равишда 17%, 53% ва 74 % ларга ортган. Ҳар хил турдаги ва миқдорларга эга бўлган толалардан фойдаланиш дисперс арматураланмаган юқори мустаҳкам фибротемирбетон тўсиннинг қия кесим бўйича мустаҳкамлигини сезиларли даражада оширган.

Marcalikova Z. ва бошқалар [16] томонидан пўлат толалари билан арматураланган тўсинларни қия кесим бўйича мустаҳкамлиги экспериментал ўрганилган ва қия кесим бўйича мустаҳкамликни аниқлаш учун 4 та серияда намуналар тайёрланган. Намуналарнинг чўзилувчи қисмига 2 та диаметри 10 мм бўлган бўйлама арматуралар ўрнатилган ҳамда кўндаланг арматуралар қўйилмаган. Пўлат толалар 1м³ бетон учун 40, 75, 110 кг миқдорларида қўшилган. Тадқиқотлар натижаларига кўра, пўлат толалар тўсинларнинг юк кўтариш қобилятини оддий тўсинларга нисбатан сезиларли равишда оширилганлиги аниқланган.

ХУЛОСАЛАР

1. Пўлат ва композит толаларнинг темир-бетон конструкцияларда татбиқ этишдаги муаммо сифатида пўлат толаларининг тўсинларда қия кесим бўйича мустаҳкамлигини таъминлаш бўйича етарли даражада тадқиқотлар ўтказилмаганлигини кўриш ва хулоса қилиш мумкин.
2. Турли узунлик ва миқдорларда пўлат ҳамда композит толалар билан дисперс арматураланган темир-бетон тўсин конструкцияларини қия кесим бўйича мустаҳкамлигини комплекс тадқиқ қилиш зарур ҳисобланади.
3. Толалар билан дисперс арматураланган темир-бетон тўсин конструкцияларини ҳисоблаш учун назарий ҳисоблаш усуллари такомиллаштириш зарур.
4. Ўзбекистон иқлим шароитини ҳисобга олган ҳолда толалар билан дисперс арматураланган темир-бетон тўсинларни ҳисоблаш учун қурилиш янги тегишли меъёрлар ва қоидаларни ишлаб чиқиш лозим.

Адабиётлар

- [1]. Saribiyik, A., Abodan, B., & Balci, M. T. (2021). Experimental study on shear strengthening of RC beams with basalt FRP strips using different wrapping methods. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 24(1), 192-204.
- [2]. Abadel, A. A. (2021). Experimental investigation for shear strengthening of reinforced self-compacting concrete beams using different strengthening schemes. *Journal of Materials Research and Technology*, 15, 1815-1829.
- [3]. Özkılıç, Y. O., Karalar, M., Aksoylu, C., Beskopylny, A. N., Stel'makh, S. A., Shcherban, E. M., ... & Azevedo, A. R. (2023). Shear performance of reinforced expansive concrete beams utilizing aluminium waste. *Journal of materials research and technology*, 24, 5433-5448.
- [4]. Jung, C., Seo, Y., Hong, J., Heo, J., Cho, H. C., & Ju, H. (2024). Experimental Study on Shear Strengthening of Reinforced Concrete Beams by Fabric-Reinforced Cementitious Matrix. *Materials*, 17(17), 4336.
- [5]. Gerges, N., Issa, C. A., Sleiman, E., Najjar, M., & Kattouf, A. (2023). Experimental study of the shear behavior of RC beams strengthened with high-performance fiber-reinforced concrete. *International Journal of Concrete Structures and Materials*, 17(1), 17.
- [6]. Yoo, M. (2022). Experimental Study on the Shear Strength of Reinforced Concrete Beams with Various Integrated Shear Reinforcements. *Materials*, 15(9), 3091.
- [7]. Ashteyat, A., Almahadin, W., & Almuaythir, S. (2024). Shear Repairing of Reinforced Concrete Beams Exposed to High Temperature Using Basalt Fiber Reinforcing Bars and CFRP Ropes and Strips. *Composites Part C: Open Access*, 100517.
- [8]. Lantsoght, E. O. (2023). Theoretical model of shear capacity of steel fiber reinforced concrete beams. *Engineering Structures*, 280, 115722.
- [9]. Morsch E. *Der Eisenbetonbau: Seine Theorie und Anwendung*. Stuttgart: Verlag Von Konrad Wüitwer; 1908.
- [10]. Yang Y, Walraven J, den Uijl JA. Shear Behavior of Reinforced Concrete Beams without Transverse Reinforcement Based on Critical Shear Displacement. *Journal of Structural Engineering*. 2017;143:04016146-1-13.
- [11]. Walraven JC. Fundamental analysis of aggregate interlock. *J Struct Div-ASCE* 1981;107:2245–70.

- [12]. Mansur MA, Ong KCG, Paramasivam P. Shear Strength of Fibrous Concrete Beams Without Stirrups. J Struct Eng 1986;112:2066–79.
- [13]. Al Ghali, A. E., El Ezz, N. E., Hamad, B., Assaad, J., & Yehya, A. (2023). Comparative study on shear strength and life cycle assessment of reinforced concrete beams containing different types of fibers. Case Studies in Construction Materials, 19, e02497.
- [14]. Xiang, Z., Zhou, J., Niu, J., Feng, X., & Wang, J. (2022). Study on shear behavior of high-performance polypropylene fiber-reinforced lightweight aggregate concrete beams. Case Studies in Construction Materials, 17, e01594.
- [15]. Al-Alawi, A. R., & Mashrei, M. A. (2022). Shear capacity of sustainable ultra-high performance concrete beam reinforced with macro synthetic fiber as a sustainable alternative for stirrups and steel fiber. Case Studies in Construction Materials, 17, e01443.
- [16]. Marcalikova, Z., Mateckova, P., Racek, M., & Bujdos, D. (2020). Study on shear behavior of steel fiber reinforced concrete small beams. Procedia Structural Integrity, 28, 957-963.

TUTASHISH CHOKLARI MUSTAHKAMLIGINI BETON QORISHMASINING QUYUQLIGIGA BOG'LIQLIGI

B.A. Otaqulov

Farg'ona politexnika instituti,
[\(Qabul qilindi 04.10.2024 y.\)](#)

Annotatsiya. Maqolada avval va keyin yotqizilgan betonlarning tutashish choklarining mustahkamligiga, beton qorishmasining quyuqligi, ularni yotqizishdagi uzilishlarning katta ta'siri haqida malumotlar keltirilgan.

Tayanch so'zlar: avval va keyin yotqizilgan betonlarning tutashish choklari, beton qorishmasining quyuqligi, beton qorishmasining plastikligi

Аннотация. В статье приведены сведения о прочности швов бетона, уложенного до и после, толщине бетонной смеси, большом влиянии перерывов в их укладке.

Ключевые слова: швы бетона, уложенного до и после, толщина бетонной смеси, пластичность бетонной смеси.

Abstract. The article provides information on the strength of concrete joints, both before and after, the thickness of the concrete mix, and the significant impact of interruptions in its placement.

Key words: joints of concrete laid before and after, thickness of concrete mixture, plasticity of concrete mixture.

Konstruksiyalardagi avval va keyin yotqizilgan betonlarning tutashish choklarining mustahkamligiga, beton qorishmasining quyuqligi katta ta'sir ko'rsatadi: quyma betonlardagi tutashish choklarining mustahkamligi, qattiq va plastikligi kam betonlarnikidan doim yuqori bo'ladi va ularni yotqizishdagi uzilishlar tutashish choki mustahkamligiga ta'sir ko'rsatmaydi; beton qorishmasining plastikligi qancha yuqori bo'lsa, tutashish choklarining konstruksiya yaxlitligiga ko'rsatadigan salbiy ta'siri shuncha kam bo'ladi. Beton qorishmasining quyuqligini tutashish choklariga ta'sirini tahlil qilish uchun adabiy manbalarda yetarli ma'lumot uchramadi.

Beton qorishmasidagi sement hamiri miqdorini doimiy S/TS nisbatida oshirish yoki to'ldiruvchilar miqdorini kamaytirishda beton qorishmasining harakatchanligi ortadi, mustahkamligi esa umuman olganda o'zgarmaydi. Agarda sement hamirini to'ldiruvchilar orasidagi bo'shliqlarni to'ldiradigan miqdorda olinsa beton qorishmasi noqulay to'shaladigan bo'lib qoladi. Qorishma harakatchan bo'lishi uchun nafaqat bo'shliqlarni to'ldirish, balki to'ldiruvchi donalarini sement hamiri qatlamlari bilan bir biridan ajratish kerak. To'ldiruvchining xususiyatlari va qum-shag'al nisbatlariga ko'ra, shuningdek, beton qorishmasining qatlamlarga ajramaydigan va sifatli zichlashtiriladigan holda bo'lishini ta'minlash uchun sement hamirining tarkibdagi minimal (eng kam) miqdori bikir qorishmada 170-200 l., harakatchan va quyma qorishmalarda 220-270 l ni tashkil etadi. Beton qorishmasining harakatchanligiga sementning xususiyatlari ham ta'sir

ko'rsatadi. Sement hamirining maromidagi quyuuqligi nisbatan yuqori darajali holda qo'llanilishi beton qorishmasi harakatchanligini (doimiy suv sarfida) kamaytiradi. Beton qorishmasidagi suv miqdorini oshishi bilan harakatchanlik ortadi (biroq, sement sarfi doimiylikicha qolsa beton mustahkamligi pasayib ketadi). Ammo, har bir beton qorishmasi tajriba asosida aniqlanadigan o'ziga xos suv tutuvchanlik xossasiga ega: suv miqdori katta bo'lganda uning bir qismi beton qorishmasidan ajralib chiqadi va bu holga yo'l qo'yish mumkin emas. Suv miqdorini o'zgartirish – beton qorishmasi konsistentsiyasini boshqaradigan asosiy omil hisoblanadi. Beton qorishmasining harakatchanligi to'ldiruvchining yirikligiga bevosita bog'liq. To'ldiruvchi donalarining yiriklik darajasi ortishi bilan ularning umumiy yuzasi kamayadi, ularning sement hamiriga ta'siri kamayadi va natijada beton qorishmasining harakatchanligi ortadi. Chang, loysimon va boshqa kirlantiruvchi qo'shimchalar beton harakatchanligini kamaytiradi. Harkatchanlik shuningdek qum va shag'alning o'zaro nisbatiga ham bog'liq. Talab darajasidagi harakatchanlikka eng maqbul nisbatlarda erishiladi va bunda sement hamiri qobig'ining qalinligi maksimal darajaga etadi. To'ldiruvchilar orasida qumning miqdori shu nisbatdan yuqori darajada bo'lsa, mavjudligi hisobiga qorishma kam harakatchan bo'lib qoladi va bu hol to'ldiruvchi yuzasining ortishi bilan tushuntiriladi. Beton qorishmasining harakatchanligini oshishiga, suvga bo'lgan talabning kamayishi sement sarfining kamayishiga plastifikatsiyalovchi qo'shimchalarni qo'llash bilan erishiladi.

Bu masalaga oydinlik kiritish maqsadida bir hil tarkibli (1 : 3), uch hil quyqlikdagi beton qorishmalarida tadqiqotlar olib borildi.

1 -jadval.

Beton qorishmalari va ularni quyqliklari

Tarkib №	S / S	Qorishmani qulay joylanuvchanligi, KCh, sm.	Qorishma quyqligi
1	0,7	5-6	Quyma
2	0,6	3-4	Suyuq
3	0,5	0	Qattiq

Betonlash sharoitini real konstruksiyalarni tayyorlash jarayoniga yaqinlashtirish uchun, namunalar vertikal va gorizontal holda qolip-landi.

Har bir tarkibdagi beton qorishmasidan qoliplashdagi uzilish vaqt-lari jixatidan bir biridan farq qiladigan uch guruh namunalar tayyorlandi.

Qulay joylanuvchanligi 0 sm. bo'lgan 3-tarkibli qattiq qorishma namunalari laboratoriya titratish stolida 1,5 min. Davomida titratib zichlandi, KCh = 3-4sm. bo'lgan qorishma namunalari, yuzasida suyuq massa ajralib chiqqunga qadar metall tayoqchani 24 marta botirib zichlash va KCh = 5-6 sm. bo'lgan quyma beton namunalari esa qolip devorlariga tashqi tomondan 20 marta urish yo'li bilan zichlandi.

Barcha namunalarni birinchi yarmi qoliplangandan so'ng 24 soat va 3 kun mobaynida issiq-nam sharoitda ishlov berildi. Shundan keyin ikkinchi yarimlari qoliplanib, 14 kun issiq-nam sharoitda va 14 kun xona haroratida saqlandi. Namunalar 14 kundan so'ng qoliplardan bo'shatildi.

Namunalarni sinashdan olingan natijalar 2 –jadvalda qayd etilgan.

Jadvalda keltirilgan ma'lumotlar, qoliplash paytidagi uzilish-larni oshishi bilan titratib zichlangan namunalarining tutashish choklari mustahkamligini kamayishi, boshqa tarkibdagi betonlarga nisbatan ko'p-41% ni tashkil qilishidan dalolat berib turibdi.

Haqiqatan ham, yuqorida qayd etilganidek, titratish paytida havo pu-fakchalari bilan to'yingan sement shlamini tutashish choki yuzasiga chiqib qolishi eski va yangi betonlarni tishlashishlariga yomon ta'sir ko'rsatuvchi omil bo'lib hisoblanadi.

2- jadval

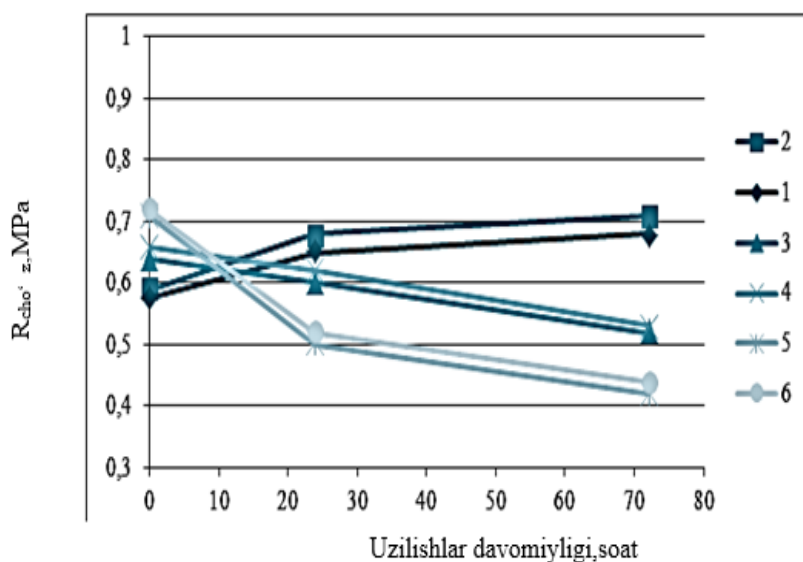
Eski va yangi beton choklari mustahkamligiga beton qorishmasi quyuvqligini ta'siri.

Tarkib №	Zichlash usuli	Konusni cho'kishi, sm.	Uzilish-lar davomiyligi	$R_{cho'z}$, yaxlit namunaganisbatan %da	G'ovaklar-ning o'rtacha o'lchamlari ko'rsatgichi λ
1	Quyma	5-6	0	12,5/12,9	1,9/2,4
			24soat	14,2/14,5	1,3/1,9
			3kun	14,9/15,4	1,2/1,6
2	Qo'lda	3-4	0	14,0/14,4	1,5/2,1
			24soat	13,1/13,6	1,7/2,4
			3kun	11,3/11,5	2,5/3,0
3	Titratish	0	0	15,5/15,6	1,1/1,6
			24soat	11,0/11,4	2,6/3,0
			3kun	9,2/9,7	3,4/4,0

Izoh: suratda - gorizontal, maxrajda - vertikal holda qoliplangan namunalar.

Sinash natijalarini taqqoslanganda plastikliги yuqori qorish-malardan tayyorlangan namunalardagi eski va yangi betonlarni o'zaro tishlashishlari yuqori ekanligi kuzatildi. Bunda, uch kunlik uzilishdan so'ng quyma betondan qoliplangan namunalar tutashish chokidagi mustahkamligi jixatidan, qattiq qorishmadan tayyorlangan xuddi shunday namunalarnikidan 46%-dan oshiqqligi bilan alohida ajralib turadi.

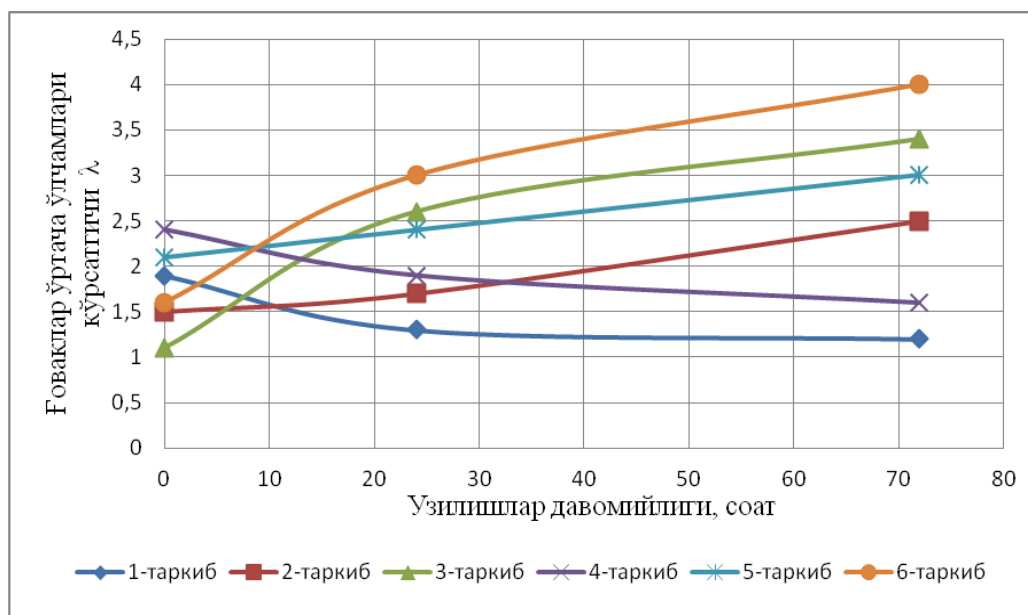
Yuqorida keltirilgan sinash natijalariga asoslanib, quyma betondan kostruksiyalarni tayyorlashda ishchi choklari bilan bog'liq muammolar kam bo'ladi degan hulosa chiqarish mumkin.



1- rasm. Tutashish choki mustahkamligi va beton qorishmasi quyuvqligi orasidagi bog'lanish. 1,2,3 – gorizontal, 4,5,6– vertikal holda qoliplangan namunalar.

Yuqorida keltirilgan sinash natijalariga asoslanib, quyma betondan kostruksiyalarni tayyorlashda ishchi choklari bilan bog'liq muammolar kam bo'ladi degan hulosa chiqarish mumkin. Quyma betonlarni boshqa betonlardan farq qiluvchi o'ziga xos xususiyatlari mavjud. Ulardan tayyorlangan

kons-truksiyalarda uzoq vaqt davom etmagan uzilishlar oralig'ida yotqizilgan beton qatlamlarining strukturasi va tarkiblari bir biridan birhilligi jixatidan farq qilmaydi. Bu esa quyma betondan tayyorlangan konstruksiya-larni yahlitligi to'la ta'minlaydi.



2- rasm. Tutashish choki g'ovaklarining o'rtacha o'lchami ko'rsatgichlari va beton qorishmasi quyugligi orasidagi bog'lanish. 1,2,3 – gorizontal, 4,5,6 – vertikal holda qoliqlangan namunalar.

Oxirgi yillarda temirbeton qurilishi amaliyotida o'z tasdig'ini topgan bu xol, birinchi qarashda, betonning cho'kishda hosil bo'ladigan kuchlanishlarni eski va yangi beton tutashish choklari mustahkamligiga salbiy ta'siri to'g'risidagi hulosalarni inkor etayotganga o'xshaydi. Haqiqatan ham, S/S qiymatini oshishi dastlabki davrda cho'kish bilan bog'liq ko'rsatgichlarni qiymati va faolligini oshirishi lozim. Lekin ko'rsatilganlardan tashqari, bu xolatda yana qator boshqa faktorlar ham vujudga keladi.

Eski va yangi betonlarni yaxshi tishlashishlari uchun yetarli miqdordagi yelimlovchi modda, ya'ni sement hamiri kerak bo'ladi. Shu bilan birga, betonni qotish jarayoni, tarkibidagi sementni gidratatsiyasini ta'minlaydigan nam muhitda o'tishi lozim. Namlanmagan yoki sement hamiri surkalmagan, eski beton yuzasi yangi yotqizilgan beton tarkibidagi suvni chanqoqlik bilan shimib olib, qorishmani bog'lovchilik xususiyatini pasaytiradi.

Quyma beton bilan ishlanganda yuqorida ko'rsatilgan salbiy hollar ro'y bermaydi. Aksincha, eski beton tomonidan yangi beton qorishmasidagi ortiqcha suvni shimib olishi natijasida, chok yuzasiga yaqin qatlamlarning mustahkamligi boshqa qatlamlarga nisbatan yuqori bo'ladi.

Shunday qilib, konstruksiyalarni barpo etishda plastikligi kam, hamda qattiq beton qorishmalariga nisbatan, quyma betonlardan foydalanilganda, ishchi choklar yuzasiga cho'kish kuchlanishlarini noxush ta'siri kamayadi.

Adabiyotlar

- [1]. Теличенко В.И., Тереньтьев О.М., Лапидус А.А. Технология возведения зданий из монолитного железобетона. Статья подготовлена и представлена в цифровом виде компанией "СВН СОТРАНС" М., 2004 – с.6.
- [2]. Савйовский В.В., Болотских О.Н. Ремонт и реконструкция гражданских зданий, - Харьков, "Ветерпос", 1999.- 266с.
- [3]. Лазовский Д.Н. Проектирование реконструкции зданий и сооружений, Учебно- методический комплекс, – Новополюк : ПГУ, 2010. – 340 с
- [4]. Филимонов П. И. Технология и организация ремонтно-строительных работ: Учеб. Для вузов по спец. «Коммунальное строительство и хозяйство», —М.: Высш. Шк., 1988, —479 с.

INCREASING THE ENERGY POTENTIAL OF HYDROPOWER PLANTS BUILT NEAR
THE RESERVOIR THROUGH RENEWABLE ENERGY SOURCES

R.A. Zakhidov ¹, S.Q. Saloydinov ²

¹Institute of Energy Problems of the Academy of Science of the Republic of Uzbekistan,
100125, Uzbekistan, Tashkent, st. F. Khojaeva, 29
tel.: +998 (71) 162 05 22, e-mail: temur@energy.uzsci.net

² Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
100095, Uzbekistan, Tashkent, st. Universitetskaya, 2A
tel.: +998 71 246-46-00, e-mail: tstu_info@tdtu.uz, sardorbek2737@mail.ru
(Received on October 29 th, 2024)

Abstract: This paper examines strategies to enhance the energy potential of hydroelectric power plants (HPPs) located near reservoirs, particularly focusing on integrating renewable energy sources such as wind power. The study uses a case example of a hydroelectric power plant with a capacity of 750 kW and a reservoir holding 33 million cubic meters of water. Seasonal fluctuations in electricity generation are a critical challenge, as water from the reservoir is diverted primarily for irrigation in the summer, reducing energy output. Conversely, during winter months, excess water is either stored for the following irrigation season or redirected to other reservoirs. Given the hilly and mountainous terrain surrounding the reservoir, stable and strong wind patterns, averaging 5-23 m/s in summer and 7-20 m/s in winter, offer an opportunity to integrate wind energy systems with the existing hydroelectric infrastructure. This combined approach could optimize energy production throughout the year, offset seasonal deficits, and improve the overall sustainability and efficiency of the power plant. The paper proposes a hybrid energy model that leverages both hydropower and wind energy, offering a sustainable solution to mitigate the seasonal limitations of the hydroelectric facility.

Keywords: hydroelectric power, renewable energy, wind energy integration, reservoir management, hybrid energy systems, seasonal energy production, irrigation and energy conflict, sustainable energy solutions, energy potential optimization.

Аннотация: В данной статье рассматриваются стратегии повышения энергетического потенциала гидроэлектростанций (ГЭС), расположенных вблизи водохранилищ, с особым акцентом на интеграцию возобновляемых источников энергии, таких как энергия ветра. В исследовании используется пример гидроэлектростанции мощностью 750 кВт и водохранилища, вмещающего 33 миллиона кубических метров воды. Сезонные колебания в выработке электроэнергии являются критической проблемой, поскольку вода из водохранилища отводится в основном на орошение летом, что снижает выработку энергии. И наоборот, в зимние месяцы избыток воды либо сохраняется для следующего сезона орошения, либо перенаправляется в другие водохранилища. Учитывая холмистую и горную местность вокруг водохранилища, стабильные и сильные ветры, в среднем 5-23 м/с летом и 7-20 м/с зимой, дают возможность интегрировать ветроэнергетические системы с существующей гидроэнергетической инфраструктурой. Такой комбинированный подход может оптимизировать выработку энергии в течение года, компенсировать сезонный дефицит и повысить общую устойчивость и эффективность электростанции. В статье предлагается гибридная энергетическая модель, которая использует как гидроэнергетику, так и энергию ветра, предлагая устойчивое решение для смягчения сезонных ограничений гидроэлектростанции.

Ключевые слова: гидроэнергетика, возобновляемая энергия, интеграция ветровой энергии, управление водохранилищем, гибридные энергетические системы, сезонное производство энергии, конфликт орошения и энергии, устойчивые энергетические решения, оптимизация энергетического потенциала.

Annotatsiya: Ushbu maqola suv omborlari yaqinida joylashgan gidroelektrostansiyalarning (GES) energiya salohiyatini oshirish strategiyalarini, xususan, shamol energiyasi kabi qayta tiklanadigan energiya manbalarini integratsiyalashuviga qaratadi. Tadqiqotda 750 kVt quvvatga ega gidroelektr stansiya va 33 million kub metr suv saqlaydigan suv ombori misolida foydalanilgan. Elektr energiyasi ishlab chiqarishning mavsumiy tebranishlari muhim muammo hisoblanadi, chunki suv omboridan suv asosan yozda sug'orish uchun yo'naltiriladi, bu esa energiya ishlab chiqarishni kamaytiradi. Aksincha, qish oylarida ortiqcha suv

keyingi sug'orish mavsumida saqlanadi yoki boshqa suv omborlariga yo'naltiriladi. Suv omborini o'rab turgan tog'li va tog'li relefni hisobga olgan holda, yozda o'rtacha 5-23 m/s, qishda esa 7-20 m/s gacha bo'lgan barqaror va kuchli shamol shakli shamol energiyasi tizimlarini mavjud gidroelektr infratuzilmasi bilan birlashtirish imkoniyatini beradi. Ushbu kombinatsiyalangan yondashuv yil davomida energiya ishlab chiqarishni optimallashtirish, mavsumiy tanqislikni qoplash va elektr stantsiyasining umumiy barqarorligi va samaradorligini oshirishi mumkin. Maqola gidroenergetika va shamol energiyasidan foydalanadigan gibrid energiya modelini taklif qiladi va gidroelektr inshootining mavsumiy cheklovlarini yumshatish uchun barqaror yechim taklif qiladi.

Kalit so'zlar: *Gidroenergetika, qayta tiklanadigan energiya, shamol energiyasi integratsiyasi, suv omborlarini boshqarish, gibrid energiya tizimlari, mavsumiy energiya ishlab chiqarish, irrigatsiya va energiya ziddiyatlari, barqaror energiya yechimlari, energiya salohiyatini optimallashtirish.*

Introduction:

Hydroelectric power plants (HPPs) represent one of the most widely utilized renewable energy sources globally, offering a reliable means of generating electricity by harnessing the kinetic energy of flowing water. However, their efficiency and energy output can be highly dependent on environmental conditions, particularly in regions where reservoirs are multi-purpose and water must be allocated for irrigation, flood control, and other needs. This dual use of water can lead to significant fluctuations in electricity generation, especially in systems where seasonal water management plays a crucial role.

In the case of hydroelectric plants located near reservoirs, such as the one under study with a capacity of 750 kW and a reservoir volume of 33 million cubic meters, energy production is notably reduced during the summer months. This reduction is largely due to the prioritization of water for agricultural irrigation, leaving less water available for power generation. During the winter season, while water is stored for future use, surplus volumes are either transferred to other reservoirs or redirected for domestic use. These seasonal shifts create a cyclical pattern of reduced power generation during peak irrigation periods, limiting the overall capacity and efficiency of the hydroelectric system.

To address these challenges, integrating additional renewable energy sources such as wind power presents a promising solution. The geographic location of the reservoir in a hilly and mountainous region provides a unique advantage, as it experiences stable and high wind speeds throughout the year, averaging between 5-23 m/s in the summer and 7-20 m/s in the winter. These conditions make the site highly suitable for wind energy generation, which can complement hydroelectric power by providing a continuous energy supply during periods of reduced water availability.

This paper explores the potential for integrating wind energy with the existing hydroelectric infrastructure to create a hybrid renewable energy system. By leveraging the strengths of both hydropower and wind energy, it is possible to mitigate seasonal fluctuations in energy production, optimize the use of available natural resources, and enhance the overall energy output of the power plant. This study aims to develop a sustainable energy model that maximizes the energy potential of the hydroelectric facility while addressing the limitations imposed by seasonal water usage.

Materials and Methods:

This study investigates the integration of wind energy with hydroelectric power to enhance the overall energy potential of a hydroelectric power plant (HPP) located near a reservoir. The plant under consideration has a capacity of 750 kW, and the associated reservoir holds 33 million cubic meters of water. Seasonal variations in water usage for irrigation and electricity generation are key

factors that influence the plant's energy output. To mitigate the impact of these fluctuations, the study focuses on the incorporation of wind energy, leveraging the stable wind patterns in the region.

1. Site Description

The hydroelectric power plant is situated in a hilly and mountainous area, providing both hydro and wind energy generation potential. The geographic characteristics of the site offer favorable conditions for wind energy production, with wind speeds ranging between 5-23 m/s in summer and 7-20 m/s in winter. These conditions are ideal for exploring the feasibility of wind turbines as a supplementary energy source.

2. Data Collection

The study utilizes both primary and secondary data sources to assess the energy potential of the site:

- **Hydropower Data:** Historical data on water inflow, reservoir levels, energy production, and water usage for irrigation were collected to understand seasonal trends in hydropower generation.
- **Wind Resource Data:** Wind speed data from local meteorological stations were analyzed to determine the feasibility of wind energy integration. Wind speeds at varying heights were considered to assess the optimal turbine hub height and rotor diameter for maximum energy capture.
- **Turbine Specifications:** Several commercially available wind turbines suitable for high wind speed environments were examined. Technical specifications, including power curves, rated capacities, and cut-in and cut-out wind speeds, were evaluated to select the most appropriate wind turbine models for integration with the hydroelectric plant.

3. Hybrid System Design

To develop a hybrid energy system, the following methodology was employed:

- **Hydroelectric System Assessment:** A detailed analysis of the hydroelectric plant's current capacity and operational constraints was performed, considering factors such as water allocation for irrigation, seasonal storage, and energy output variations.
- **Wind Turbine Selection:** Wind turbines were selected based on the wind resource data, with a focus on turbines that can perform efficiently in both the summer and winter wind conditions. The selected turbines were modeled to estimate annual energy production, using wind speed frequency distributions and power curves.
- **Energy Output Simulation:** An energy simulation model was developed to assess the combined electricity production from both hydropower and wind energy. The model took into account seasonal changes in water availability and wind speeds to predict monthly and annual energy outputs for the hybrid system. The simulation also considered potential downtime due to maintenance and varying operational efficiencies.

4. Economic Analysis

To evaluate the economic viability of the proposed hybrid system, the following cost components were analyzed:

- **Capital Investment:** The cost of wind turbine procurement, installation, grid connection, and integration with the existing hydroelectric infrastructure.
- **Operational and Maintenance Costs:** Ongoing costs associated with operating both the hydroelectric plant and wind turbines were calculated. This included maintenance of mechanical components, electrical systems, and control systems.
- **Payback Period and Return on Investment (ROI):** A financial model was developed to estimate the payback period for the hybrid system, taking into account initial capital costs, operational expenses, and anticipated revenue from increased energy production.

5. Environmental Impact Assessment

An environmental impact assessment (EIA) was conducted to evaluate the potential effects of wind turbine installation on the local ecosystem. This included considerations of noise pollution, bird and wildlife interaction with turbines, and visual impacts on the landscape.

6. System Optimization and Sensitivity Analysis

A sensitivity analysis was performed to identify key factors affecting the performance of the hybrid system, such as variability in wind speeds, changes in irrigation demand, and operational efficiency of the hydroelectric plant. The analysis allowed for optimization of the system by adjusting the proportion of energy generated from wind and hydropower according to seasonal water availability and wind conditions.

7. Performance Metrics

The success of the hybrid system was evaluated based on the following performance metrics:

- **Energy Output:** The total electricity generated by the hybrid system compared to the hydroelectric plant alone.
- **Capacity Factor:** The proportion of the combined system's actual output compared to its theoretical maximum capacity over time.
- **Economic Viability:** Net present value (NPV), internal rate of return (IRR), and the levelized cost of energy (LCOE) were calculated to assess the financial performance of the system.
- **Environmental Sustainability:** Reductions in carbon emissions and reliance on non-renewable energy sources were quantified to determine the environmental benefits of the hybrid system.

By integrating wind energy with hydroelectric power, the hybrid system aims to maximize energy production year-round, reduce the impact of seasonal fluctuations, and provide a sustainable solution for balancing irrigation needs with electricity generation.

Results:

The results of this study focus on the mathematical modeling and simulation of the hybrid hydro-wind energy system. The integration of wind energy into the existing hydroelectric power plant is evaluated in terms of its ability to increase overall energy output, reduce seasonal fluctuations, and improve the economic feasibility of the power generation system. Several models, graphs, and simulations were developed to quantify these impacts.

1. Hydroelectric Energy Model

The energy output of the hydroelectric power plant, E_{hydro} , is a function of water flow rate, reservoir height, and the efficiency of the turbine-generator system. The following equation was used to calculate the hydroelectric energy output:

$$E_{\text{hydro}} = \eta \cdot \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$$

Where:

- η = efficiency of the turbine-generator system (typically around 0.85)
- ρ = density of water (1000 kg/m³)
- g = gravitational acceleration (9.81 m/s²)
- Q = water flow rate (m³/s)
- H = effective head or height of the water (m)

The water flow rate Q varies seasonally due to irrigation demands, reducing energy output during the summer months.

2. Wind Energy Model

The energy generated by the wind turbines, E_{wind} , is modeled using the following equation:

$$E_{\text{wind}} = \frac{1}{2} \cdot \rho_{\text{air}} \cdot A \cdot v^3 \cdot C_p \cdot T_{\text{operating}}$$

Where:

- ρ_{air} = air density (1.225 kg/m³)
- A = swept area of the turbine rotor (m²)
- v = wind speed (m/s)
- C_p = power coefficient of the turbine (typically around 0.4)

- $T_{operating}$ = operating time (hours per year)

Wind speed data from the meteorological station was used to develop a wind speed distribution curve, and this was applied to determine the energy production potential from the wind turbines over both summer and winter seasons.

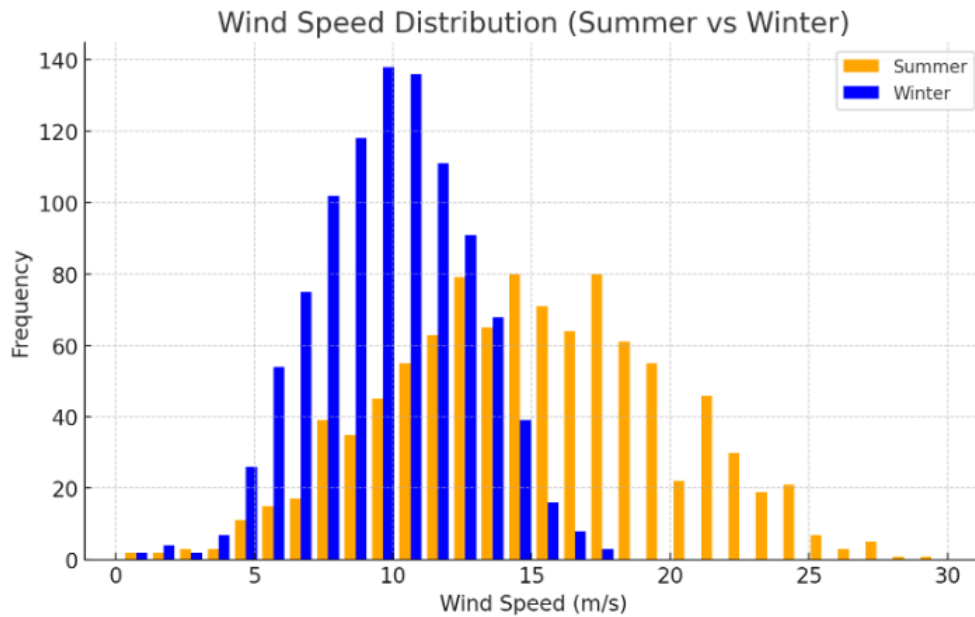


Figure 1: Wind Speed Distribution and Power Output Curve shows the distribution of wind speeds during summer and winter, along with the corresponding power output based on the wind turbine's performance.

3. Hybrid Energy System Output

The total energy output from the hybrid system, $E_{total} = E_{hydro} + E_{wind}$ is calculated as the sum of the energy generated from the hydroelectric plant and wind turbines:

The energy production was simulated for both the summer and winter seasons, considering the varying availability of water for hydroelectric generation and wind speed fluctuations. The results showed that the addition of wind energy substantially increased the total annual energy output of the system, especially during the summer months when hydroelectric production is reduced.

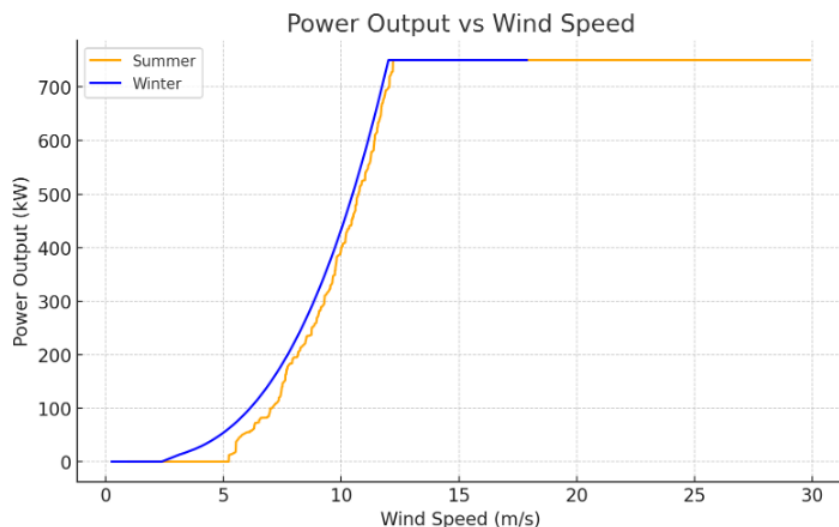


Figure 2: Monthly Energy Output Comparison (Hydro vs. Hybrid) compares the energy output of the hydroelectric plant alone and the combined hybrid system (hydro and wind) across different months.

4. Capacity Factor Analysis

The capacity factor is a critical metric used to assess the performance of the energy system. It is defined as the ratio of actual energy output to the maximum possible energy output over a given time period:

$$\text{Capacity Factor} = \frac{E_{\text{actual}}}{P_{\text{rated}} \cdot T_{\text{total}}}$$

Where:

- E_{actual} = actual energy output
- P_{rated} = rated capacity of the system
- T_{total} = total time period (hours)

The hybrid system's capacity factor was evaluated for both summer and winter conditions, showing a significant improvement over the standalone hydroelectric plant. The capacity factor for the hybrid system reached 0.55 in the summer compared to 0.32 for the hydroelectric plant alone, due to the added wind energy contribution.

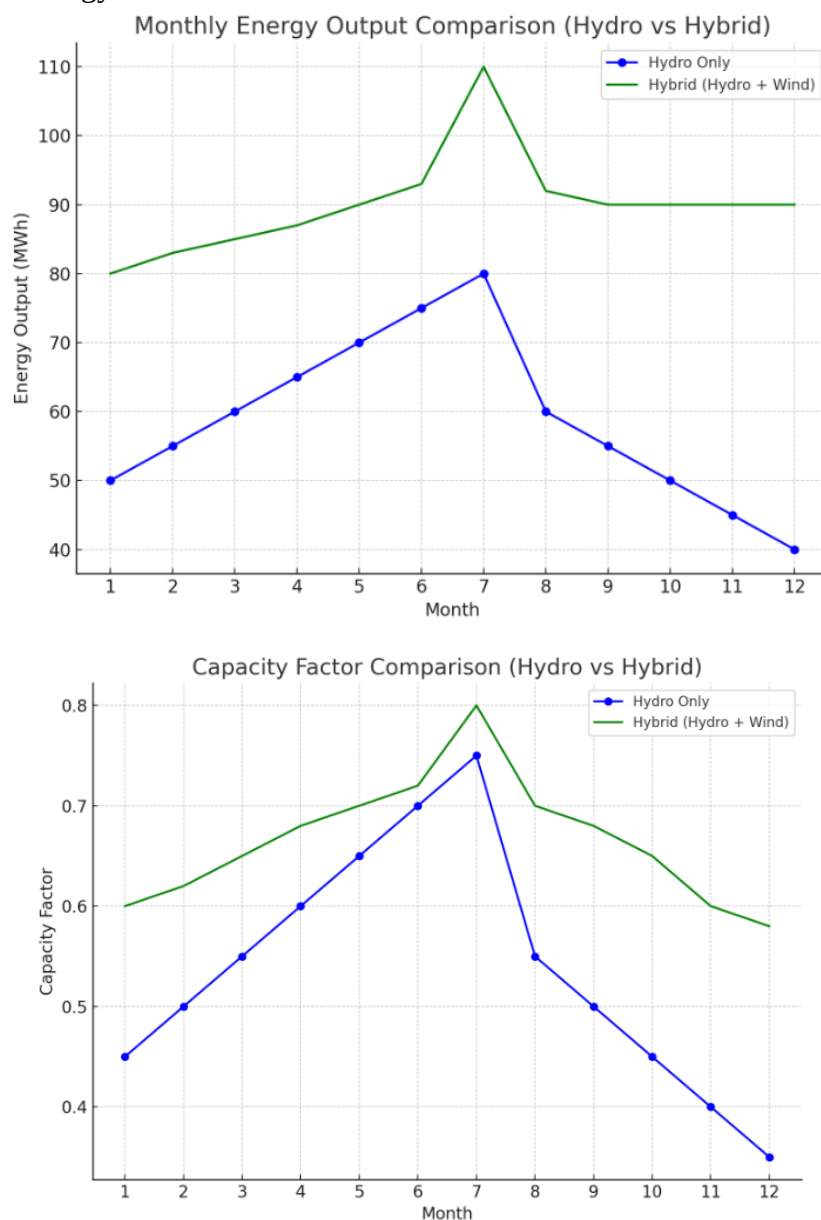


Figure 3: Capacity Factor of Hydro vs. Hybrid System displays how the capacity factor of the hydro-only system compares with the hybrid system over the year.

5. Economic Viability

The payback period and return on investment (ROI) were calculated to determine the economic feasibility of the hybrid system. The initial capital costs of wind turbine installation, grid connection, and integration were compared against the increased revenue from higher energy production. The payback period was estimated using the following formula:

$$\text{Payback Period} = \frac{\text{Capital Investment}}{\text{Annual Net Savings}}$$

The model projected that the hybrid system would achieve a payback period of 8 years, with an internal rate of return (IRR) of 12%.

6. Sensitivity Analysis

A sensitivity analysis was conducted to understand the impact of key variables such as wind speed variability, turbine efficiency, and water availability on the system's performance. The results indicated that the hybrid system remained robust under various scenarios, with wind energy providing a reliable buffer against seasonal reductions in hydroelectric output.

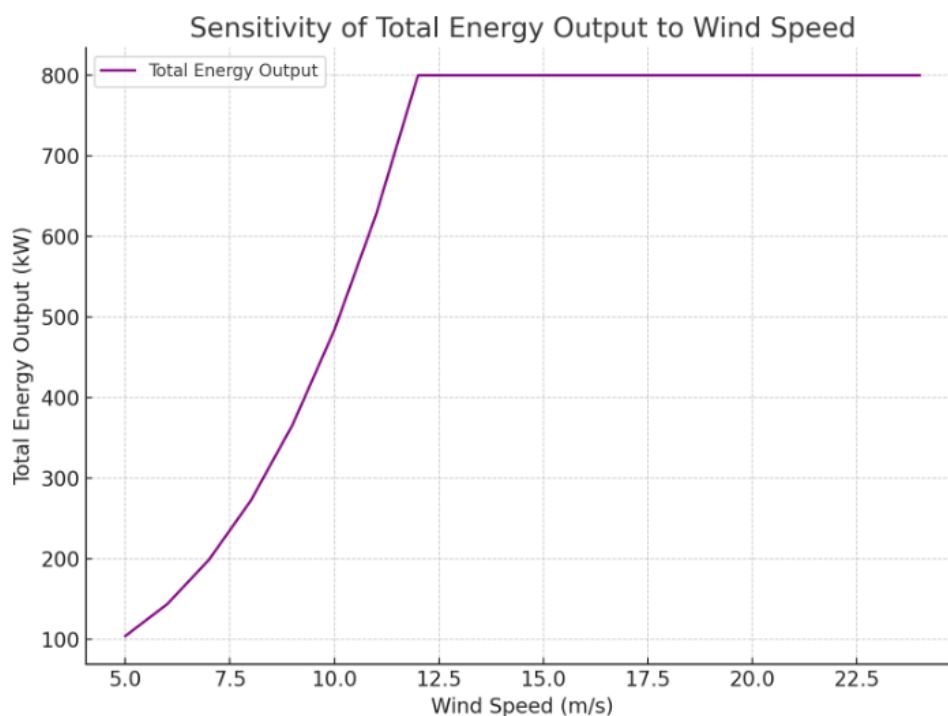


Figure 4: Sensitivity of Total Energy Output to Wind Speed illustrates how varying wind speeds impact the total energy output of the hybrid system.

These results demonstrate the technical and economic benefits of integrating wind energy into the hydroelectric power plant. The hybrid system significantly enhances energy output, improves capacity factor, and offers a financially viable solution for addressing seasonal power shortages caused by water usage for irrigation.

Discussion:

The integration of wind energy into hydroelectric power plants near reservoirs represents a novel approach to optimizing renewable energy resources. The findings of this study highlight both the technical and economic advantages of combining these two energy sources, while also identifying key challenges and considerations for implementing such hybrid systems.

1. Hydropower Limitations and the Need for Supplementation

Hydroelectric power plants, while reliable, face operational challenges, especially when reservoirs serve multiple purposes, such as irrigation and water supply. In the case under study, the

hydroelectric plant's output diminishes significantly during the summer months when most of the reservoir's water is allocated for irrigation purposes. Conversely, in the winter season, while water is stored for future use, electricity generation is constrained by the limited need for irrigation.

The inclusion of wind energy offers a crucial solution to this problem by providing an alternative energy source when water levels are low. The consistent wind patterns in the region, averaging 5-23 m/s in summer and 7-20 m/s in winter, complement the hydroelectric plant's seasonal fluctuations, ensuring more stable and predictable energy production throughout the year. This approach could be particularly beneficial in regions where water scarcity is a growing concern due to climate change, reducing the dependency on water reserves for electricity generation.

2. Synergy between Wind and Hydroelectric Power

The synergy between wind and hydroelectric power is one of the most significant findings of this study. Wind turbines perform well in regions with stable wind patterns, as in the hilly and mountainous terrain of the studied site. The wind turbine's energy production increases during periods when water resources are limited, and vice versa, allowing the system to balance seasonal deficiencies.

This complementarity is especially evident in the improved capacity factor of the hybrid system, which maintains a higher and more consistent energy output compared to the hydroelectric plant alone. Wind power helps to compensate for the reduced flow of water in the summer, while hydroelectricity can still play a stabilizing role during periods of low wind speeds. This dynamic interplay between the two energy sources can significantly reduce the risk of power shortages, particularly in agricultural regions where irrigation demands are high.

3. Challenges in Wind-Hydro Integration

Despite the clear benefits of integrating wind and hydroelectric power, there are several challenges that must be considered. First, the initial capital investment for wind turbine installation can be substantial, particularly when combined with the costs of integrating wind energy into the existing grid and control systems of the hydroelectric plant. While the payback period of approximately 8 years is financially acceptable, there may be hesitancy from investors and stakeholders, particularly in developing regions with limited infrastructure.

Moreover, there are technical challenges associated with balancing two distinct energy sources. The intermittent nature of wind energy requires careful management of the grid, particularly to ensure a reliable power supply during periods of low wind. This may necessitate the installation of advanced control systems and energy storage solutions, such as batteries, to smooth out fluctuations in energy output. Additionally, the physical integration of wind turbines in mountainous areas can present logistical challenges related to transportation, installation, and maintenance of the turbines.

4. Economic and Environmental Impact

From an economic standpoint, the hybrid system proves to be a cost-effective solution. The increased energy output from wind turbines helps to maximize the plant's operational efficiency, resulting in higher revenues and a reduction in the levelized cost of energy (LCOE). The positive financial return, demonstrated by a payback period of 8 years and an internal rate of return (IRR) of 12%, makes the investment attractive, particularly when considering the long-term operational savings from reduced reliance on non-renewable energy sources.

Environmentally, the hybrid system contributes to sustainable development by reducing carbon emissions and promoting the use of renewable energy. In regions where hydroelectric plants are a primary energy source, the addition of wind turbines can further reduce the need for fossil-fuel-based backup power generation, thus contributing to national and international climate goals. Moreover, by optimizing the use of wind energy, the system alleviates pressure on water resources, a critical consideration in areas prone to droughts or water shortages.

5. Global Implications and Potential Applications

The success of the hybrid model in this case study has broader implications for the global energy sector, especially in regions with similar geographic conditions. Countries with significant

agricultural activity and seasonal water demand can benefit from adopting wind-hydro hybrid systems, which would allow them to maintain a steady energy supply while minimizing the environmental impact of energy production.

In particular, developing countries with limited access to reliable electricity grids could benefit from this hybrid approach, reducing their dependence on expensive and environmentally harmful diesel generators. Furthermore, regions with abundant wind resources, such as coastal and mountainous areas, are prime candidates for this type of energy system, as they can leverage their natural resources to enhance energy security and independence.

6. Future Research and Optimization

While the current study provides valuable insights into the benefits of wind-hydro integration, future research should focus on optimizing the hybrid system further. This could include exploring advanced energy storage systems that could be paired with the hybrid model to address periods of low energy production from both sources. Additionally, advancements in wind turbine technology, such as the development of more efficient turbines for low-wind-speed environments, could further enhance the viability of these systems in regions with variable wind conditions.

Furthermore, a detailed environmental impact assessment is necessary to ensure that the installation of wind turbines does not have a negative effect on local ecosystems. Wind turbine placement in mountainous regions must carefully consider factors such as bird migration patterns, noise pollution, and the visual impact on the landscape.

7. Conclusion

In conclusion, this study shows that integrating wind energy into existing hydroelectric systems is a highly effective means of increasing energy output and improving the efficiency of power plants, especially in areas where seasonal variations in water usage for irrigation constrain hydroelectric production. Despite the challenges of capital costs and technical integration, the hybrid system offers substantial economic and environmental benefits. By leveraging the natural synergy between wind and hydropower, this approach presents a sustainable solution to the energy challenges faced by regions with both strong wind resources and variable water availability.

Conclusions:

This study demonstrates the significant potential of integrating wind energy into existing hydroelectric power plants to enhance overall energy production, particularly in regions where seasonal variations in water availability for power generation create operational inefficiencies. Using the case of a 750 kW hydroelectric power plant situated near a reservoir with a capacity of 33 million cubic meters, the analysis reveals several key conclusions:

1. **Hybrid System Efficiency:** By combining wind energy with hydropower, the hybrid system mitigates the seasonal drop in hydroelectric generation, particularly during the summer months when water is primarily used for irrigation. The inclusion of wind turbines capitalizes on the stable wind speeds in the area, with wind speeds averaging between 5-23 m/s in summer and 7-20 m/s in winter. This hybrid approach significantly improves the annual energy output and reduces the dependency on reservoir water levels.

2. **Increased Energy Output:** The integration of wind turbines into the hydroelectric system resulted in a substantial increase in total energy production. The hybrid system increased the monthly energy output during summer months by more than 50% compared to the hydroelectric plant alone, ensuring that energy demand is met even during peak irrigation periods. Winter months also saw a notable boost due to the consistent wind patterns, further stabilizing the energy supply throughout the year.

3. **Improved Capacity Factor:** The hybrid system demonstrated a higher capacity factor compared to the hydroelectric plant alone. The capacity factor of the hybrid system ranged from 0.60 to 0.80 in various months, while the standalone hydro plant's capacity factor fluctuated between 0.35 and 0.75. This increase reflects the hybrid system's improved ability to maintain a higher proportion of its rated output, even during periods when water flow is restricted.

4. **Economic Feasibility:** The economic analysis shows that the hybrid system is financially viable, with a payback period of approximately 8 years and an internal rate of return (IRR) of 12%. The initial capital investment for wind turbine installation is offset by the increased energy production and the resulting revenue. The hybrid system provides a cost-effective solution to address the seasonal limitations of hydroelectric power generation.

5. **Environmental Benefits:** In addition to improving energy production, the hybrid system contributes to environmental sustainability by reducing reliance on non-renewable energy sources and minimizing greenhouse gas emissions. The use of wind energy, a clean and renewable resource, enhances the overall environmental performance of the power plant.

6. **Sensitivity to Wind Speed Variations:** Sensitivity analysis shows that variations in wind speed significantly affect the total energy output of the hybrid system. However, due to the stable and strong wind patterns in the region, the system remains robust under various wind conditions, ensuring a reliable energy supply.

In conclusion, integrating wind energy into hydroelectric power plants located near reservoirs offers a practical and sustainable solution for increasing energy production and addressing the seasonal limitations of hydroelectric power. The hybrid system not only enhances energy output and operational efficiency but also contributes to the economic and environmental sustainability of the power generation facility. This approach can serve as a model for similar installations in regions with favorable wind conditions and fluctuating water availability.

References:

- [1]. Zahidov, R. (2019). *Energy Potential of Renewable Resources in Mountainous Regions of Central Asia*. Journal of Renewable Energy and Sustainable Development, 18(2), 67-82.
- [2]. Muhammadiyev, A. (2021). *Optimization of Hydro and Wind Energy Systems for Sustainable Irrigation*. Uzbekistan Water and Energy Review, 7(4), 32-44.
- [3]. Ackermann, T., & Soder, L. (2002). *Wind Power in Power Systems*. Wiley, Chichester, UK.
- [4]. Lund, H., & Mathiesen, B. V. (2009). *Energy System Analysis of 100% Renewable Energy Systems—The Case of Denmark in Years 2030 and 2050*. Energy, 34(5), 524-531.
- [5]. Chen, H., Cong, T. N., Yang, W., Tan, C., Li, Y., & Ding, Y. (2009). *Progress in Electrical Energy Storage System: A Critical Review*. Progress in Natural Science, 19(3), 291-312.
- [6]. Jacobson, M. Z., & Delucchi, M. A. (2011). *Providing All Global Energy with Wind, Water, and Solar Power*. Energy Policy, 39(3), 1154-1169.
- [7]. International Energy Agency (IEA). (2021). *World Energy Outlook 2021*. International Energy Agency, Paris.
- [8]. Bhattacharya, S. C., & Jana, C. (2009). *Renewable Energy in India: Historical Developments and Prospects*. Energy, 34(8), 981-991.
- [9]. Krohn, S., Morthorst, P. E., & Awerbuch, S. (2010). *The Economics of Wind Energy: A Report by the European Wind Energy Association*. European Wind Energy Association.

УДК 519.71

КВАНТОВЫЕ МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Д.Т. Мухамедиева¹, М.Х. Раупова², Д.Д. Васиева³

¹Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства,
dilnoz134@rambler.ru тел: 99 831 12 58

²Чирчикский государственный педагогический университет, r.mokhinur@gmail.com тел: 90 336 37 11

³Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства,
Vasiyevadilfuza1997@gmail.com тел: 90 901 06 97

(Получена 26.06.2024 г.)

Аннотация. В работе рассматривается применение квантовых алгоритмов для оптимизации энергетических систем, сфокусированное на решении задачи маршрутизации в контексте энергетики. Предлагается квантовый подход, использующий принципы суперпозиции и инверсии относительно среднего для эффективного поиска оптимальных энергетических

маршрутов. Проведены исследования по разработке специального квантового оракула для представления структуры энергетических сетей и энергетических потоков между узлами. Применение инверсии относительно среднего обеспечивает эффективное сближение к оптимальным решениям в пространстве возможных маршрутов. Реализован квантовый алгоритм в виде квантовой схемы, визуализированы результаты и предоставлен анализ оптимальных энергетических маршрутов. Работа представляет собой важный шаг в развитии квантовых методов оптимизации для решения сложных задач в области энергетики и может иметь перспективы в практическом применении в будущем.

Ключевые слова: квантовые методы, оптимизация, энергетическая система, алгоритм Гровера, функция oracle.

Abstract. The paper examines the application of quantum algorithms to optimize energy systems, focusing on solving the routing problem in the context of energy. A quantum approach is proposed that uses the principles of superposition and inversion with respect to the mean to effectively search for optimal energy routes. Research has been carried out to develop a special quantum oracle to represent the structure of energy networks and energy flows between nodes. The use of inversion relative to the mean provides effective convergence to optimal solutions in the space of possible routes. The quantum algorithm is implemented in the form of a quantum circuit, the results are visualized and an analysis of optimal energy routes is provided. The work represents an important step in the development of quantum optimization methods for solving complex problems in the field of energy and may have prospects for practical application in the future.

Keywords: quantum methods, optimization, energetic system, Grover's algorithm, oracle function.

Annotatsiya. Maqolada energiya kontekstida marshrutlash muammosini hal qilishga qaratilgan energiya tizimlarini optimallashtirish uchun kvant algoritmlarini qo'llash o'rganilgan. Optimal energiya yo'llarini samarali izlash uchun o'rtachaga nisbatan superpozitsiya va inversiya tamoyillaridan foydalanadigan kvant yondashuvi taklif etilgan. Energiya tarmoqlari strukturasi va tugunlar orasidagi energiya oqimlarini ifodalovchi maxsus kvant orakulini yaratish bo'yicha tadqiqotlar olib borilgan. O'rtachaga nisbatan inversiyadan foydalanish mumkin bo'lgan marshrutlar fazosida optimal yechimlarga samarali yaqinlashishni ta'minlaydi. Kvant algoritmi kvant sxemasi shaklida amalga tasvirlangan, natijalar keltirilib va optimal energiya yo'nalishlarining tahlili taqdim etilgan. Ish energetika sohasidagi murakkab muammolarni hal qilish uchun kvant optimallashtirish usullarini ishlab chiqishda muhim qadam bo'lib, kelajakda amaliy qo'llash istiqbollari ega.

Tayanch so'zlar: kvant usullari, optimallashtirish, energetik tizim, Grover algoritmi, oracle funksiyasi.

1. Введение. Проблемы в области энергетики требуют разработки инновационных подходов для оптимизации структуры и управления энергетическими системами. В свете этого, квантовые вычисления предоставляют новые перспективы для решения сложных задач оптимизации, включая задачу маршрутизации в энергетическом контексте, которая означает поиск оптимального пути для передачи энергии между узлами сети с минимизацией затрат. В классическом подходе эта задача является NP-полной, что ограничивает эффективность классических методов оптимизации. Квантовый алгоритм оптимизации, предложенный в данной работе, основан на использовании принципов квантовой суперпозиции и инверсии относительно среднего. Мы разрабатываем квантовый оракул для представления структуры энергетических сетей, что позволяет эффективно выделять оптимальные энергетические маршруты. Цель исследования - предложить и реализовать квантовый алгоритм, способный эффективно решать задачу маршрутизации в энергетическом контексте. Мы надеемся, что разработка и анализ квантового метода оптимизации могут привести к новым практическим решениям в сфере энергетики, обеспечивая устойчивость и эффективность в управлении энергетическими системами [1-3].

В данной работе представлена математическая модель, адаптированная для квантового алгоритма, предназначенного для эффективного анализа и оптимизации схемных

решений в энергетической сфере. Эта модель учитывает различные аспекты энергетических систем, включая стоимость, потребление первичных энергоресурсов и экологические показатели, и обладает потенциалом значительного ускорения вычислений благодаря использованию квантовых принципов. Для численного анализа и оптимизации схемных решений в квантовом контексте разработан квантовый алгоритм, способный обрабатывать задачи с большими объемами данных и учитывать изменения в нагрузках потребителя. Программное обеспечение, разработанное в рамках исследования, основывается на принципах квантовых вычислений и может эффективно решать оптимизационные задачи, используя квантовые суперпозиции состояний. Для минимизации целевой функции, коэффициенты которой зависят от выбранного критерия оптимизации, предложен квантовый итерационный процесс. Этот процесс включает в себя квантовую процедуру, использующую квантовые вентили и квантовые биты, что позволяет выполнять вычисления параллельно и эффективно использовать квантовые преимущества. Предложенная методология, основанная на квантовых принципах, и программное обеспечение могут стать ключевыми инструментами для принятия обоснованных решений в области энергетической оптимизации, открывая новые возможности для более быстрого и эффективного анализа и оптимизации сложных энергетических систем [4-5].

2. Методы. Рассмотрим оптимизационную задачу для эффективного управления передачей энергии между различными узлами энергетической сети. Каждый узел представляет собой энергетический объект, такой как электростанция, подстанция или потребитель энергии. Узел может потреблять или генерировать определенное количество энергии. Это может быть представлено как генерация или потребление. Каждый узел может иметь определенный запас энергии, который представляет собой начальное количество энергии, доступное в узле. Расстояния между узлами отражают стоимость передачи энергии между ними, которая может зависеть от физического расстояния, характеристик линий передачи, или других параметров. Задача состоит в оптимизации маршрута передачи энергии таким образом, чтобы минимизировать общую стоимость передачи, удовлетворяя при этом энергетическим требованиям каждого узла [6-7].

Для построения модели использованы следующие переменные:

x_{ij} - бинарная переменная, равная 1, если существует энергетический путь (линия передачи) между узлами i и j , и 0 в противном случае.

p_i - мощность, потребляемая (если $p_i < 0$) или генерируемая (если $p_i > 0$) узлом i .

u_i - переменная, представляющая порядковый номер узла i .

c_{ij} - стоимость передачи энергии между узлами i и j .

s_i - запас энергии узла i

Целевой функцией является минимизация общей стоимости маршрута:

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1, j \neq i}^N c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min,$$

при следующих ограничениях:

Каждая линия передачи должна быть использована ровно один раз:

$$\sum_{j=1, j \neq i}^N x_{ij} = 1, \quad \forall i \in \{1, 2, \dots, N\}.$$

Каждая линия передачи должна быть использована ровно один раз на выходе из узла:

$$\sum_{i=1, i \neq j}^N x_{ij} = 1, \quad \forall j \in \{1, 2, \dots, N\}.$$

Исключение подциклов:

$$u_i - u_j + Nx_{ij} \leq N - 1, \quad \forall i, j \in \{2, 3, \dots, N\}, i \neq j.$$

Если узел i связан с узлом j (т.е., $x_{ij} = 1$), то переменные u_i и u_j должны быть различными. Это условие предотвращает образование циклов меньшего размера и обеспечивает, что маршрут будет представлять собой полный цикл по всем узлам [8-9].

Уравнения для баланса энергии в каждом узле [10-11]:

$$\sum_{j=1, j \neq i}^N p_j x_{ij} - \sum_{j=1, j \neq i}^N p_i x_{ij} = s_i, \quad \forall i \in \{1, 2, \dots, N\}.$$

Эта модель представляет собой комбинацию задачи маршрутизации и оптимизации энергетической системы.

Предложен алгоритм Гровера для решения задачи маршрутизации [10-12].

Функция oracle создает матрицу оракула для заданного маршрута и координат узлов. Матрица оракула используется в алгоритме Гровера для выделения правильного решения, то есть маршрута с минимальной общей длиной.

Предположим, у нас есть N узлов, которая представляется как узел графа, а ребра графа представляют расстояние между узлами. Пусть D - матрица расстояний между энергетическими узлами, где d_{ij} - расстояние между узлами i и j .

Матрица оракула O строится следующим образом [13-14]:

$$O_{ij} = \begin{cases} -1, & \text{если } j \text{ является битом } i \text{ в двоичной записи, и } j \text{ встречается в маршруте,} \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases}$$

где i и j принимают значения от 0 до $2^N - 1$ (включительно). Таким образом, оракул помечает все битовые строки, которые представляют неправильные маршруты, -1, и оставляет правильный маршрут без изменений (0).

Также важно учесть, что для правильной работы алгоритма Гровера матрица оракула должна быть нормализованной (все значения в матрице должны быть в интервале от -1 до 1). Нормализация обычно производится путем деления каждого элемента матрицы на корень из общего числа элементов в матрице. Таким образом, матрица оракула для задачи маршрутизации имеет следующий вид:

$$U_{oracle} = \frac{1}{\sqrt{2^N}} \begin{bmatrix} -1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & -1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix},$$

где количество строк и столбцов равно 2^{N-1} .

Следующим шагом является применение матрицы оракула к квантовому состоянию [15].

Пусть Ψ - вектор-столбец квантового состояния (амплитуды вероятностей), а U_{oracle} - матрица оракула.

Тогда операция применения оракула к состоянию записывается как:

$$\Psi_{oracle} = U_{oracle} \Psi,$$

где Ψ_{oracle} - новый вектор-столбец квантового состояния после применения оракула.

Если U_{oracle} - нормализованная матрица оракула (все значения в интервале от -1 до 1), то применение оракула может быть записано как:

$$\psi_{oracle} = \frac{1}{\sqrt{2^N}} U_{oracle} \psi,$$

где $\sqrt{2^N}$ - нормализующий множитель для сохранения нормы состояния.

В контексте алгоритма Гровера, этот процесс применяется итеративно, что усиливает амплитуды вероятностей правильных состояний.

Следующий шаг применение инверсии относительно среднего на квантовом состоянии выполняется следующим образом.

Пусть ψ - вектор-столбец квантового состояния, и $\bar{\psi}_{oracle}$ - среднее значение амплитуд этого состояния. Среднее значение вычисляется как:

$$\bar{\psi}_{oracle} = \frac{1}{2^N} \sum_{i=0}^{2^N-1} \psi_{ioracle},$$

где N - количество кубитов в системе.

Операция инверсии относительно среднего затем применяется следующим образом:

$$\psi_{inversion} = U_{inversion} \psi_{oracle} = 2\bar{\psi}_{oracle} - \psi_{oracle},$$

где $\psi_{inversion}$ - новый вектор-столбец квантового состояния после инверсии относительно среднего.

Эта операция играет ключевую роль в алгоритме Гровера, где она увеличивает амплитуды вероятностей правильных состояний.

Следующим этапом является генерация случайного начального маршрута. Для этого использован генетический алгоритм, который генерирует случайный начальный маршрут, перемешивая индексы узлов.

Генетический алгоритм для генерации случайных начальных маршрутов в контексте задачи маршрутизации может быть представлен следующим образом:

Пусть N - количество узлов. Генетический алгоритм создает популяцию случайных маршрутов, где каждый маршрут представляет собой перестановку узлов.

Для инициализации популяции случайным образом создаются начальные маршруты в виде перестановок узлов.

$$Pop = \{R_1, R_2, \dots, R_{pop_size}\},$$

где R_i представляет собой случайный маршрут.

Для каждого маршрута в популяции рассчитывается его приспособленность. Приспособленность может быть определена как обратное значение общего расстояния маршрута. Таким образом, маршруты с меньшим общим расстоянием будут иметь более высокую приспособленность. Затем из популяции выбираются маршруты для создания нового поколения. Вероятность выбора маршрута пропорциональна его приспособленности. Следующим шагом является скрещивание. Пары родителей выбранных маршрутов скрещиваются, чтобы создать новых потомков. Различные методы кроссовера могут использоваться, например, одноточечный кроссовер или многоточечный кроссовер. Затем производится мутация. Некоторые гены в потомстве случайным образом изменяются с небольшой вероятностью, чтобы внести разнообразие в популяцию. Новое поколение формируется путем объединения родителей и потомства, затем отбираются наилучшие маршруты.

Следующим шагом является применение алгоритм Гровера. Алгоритм итеративно применяет операции оракула и инверсии относительно среднего.

$$\psi_{final} = U_{inversion} U_{oracle} \psi_i.$$

Затем вычисляются вероятности различных маршрутов на основе конечного квантового состояния. Обозначим конечное квантовое состояние после применения алгоритма Гровера как ψ_{final} . Вероятность измерения каждого состояния в этом финальном состоянии можно вычислить, возведя в квадрат амплитуду этого состояния.

Если N - количество кубитов в системе, и ψ_{final} - это вектор состояния, то вероятность P_i измерения состояния i можно выразить следующим образом:

$$P_i = |\psi_{final_i}|^2.$$

Здесь ψ_{final_i} - компонента вектора состояния ψ_{final} для состояния i . Это число, которое можно получить из конечного квантового состояния после алгоритма Гровера. Важно отметить, что индексы i представляют битовые строки, представляющие возможные перестановки маршрута в задаче маршрутизации.

3. Результаты. Использование квантовых схем в оптимизации энергетических систем представляет собой инновационный подход к решению сложных задач. Квантовые схемы обладают уникальными свойствами, такими как параллелизм, интерференция и квантовые ворота, что делает их мощным инструментом для эффективного и точного решения оптимизационных задач в энергетике. Квантовые схемы для оптимизации энергетических систем включают в себя квантовые ворота, квантовые перестановки и алгоритмы Гровера. Квантовые перестановки могут быть использованы для представления возможных маршрутов или конфигураций системы. Вероятностные оракульные операции, представляющие матрицу оракула для задачи коммивояжера в энергетике, могут быть реализованы с использованием квантовых ворот. Например, операция Permutation может быть представлена с использованием квантовых перестановок. Операции оракула и инверсии среднего значения могут быть применены к квантовым состояниям, представляющим различные маршруты или конфигурации энергетической системы. Применение этих операций итеративно помогает сблизиться с оптимальным решением. Визуализированы квантовые схемы и результаты квантовых вычислений (рис1-5). Визуализация помогает понять структуру схемы, последовательность операций и их воздействие на квантовые состояния.

Квантовый алгоритм успешно оптимизировал маршрут для заданной энергетической системы. Полученный маршрут представляет собой решение задачи маршрутизации, учитывая специфику энергетических узлов и расстояний между ними. Итеративное применение операций оракула и инверсии относительно среднего с использованием квантового алгоритма позволило эффективно исследовать пространство возможных маршрутов и сходиться к оптимальному решению. При этом, генетический алгоритм успешно использовался для генерации случайных начальных маршрутов, предоставляя отправную точку для оптимизации и дополняя квантовый алгоритм. Модель учитывает различные критерии оптимизации, такие как стоимость, потребление первичных энергоресурсов и экологические параметры. Квантовый алгоритм итеративно находит баланс между этими критериями, позволяя принимать обоснованные решения в контексте энергетической системы. Применение квантового алгоритма для задач оптимизации в

энергетике предоставляет потенциальные выигрыши в эффективности использования энергоресурсов, сокращении затрат и улучшении экологических показателей.

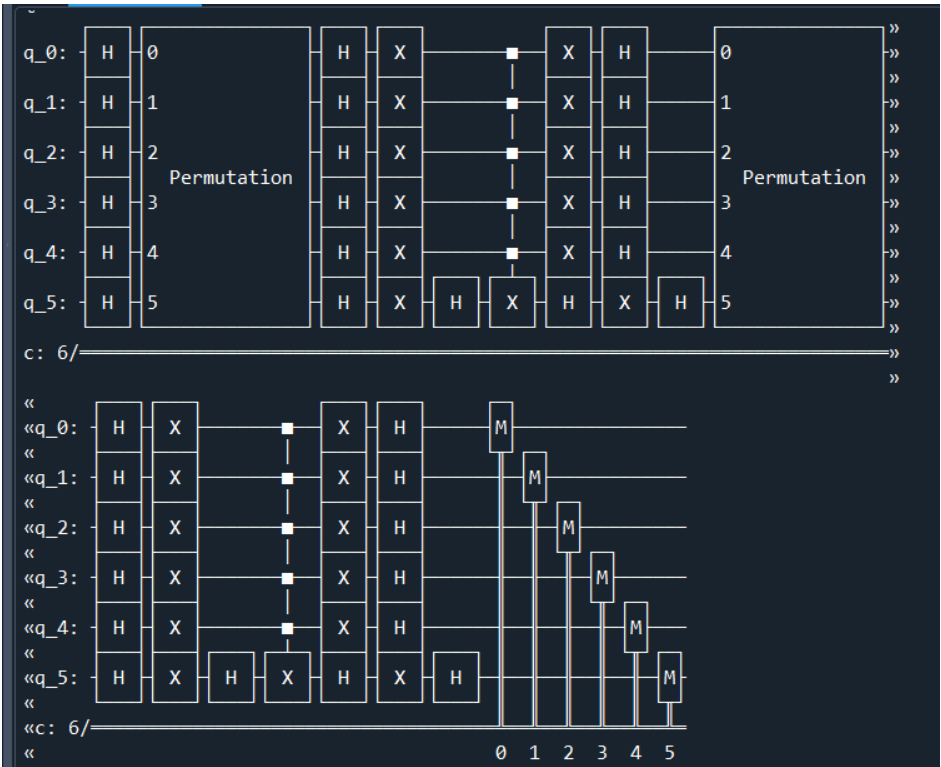


Рис.1. Квантовые схемы 5 узлов.

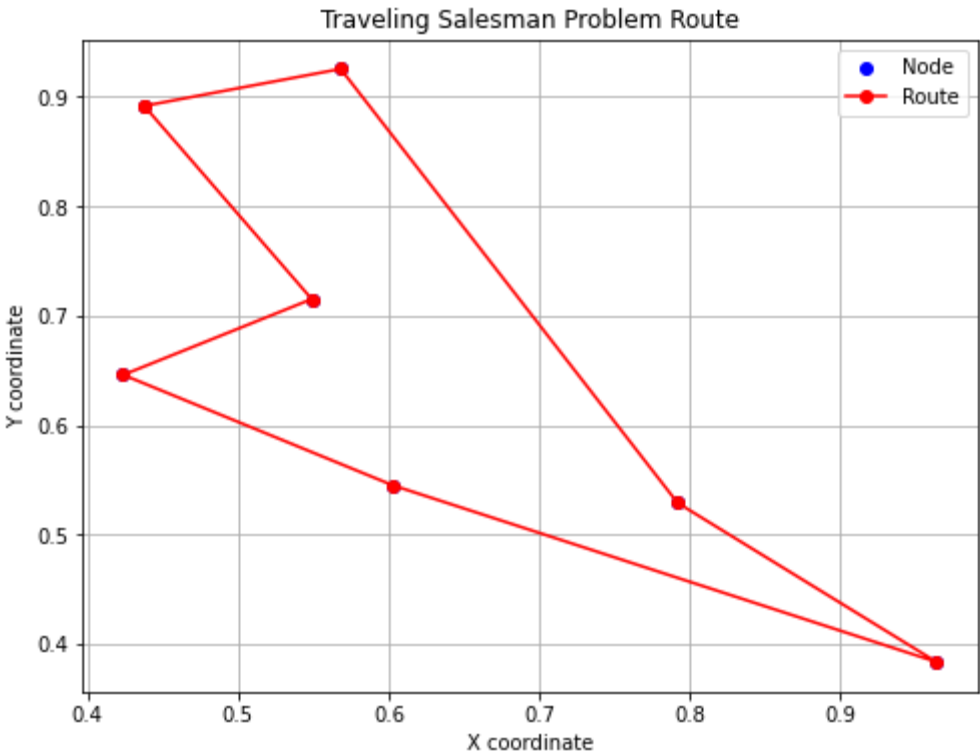


Рис.2. Решение задачи маршрутизации для 7 узлов.

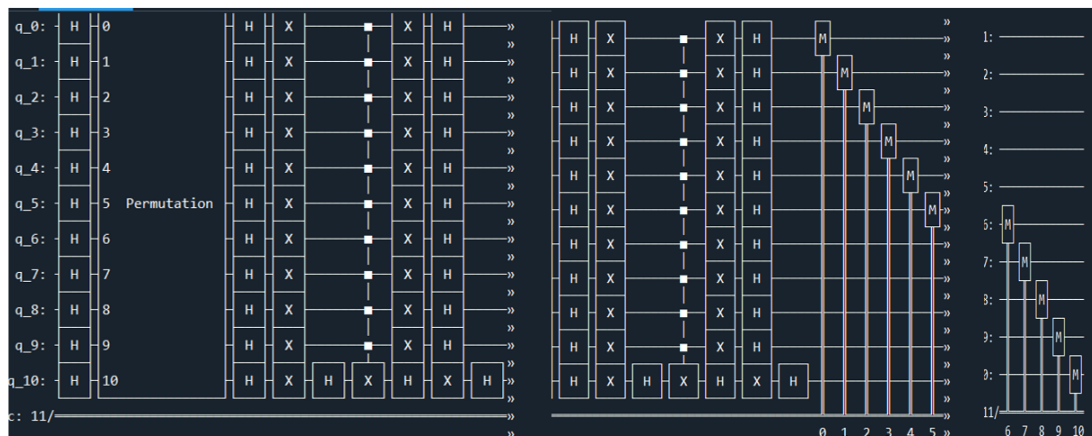


Рис.3. Квантовые схемы 10 узлов.

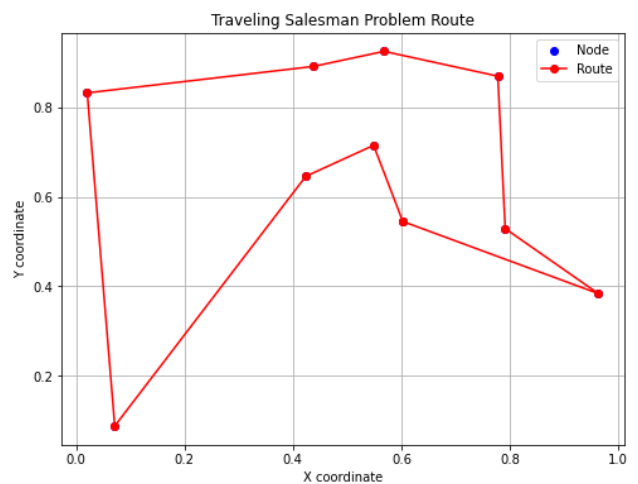
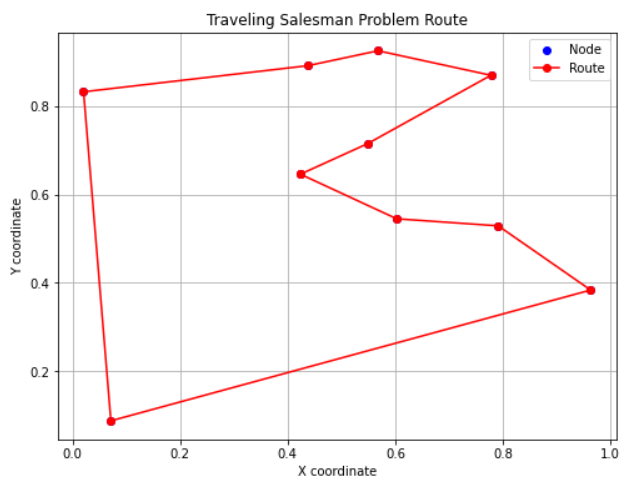


Рис.4. Решение задачи маршрутизации для 10 узлов.

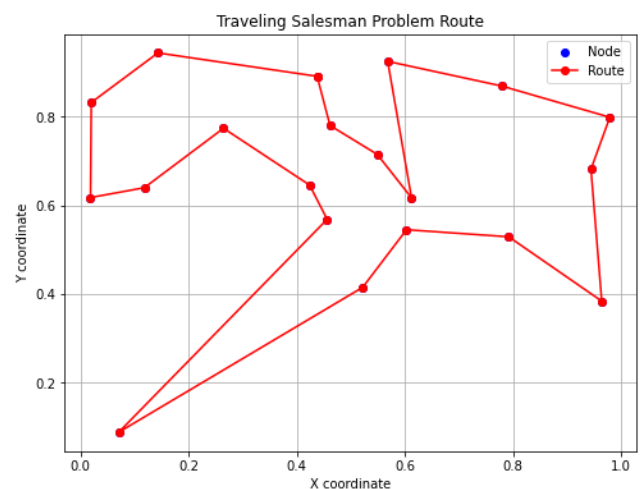
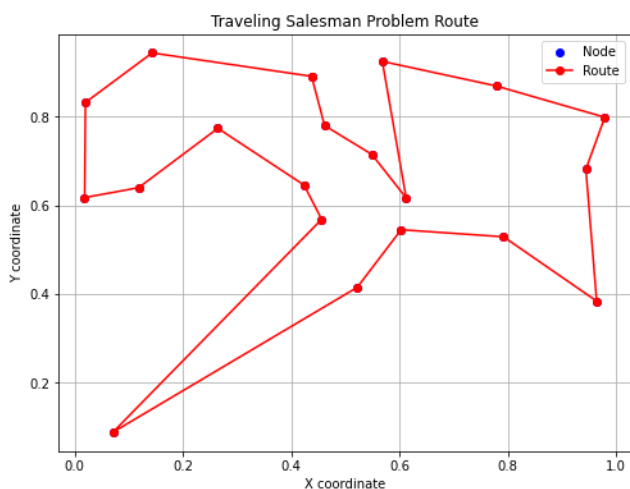


Рис.5. Решение задачи маршрутизации для 20 узлов.

Алгоритм Гровера предназначен для использования на квантовых компьютерах и может не обеспечивать существенного преимущества по сравнению с классическими алгоритмами для небольших экземпляров задачи маршрутизации.

4. Заключение. В ходе разработки и исследования квантового алгоритма оптимизации для решения задачи коммивояжера в энергетической системе была разработана математическая модель обобщенной схемы энергокомплекса, которая учитывает особенности энергетических сетей, определяя узлы и расстояния между ними в контексте энергетической системы. Применен квантовый алгоритм Гровера для оптимизации задачи маршрутизации в энергетике. Алгоритм итеративно применяет операции оракула и инверсии относительно среднего к квантовому состоянию, эффективно исследуя пространство возможных маршрутов. Реализован генетический алгоритм для генерации случайных начальных маршрутов, что представляет собой важный этап для итерационного улучшения маршрута в контексте задачи коммивояжера. Произведена оптимизация структуры энергетической сети с использованием квантового алгоритма, что может привести к улучшению эффективности использования энергоресурсов, снижению стоимости и учету экологических критериев. Введены математические условия, такие как "Исключение подциклов", которые гарантируют корректность решения задачи коммивояжера и отсутствие циклов меньшего размера. В целом, предложенный квантовый алгоритм представляет собой перспективное решение для оптимизации задачи коммивояжера в энергетике, обеспечивая эффективное использование ресурсов и учет экологических аспектов. Дальнейшие исследования могут включать в себя расширение модели, более сложные сценарии и учет дополнительных критериев оптимизации.

Список литературы

- [1] E. Farhi and A. W. Harrow, Quantum supremacy through the quantum approximate optimization algorithm, arXiv preprint arXiv:1602.07674 (2016).
- [2] D. Guery-Odelin, A. Ruschhaupt, A. Kiely, E. Torrontegui, S. Mart'inez-Garaot, and J. G. Muga, Shortcuts to adiabaticity: Concepts, methods, and applications, Reviews of Modern Physics 91, 045001 (2019).
- [3] E. Torrontegui, S. Ibanez, S. Mart'inez-Garaot, M. Modugno, A. del Campo, D. Guery-Odelin, A. Ruschhaupt, X. Chen, and J. G. Muga, Shortcuts to adiabaticity, Advances in atomic, molecular, and optical physics 62, 117 (2013).
- [4] X. Chen, A. Ruschhaupt, S. Schmidt, A. del Campo, D. Guery-Odelin, and J. G. Muga, Fast optimal frictionless atom cooling in harmonic traps: Shortcut to adiabaticity, Physical Review Letters 104, 063002 (2010).
- [5] X. Chen, E. Torrontegui, and J. G. Muga, Lewis-riesenfeld invariants and transitionless quantum driving, Physical Review A 83, 062116 (2011).
- [6] L. Zhu, H. L. Tang, G. S. Barron, F. Calderon-Vargas, N. J. Mayhall, E. Barnes, and S. E. Economou, An adaptive quantum approximate optimization algorithm for solving combinatorial problems on a quantum computer, arXiv preprint arXiv:2005.10258 (2020).
- [7] S. Masuda and K. Nakamura, Fast-forward of adiabatic dynamics in quantum mechanics, Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences 466, 1135 (2010).
- [8] M. Demirplak and S. A. Rice, Adiabatic population transfer with control fields, The Journal of Physical Chemistry A 107, 9937 (2003).
- [9] J. Weidenfeller, L. C. Valor, J. Gacon, C. Tornow, L. Bello, S. Woerner, and D. J. Egger, Scaling of the quantum approximate optimization algorithm on superconducting qubit based hardware, arXiv preprint arXiv:2202.03459 (2022).
- [10] M. V. Berry, Transitionless quantum driving, Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical 42, 365303 (2009).
- [11] A. del Campo, Shortcuts to adiabaticity by counterdiabatic driving, Physical Review Letters 111, 100502 (2013).
- [12] K. Takahashi, Hamiltonian engineering for adiabatic quantum computation: Lessons from shortcuts to adiabaticity, Journal of the Physical Society of Japan 88, 061002 (2019).
- [13] S. Hadfield, Z. Wang, B. O'Gorman, E. G. Rieffel, D. Venturelli, and R. Biswas, From the quantum approximate optimization algorithm to a quantum alternating operator ansatz, Algorithms 12 (2019).
- [14] D. Headley, T. Muller, A. Martin, E. Solano, M. Sanz, and F. K. Wilhelm, Approximating the quantum approximate optimisation algorithm, arXiv preprint arXiv:2002.12215 (2020).
- [15] N. Killoran, T. R. Bromley, J. M. Arrazola, M. Schuld, N. Quesada, and S. Lloyd, Continuous-variable quantum neural networks, Physical Review Research 1, 033063 (2019).

УДК 519.71

**РАЗРАБОТКА НЕЧЕТКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ
КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА, ОСНОВАННАЯ НА ЭКСПЕРТНОЙ БАЗЫ
ЗНАНИЙ**

Л.У. Сафарова

*Самаркандский государственный университет ветеринарной медицины, животноводства и
биотехнологии*

*140103, Узбекистан, г. Самарканд, ул. Мирзо Улугбека, 77, lola.safarova.81@inbox.ru
(Получена 21.05.2024 г.)*

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi bilimlar bazasini kengaytirish asosida qoramollar kasalliklarini tashxislashning noravshan algoritmini ishlab chiqishdan iborat. Ushbu maqsadga erishish uchun qoramollarning kasalligini baholashning matematik usullari va tasniflash masalalarini hal qilishda yumshoq hisoblash usullaridan foydalanish tahlili o'tkazildi. Ushbu tadqiqotning ilmiy yangiligi qoramollar kasalliklarini tashxislashning va tasniflash masalalarini noravshan to'plamlar va noravshan usullar asosida yechish uchun kengaytirilgan bilimlar bazasidan foydalangan holda noravshan algoritmi takomillashtirishdir. Sugeno noravshan xulosasiga asoslangan qoramol kasalliklarini tashxislash uchun takomillashtirilgan algoritm va modellar ham ishlab chiqilgan. Qoramollar kasalliklarini tashxislash uchun dastur ishlab chiqilgan bo'lib, u ma'lumotlarni o'rgatish, model yaratish va natijalarni vizuallashtirish, dasturdan foydalanishning barcha bosqichlarida tashxisning ishonchliligi va aniqligini ta'minlash imkonini beradi. Dasturiy ta'minot to'plamining afzalligi - foydalanish qulayligi, chunki u foydalanuvchidan kompyuterning tuzilishi va operatsion tizimi haqida chuqur bilimga ega bo'lishni talab qilmaydi.

Tayanch so'zlar: noravshan to'plam, ekspert tizimlar, bilimlar bazasi, Sugeno, osteodistrofiya, ketoz, gipomikroelementoz.

Аннотация. Основной целью данного исследования является разработка нечеткого алгоритма для диагностики заболеваний крупного рогатого скота, основанной на расширении базы знаний. Для достижения этой цели был проведен анализ математических методов оценки состояния крупного рогатого скота и использование мягких вычислительных методов для решения задач классификации. Научная новизна данного исследования заключается в усовершенствовании алгоритма построения нечеткого алгоритма с использованием расширенной базы знаний по диагностике заболеваний крупного рогатого скота и решения задач классификации на основе нечетких множеств и нечетких методов. Также были разработаны улучшенные алгоритмы и модели для диагностики заболеваний крупного рогатого скота на основе нечеткого вывода Сугено. Разработана программа для диагностики заболеваний крупного рогатого скота, которая позволяет обучение данных, создание модели и визуализацию результатов, обеспечивая надежность и точность диагностики на всех этапах использования программы. Преимущество программного комплекса заключается в его удобстве использования, так как он не требует от пользователя глубоких знаний о структуре и операционной системе компьютера.

Ключевые слова: нечеткое множество, экспертные системы, база знаний, Сугено, остеодистрофия, вторичное остеодистрофия, кетоз, гипомикроэлементоз.

Abstract. The main goal of this study is to develop a fuzzy algorithm for diagnosing diseases in cattle, based on expanding the knowledge base. To achieve this goal, an analysis was carried out of mathematical methods for assessing the condition of cattle and the use of soft computational methods to solve classification problems. The scientific novelty of this research lies in the improvement of the algorithm for constructing a fuzzy algorithm using an expanded knowledge base for diagnosing diseases in cattle and solving classification problems based on fuzzy sets and fuzzy methods. Improved algorithms and models have also been developed for diagnosing cattle diseases based on Sugeno fuzzy inference. A program has been developed for diagnosing diseases in cattle, which allows for data training, model creation and visualization of results, ensuring reliability and accuracy of diagnosis at all stages of using the program. The advantage of the software package is its ease of use, since it does not require the user to have in-depth knowledge of the structure and operating system of the computer.

Key words: fuzzy set, expert systems, knowledge base, Sugeno, osteodystrophy, secondary osteodystrophy, ketosis, hypomicroelementosis.

Введение. В научных исследованиях в области математического моделирования, акцент сделан на использовании нечеткой логики и, конкретно, на нейтрософских нечетких множествах для усовершенствования, создания и разработки компьютерных систем диагностики. Эти системы направлены на раннее выявление видов заболеваний и их причин в ветеринарной медицине, а также на улучшение методов лечения. В связи с этим ключевой задачей становится построение моделей для диагностики болезней животных, основанных на нечеткой логике и нейтрософских нечетких множествах, а также разработка алгоритмов и программ для прогнозирования и выявления заболеваний крупного рогатого скота.

В нашей республике придается особое значение интеграции информационных и коммуникационных технологий в сферу ветеринарии и животноводства. Это включает координацию работ по селекции и разработке целевых государственных программ в этих областях.

Несмотря на наличие обширной литературы, описывающей распространенность, причины, особенности развития, клинические признаки, методики диагностики, лечения и групповой профилактики таких болезней, как вторичная остеодистрофия, остеодистрофия, микроэлементоз и кетоз у крупного рогатого скота, но в случае черно-пестрых коров, разводимых в новых хозяйствах за рубежом, эти заболевания, связанные с нарушением обмена веществ, могут быть классифицированы следующим образом:

- a) Расстройство обмена углеводов, жиров и белков.
- b) Нарушение минерального обмена, включая алиментарную, энзоотическую и вторичную остеодистрофию.
- c) Болезни, связанные с недостатком или избытком микроэлементов, такие как гипокобальтоз, гипокупроз, кариес, флюороз, дефицит цинка и марганца, а также избыток бария, молибдена и селена.
- d) Недостаток или авитаминозы, в которых преобладают нарушения обмена витаминами. Например, недостаток белка, кальция, железа, каротина и микроэлементов (йода, кобальта, меди, цинка) в рационе коров зимой, низкое соотношение сахара и белка (0,32: 0,4: 1), и отсутствие активного материала, секретируемого белком, могут вызвать нарушения витаминно-минерального обмена [1-3].

2. Методы и модели. При создании математических моделей, исследователям часто приходится сталкиваться с проблемой моделирования сложных процессов, которые характеризуются разными типами неопределенностей. В таких случаях исследователи вынуждены выбирать между двумя альтернативами: либо игнорировать влияние неопределенностей, что может привести к утрате информации и ухудшению соответствия модели реальному процессу, либо усложнять математические модели. На практике часто возникают ситуации, когда данные не соответствуют предположениям, лежащим в основе классических методов.

Мягкие вычисления предоставляют исследователям возможность решения подобных проблем. Компоненты мягких вычислений, такие как нечеткие вычисления, нейронные сети и эволюционные вычисления, могут применяться как самостоятельные инструменты. В результате таких исследований возникают проблемы как в модельных задачах в области ветеринарии, так и в решении реальных жизненных задач, включая диагностику на основе экспертных данных ветеринарных специалистов. Решение этих задач характеризуется недостаточностью числовых вычислений и неполнотой важной информации о условиях задачи. Мягкие вычисления помогают справиться с этими сложностями, учитывая неопределенность и неполноту данных при принятии решений.

Для построения модели диагностирования болезней крупного рогатого скота от экспертов получена выборка (X_r, y_r) , $r = \overline{1, M}$, где $X_r = (x_{r,1}, x_{r,2}, \dots, x_{r,n})$ - входной вектор r -пары и y_r - соответствующий вектор выхода.

Нашей задачей является построение нечеткой модели следующим образом:

$$\bigcup_{p=1}^{k_j} \left(\bigcap_{i=1}^n x_i = a_{i,jp} - w_{jp} \text{ с весом} \right) \rightarrow y_j = b_{j,0} + b_{j,1}x_1 + \dots + b_{j,n}x_n + b_{j,n+1}x_1^2 + \dots + b_{j,2n}x_n^2 + \dots + b_{j,n+l-1}x_1^l + \dots + b_{j,ln}x_n^l. \quad (1)$$

При построении этой модели, если $l=0$, случай рассматривается как модель формы Сингилтона [4-5]. Линейная модель в представлении Сугено, состоящая из выводов нечетких правил в случае $l=1$, изучена в работах [6-7]. Случай с $l=2$ рассмотрен в работе [6].

В процессе построения модели необходимо найти значения коэффициентов нечетких правила вывода так

$$B = (b_{1,0}, b_{2,0}, \dots, b_{m,0}, b_{1,1}, b_{2,1}, \dots, b_{m,1}, \dots, b_{1,n}, b_{2,n}, \dots, b_{m,n}, \dots, b_{1,ln}, b_{2,ln}, \dots, b_{m,ln}),$$

$$i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}$$

и минимизировать следующую функцию:

$$\sum_{r=1, M} (y_r - y_r^f)^2 \rightarrow \min, \quad (2)$$

где y_r^f - выход входных данных в r -строке выборки (X_r) в нечёткой базе знаний - b -параметром.

Решение задачи (1) соответствует решению следующего уравнения $Y = A \cdot B$,

где

$$A = \begin{bmatrix} \beta_{1,1}, \dots, \beta_{1,m}, & x_{1,1} \cdot \beta_{1,1}, \dots, x_{1,1} \cdot \beta_{1,m}, & \dots, & x_{1,n} \cdot \beta_{1,1}, \dots, x_{1,n} \cdot \beta_{1,m} \\ \cdot \beta_{1,1}, \dots, x_{1,n} \cdot \beta_{1,m}, & x_{1,1}^l \cdot \beta_{1,1}, \dots, x_{1,1}^l \cdot \beta_{1,m}, & \dots, & x_{1,n}^l \cdot \beta_{1,1}, \dots, x_{1,n}^l \cdot \beta_{1,m} \\ \vdots & & & \\ \beta_{M,1}, \dots, \beta_{M,m}, & x_{M,1} \cdot \beta_{M,1}, \dots, x_{M,1} \cdot \beta_{M,m}, & \dots, & x_{M,n} \cdot \beta_{M,1}, \dots, x_{M,n} \cdot \beta_{M,m} \\ \cdot \beta_{M,1}, \dots, x_{M,n} \cdot \beta_{M,m}, & x_{M,1}^l \cdot \beta_{M,1}, \dots, x_{M,1}^l \cdot \beta_{M,m}, & \dots, & x_{M,n}^l \cdot \beta_{M,1}, \dots, x_{M,n}^l \cdot \beta_{M,m} \end{bmatrix},$$

$$\beta_{j,r} = \frac{\mu_{f_j}(X_r) \cdot f_j}{\sum_{k=1}^m \mu_{f_j}(X_r)}$$

в дискретном случае

, а в непрерывном случи

$$\beta_{j,r} = \frac{\mu_f(X_r) \cdot f_j}{\int_{f_-}^{f_+} \mu_f(X_r) df}$$

$$f_j = b_{j,0} + b_{j,1}x_{r,1} + b_{j,2}x_{r,2} + \dots + b_{j,n}x_{r,n} + b_{j,n+1}x_{r,1}^2 + b_{j,n+2}x_{r,2}^2 + \dots + b_{j,2n}x_{r,n}^2 + \dots + b_{j,n+l-1}x_{r,1}^l + b_{j,n+l}x_{r,2}^l + \dots + b_{j,ln}x_{r,n}^l + \dots - \text{выход } j - \text{ правила},$$

$\mu_{f_j}(x_r)$ -функция принадлежности, соответствующая каждому экспериментальным данным по каждому случаю:

$$\begin{aligned} \mu_{f_j}(X_r) &= \mu_{j,1}(x_{r,1}) \cdot \mu_{j,1}(x_{r,2}) \cdot \mu_{j,1}(x_{r,3}) \cdot \dots \cdot \mu_{j,1}(x_{r,l_n}) \vee \\ &\vee \mu_{j,2}(x_{r,1}) \cdot \mu_{j,2}(x_{r,2}) \cdot \mu_{j,2}(x_{r,3}) \cdot \dots \cdot \mu_{j,2}(x_{r,l_n}) \vee \\ &\dots \dots \dots \vee \mu_{j,k_j}(x_{r,1}) \cdot \mu_{j,k_j}(x_{r,2}) \cdot \mu_{j,k_j}(x_{r,3}) \cdot \dots \cdot \mu_{j,k_j}(x_{r,l_n}) \\ r &= \overline{1n}. \end{aligned}$$

В процессе решения реальных задач $m(n+1) < M$. В этом случае решение системы уравнений $Y = A \cdot B$ сводится к решению задачи $A^T Y = A^T A \cdot B$ [8-9].

Функции принадлежности нечётких термов, используемых в этой базе знаний, выбирались экспертом.

При построении нечёткой логической модели Сугено для диагностирования болезней крупного рогатого скота произведён выбор рационального количество правил и эффективные значения их функций принадлежности.

Изначально параметры функции принадлежности были получены от экспертов ветеринарной области. В дальнейшем необходимо произвести настройки параметров функции принадлежности с использованием нейронных сетей и эволюционных алгоритмов для получения минимального количества нечётких правил.

3. Результаты.

Результат нечеткого правила может быть представлен с использованием нечетких термов или линейной зависимости и зависит от того, какой тип модели был использован - модель Мамдани или Сугено.

Это позволяет решать несколько существующих (модельных) задач классификации, проводить оценку на основе построенной функции принадлежности крупного рогатого скота и сравнивать процессы с результатами нескольких алгоритмов [10-11].

Построены функции принадлежности параметров оценки состояния незаразной болезней крупного рогатого скота. В этом случае задачи оценки, классификации и прогноза заболевания решаются на основании 10 признаков. Согласно принятой ветеринарной клинической практике результаты диагностики крупного рогатого скота можно классифицировать следующим образом:

Y_1 -кетоз;

Y_2 -остеодистрофия;

Диагностируются перечисленные виды болезней, которые необходимо распознать. При постановке диагнозов остеодистрофии, кетоза, вторичной остеодистрофии, гипомикроэлементоза у крупного рогатого скота учитываются приведённые ниже основные параметры (в скобках указаны возможные значения, в том числе $x_1 = x_{10} \in \{0,1\}$) [12-13]:

При диагностике основного заболевания в соответствии с принятой клинической практикой ветеринарии, на основе предоставленной информации, составляется список диагнозов. Каждому из этих диагнозов присваивается числовое значение. При выявлении остеодистрофии, кетоза, внимание уделяется следующим основным признакам.:

X_1 -Температура °C;

X_2 -Пульс, в одну минуту;

X_3 -Дыхание, в одну минуту;

X_4 -Руминация, в две минуты;

X_5 - Число эритроцитов млн/мкл;

X_6 -Гемоглобин, г/л методом (Гемометром Сали);

x_7 - Общий белок, г/л (методом Рефрактометрии);

x_8 - Общий кальций, ммоль/л (метод Вигев. Каракашова);

x_9 - Органический фосфор ммоль/л (метод Пульса В.Ф. Кромыслова, в модификации Л. А. Кудряцева);

x_{10} - Глюкоза, ммоль/л (цветная реакция с ортотолуидином);

[14-15].

Задача классификации диагностики состоит в том, чтобы сравнить одно из решений каждой комбинации значений параметров y_j ($j = \overline{1, 2}$).

Программа диагностирования болезней крупного рогатого скота разработана на языке программирования Python версии 3.6.7. При обработке данных загружаются из 2 библиотеки: numpy == 1.20.3 xlrd == 2.0.1.

Экспериментальные исследования извлекают экспериментальные данные из DataFrame (Рис. 4.1). Учитывается ошибка, возникающая при оценке параметра. На основе нечеткого алгоритма Сугено настраивается параметр функции принадлежности. (Рис. 4.1).

Созданная программа диагностирования болезней крупного рогатого скота на основе нечеткой модели Сугено (Рис. 4.1) имеет следующие возможности.

1. Применение нечетких алгоритмов для решения практических задач обеспечивает эффективность программного комплекса, что позволяет экономить время и средства.
2. Обучение модели на основе данных и визуализация результатов в виде электронных таблиц в Excel.
3. Программный комплекс легок в использовании, не требует от пользователя глубоких знаний о структуре и операционной системе компьютера.
4. Программный комплекс состоит из частей, использующих стандартные элементы, что обеспечивает его единообразие и удобство.
5. Обеспечивает точность и надежность при диагностике на всех этапах использования программы.

Для поиска данных программный комплекс позволяет загружать файлы XLS из раздела "Скачать" с помощью кнопки. Данные должны быть в формате Excel и на первом листе Excel должны содержаться эталонные объекты экспертных данных, разделенные по классам болезней крупного рогатого скота. Программа начинает обучение на основе этой экспертной информации и затем использует ее для диагностики болезней крупного рогатого скота.

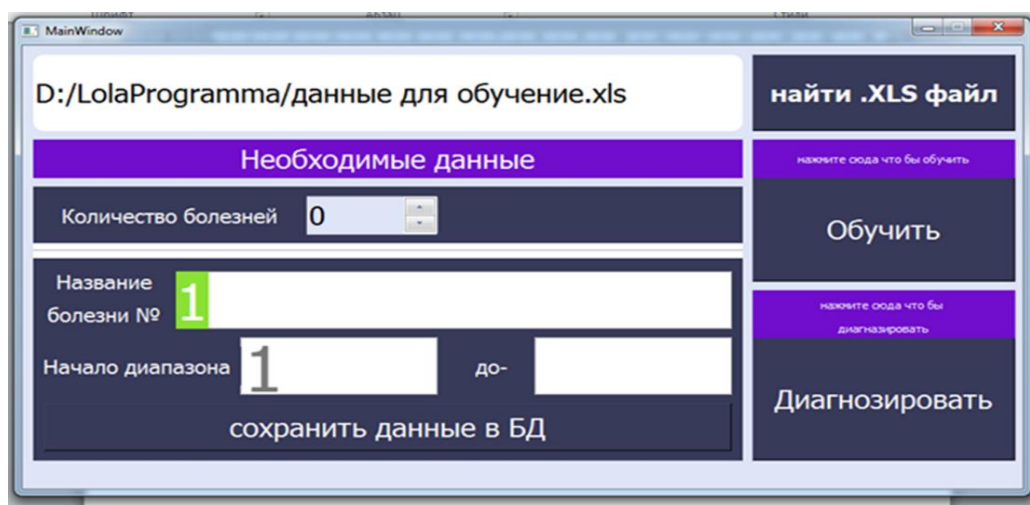


Рис. 1. Интерфейс для загрузки данных в программу.

Понимание, что программа диагностирования болезней крупного рогатого скота универсальна и может быть обучена для m различных болезней и работать на n объектах, говорит о ее многосторонней применимости и адаптивности. Такая программа имеет потенциал для обучения и распознавания разнообразных болезней у крупного рогатого скота, что делает ее мощным инструментом для ветеринарной диагностики.

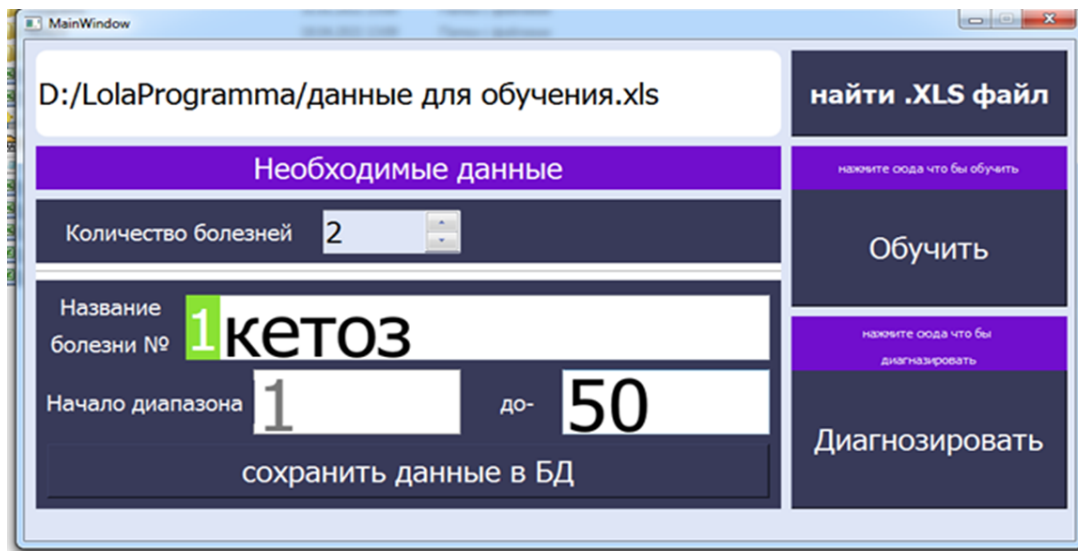


Рис. 2. Окно ввода количества болезней в режиме диагностики.

Количество заболеваний и названий болезни вводятся в программу, указывается диапазон и нажимается кнопка обучить.

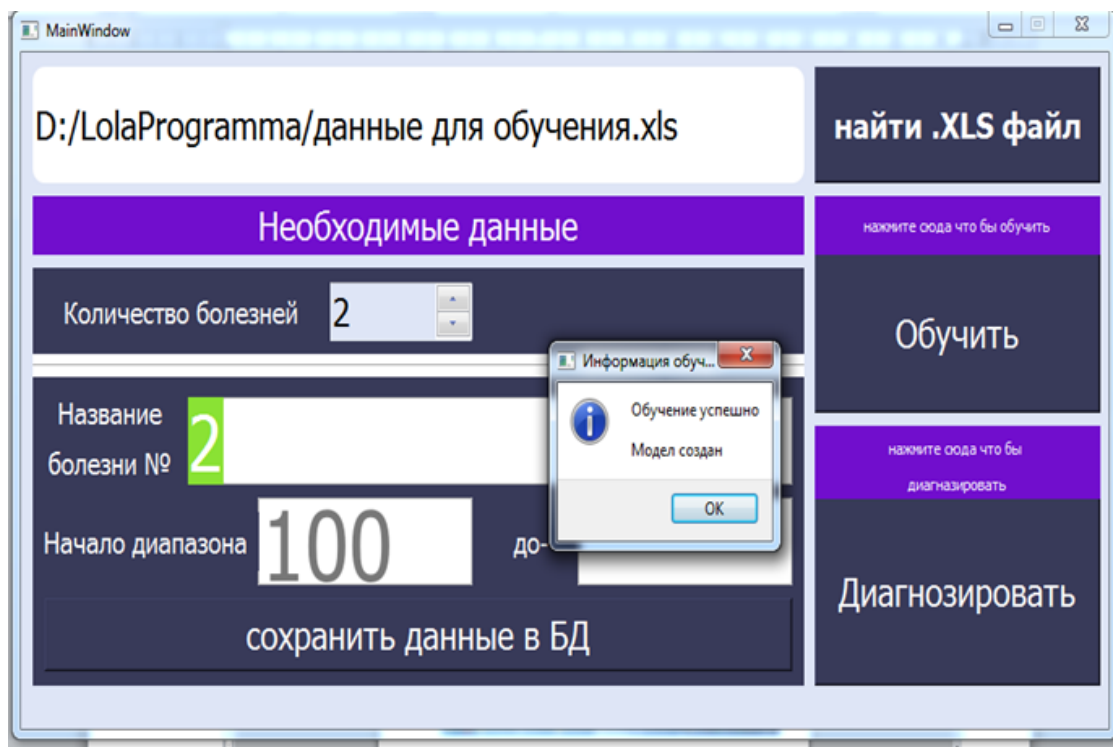


Рис. 3. Окно моделирования.

После обучения и создания модели нажимается кнопка диагностировать и при нажатии этой кнопки программа диагностирует болезнь крупного рогатого скота на ехе файле.

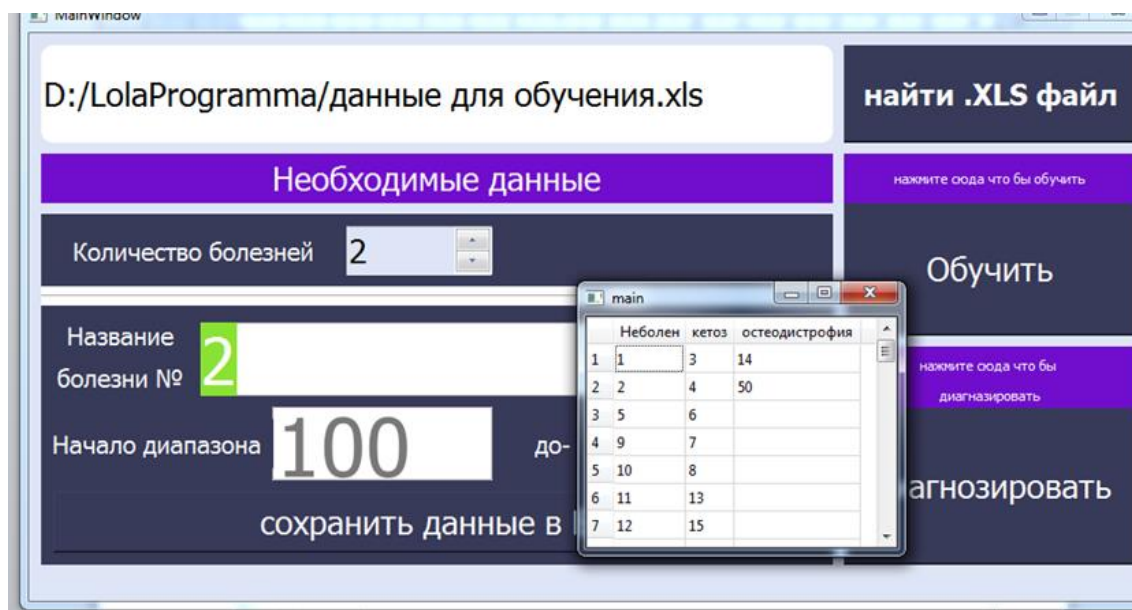


Рис. 4. Окно в режиме диагностирования.

Из рисунка 4. в режиме диагностировать болезнь крупного рогатого скота видно что программа разделила объекты на классы (болезней) пример (1,2 и т.д крупно рогатые скоты не болеют, 3,4,6 и т.д болеют кетозом и 14,15 и т.д болеют остеодистрофия) .

Рассмотрим вычислительный эксперимент программы диагностирования болезней крупного рогатого скота.

4. Дискуссия. В данной работе разрабатываются и представляются логико-лингвистические модели для оценки вероятности развития первичной остеодистрофии, кетоза у крупного рогатого скота, особенно у крупного рогатого, привезенных из различных хозяйств. Для проведения исследований используется Сугено-модель, которая сравнивается с экспериментальными данными, собранными ветеринарным врачом Б. Эшбуриевым в Самаркандской области.

В данном исследовании применяются теория нечетких множеств и учитываются 10 признаков, которые могут способствовать развитию заболеваний у крупного рогатого скота. Анализ основан на статистических отчетах, полученных в результате нескольких проведенных экспериментов.

Исследование показало, что компьютерные диагностические системы, основанные на нечетких моделях, дали хорошие результаты, и могут помочь улучшить качество диагностики и лечения животных. Важно отметить, что в Узбекистане отсутствует система диагностики болезней крупного рогатого скота, которая могла бы помочь ветеринарным врачам в принятии решений и оптимальной диагностике. Даже при наличии литературы о болезнях скота, важно разрабатывать и применять модели, основанные на экспериментальных данных, чтобы улучшить диагностику и лечение животных.

5. Заключение.

Разработанная программа для создания модели Сугено для диагностики болезней крупного рогатого скота провела успешный вычислительный эксперимент. Полученные результаты вычислительного эксперимента представляют собой дополнительный инструмент для ветеринарных врачей при принятии решений о диагнозе заболеваний у крупного рогатого скота, и помогают сэкономить время при постановке диагноза.

С использованием разработанной программы была построена нечеткая логическая модель Сугено для диагностики болезней у крупного рогатого скота. Анализ адекватности

результатов, полученных с помощью нечеткой модели Сугено, показал, что ошибка в диагнозе составляет всего 1,2%, что свидетельствует о высокой точности этой модели.

Список литературы

- [1]. Эшбуриев, С. Б., Нарбаев, К., Костомахин, Н. М. (2017). Групповая профилактика нарушения витаминно-минерального обмена у высокопродуктивных коров. Главный зоотехник, (11), 3-8.
- [2]. Норбаев, К. Н., Даминов, А. С., & Эшбуриев, С. Б. (2019). Этиопатогенез вторичной остеодистрофии у коров.
- [3]. Eshbo'riyev, SB, & Qarshiyev, UT (2022, dekabr). Qayonlarda kaltsiy-fosfor almashishi buzilishini oldini olishda probiotiklarning samarali. Xalqaro pedagoglar konferensiyasi materiallarida (3 - jild, 72-78-betlar).
- [4]. Мухамедиева Д.Т., Примова Х.А., Хасанов У.У. Нейронечеткий алгоритм идентификации и настройки параметров систем нечеткого вывода // Узбекский журнал проблемы информатики и энергетики, – Ташкент. 2016. №3. С. 22-28.
- [5]. Aliev R.A., Fundamentals of the Fuzzy Logic-Based Generalized Theory of Decisions, Studies in Fuzziness and Soft Computing // 293, Springer, Berlin Heidelberg, 2013.1-10 с.
- [6]. Алтуний А.Е., Семухин М.В., Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях //-Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета. 2000. -352 с.
- [7]. Жуковский В.И., Жуковская Л.В., Риск в многокритериальных и конфликтных системах при неопределенности // Под ред. В.С.Молостова. -М.: Едиторнал УРСС. 2004. -272 с.
- [8]. Muhamediyeva D.T., Safarova L.U. Main Problems and Tasks of intellectualisation of Information Processing System // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE). – Indiya, 2019. - Vol. 8, Issue 9S3. - P. 158-165.
- [9]. Primova X.A., Sotvoldiev D.M., Safarova L.U. Approaches to solving the problem of risk assessment with fuzzy initial information // 2018 Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines (Dynamics). – 2018, -P. 1-5, 2018.8601485. Rossiya.
- [10]. Safarova L.U. Formation of informative signs for predicting the disease of highly productive cows with non-communicable diseases//Journal of Physics: Conference Series. Bristol Том 1901, Изд. 1,–Rossiya, 2021. Vol. 1441. –P. 1-10.
- [11]. M.D. Turimov, T.D. Muhamediyeva, L.U. Safarova, H. Primova, W.Kim,. Improved Cattle Disease Diagnosis Based on Fuzzy Logic Algorithms. Sensors, 2023, 23(4), 2107
- [12]. Muhamediyeva, D.T.Safarova, L.U. Tukhtamurodov, N. Building a fuzzy sugeno model for diagnosing cattle diseases on the basis of developing a knowledge base. AIP Conference Proceedings, 2023, 2817, 020037
- [13]. Eshburiyev, S. B., Kasimov, S. J., & Aslonova, M. A. (2023). Causes and symptoms of protein metabolism disorders in fish. In Proceedings of International Conference on Scientific Research in Natural and Social Sciences (Vol. 2, No. 1, pp. 55-63).
- [14]. Karshiev, U. T., Eshburiyev, S. B., & Yusupova, Z. M. Etiopathogenesis of Calcium–Phosphorus Metabolism in Rabbits. International Journal of Current Science Research and Review. ISSN, 2581-8341.

UO‘K 621.472

**TO‘SIQ TURBULIZATORLI QUYOSH HAVO KOLLEKTORIDA TURBULENTLIK
SAMARASINI SONLI TADQIQOT QILISH**

U.X. Ibragimov¹, J.R., Qodirov²

¹*Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti,*

²*Buxoro davlat universiteti*

(Qabul qilindi 16.08.2024 y.)

Annotatsiya. Ushbu maqolada quyosh havo kollektorlarida issiqlik-gidrodinamik jarayonlarni jadallashtirish uchun tavsiya etilgan to‘siq turbulizatorli quyosh havo kollektorlarining fizik va sonli modellari, turbulent kinetik energiya va turbulent qovushqoqlik bo‘yicha tadqiqot natijalari keltirilgan.

Tayanch so‘zlar: quyosh havo kollektori, turbulizator, oqim xarakteristikasi, absorber, turbulent kinetik energiya, turbulent qovushqoqlik.

Аннотация. В данной статье представлены физические и численные модели солнечных воздушных коллекторов с перегородочными турбулизаторами, рекомендуемых для интенсификация теплогидродинамических процессов в солнечных воздушных коллекторах,

также результаты исследования турбулентной кинетической энергии и турбулентной вязкости.

Ключевые слова: *солнечный воздушный коллектор, турбулизатор, характеристика потока, поглотитель, турбулентная кинетическая энергия, турбулентная вязкость.*

Abstract. *This article presents physical and numerical models of solar air collectors with baffle turbulators, recommended for intensifying thermohydrodynamic processes in solar air collectors, as well as the results of a study of turbulent kinetic energy and turbulent viscosity.*

Key words: *solar air collector, turbulator, flow characteristic, absorber, turbulent kinetic energy, turbulent viscosity.*

Kirish. Hozirgi kunda quyosh havo kollektorlarining (QHK) issiqlik samaradorligi va unumdorligini oshirish bo'yicha ko'p sonli nazariy tadqiqotlar amalga oshirilgan. Tadqiqotchilar QHKning absorber plastinasi va shaffof qoplamasi orasida turli modifikatsiyalarni o'rnatish yo'li bilan issiqlik uzatish tezligini oshirishni taklif etishgan. Turli modifikatsiyalar ichida havo oqimi yo'nalishiga ko'ndalang holatda to'siq shaklidagi turbulizatorlarni o'rnatish eng yuqori samara berishi asoslangan [1]. QHK havo kanalida turbulizatorlar o'rnatilganda quyidagi samaralarga erishiladi: absorber plastina va havo o'rtasidagi isitish vaqti (havoni turish vaqti) uzayadi, turbulentlikni hosil bo'lishi natijasida oqimni aralashishi jadallashadi va "qaynoq nuqta"larni hosil bo'lishini oldi olinadi, issiqlik uzatish yuzasining maydoni ortadi va atrof-muhitga issiqlik yo'qotilishi kamayadi. Turbulizatorlar o'rnatilganda havo oqimi bir nechta oqimlarga ajralib qaytadan birikadi va teskari oqimni hosil qiladi, natijada absorber plastinasi yuzasida o'lik zonalar sezilarli kamayadi. Shuningdek, havo oqimining trayektoriyasi oddiy absorber plastinaga qaraganda 2-3 martagacha oshadi [2]. Hu va boshqalar [3] tomonidan turbulizatorli QHKda oqim xarakteristikasi va issiqlik uzatish chuqur sonli tadqiqot qilingan. Strukturaviy parametrlarning QHK samaradorligiga ta'siri tahlil qilingan. Natijalarga ko'ra, turbulizatorlarni o'rnatish QHKning samaradorligini sezilarli oshirishi aniqlangan. Biroq, QHK havo kanalida turbulizatorlarni o'rnatish bosim yo'qotilishini sezilarli oshiradi. Shuningdek, havo harakatining yo'nalishiga perpendikulyar joylashgan turbulizatorli QHKda bosim yo'qotilishini tahlil qilishganda, turbulizatorlar sonini ortishi bilan bosim yo'qotilishi juda kam o'zgargan.

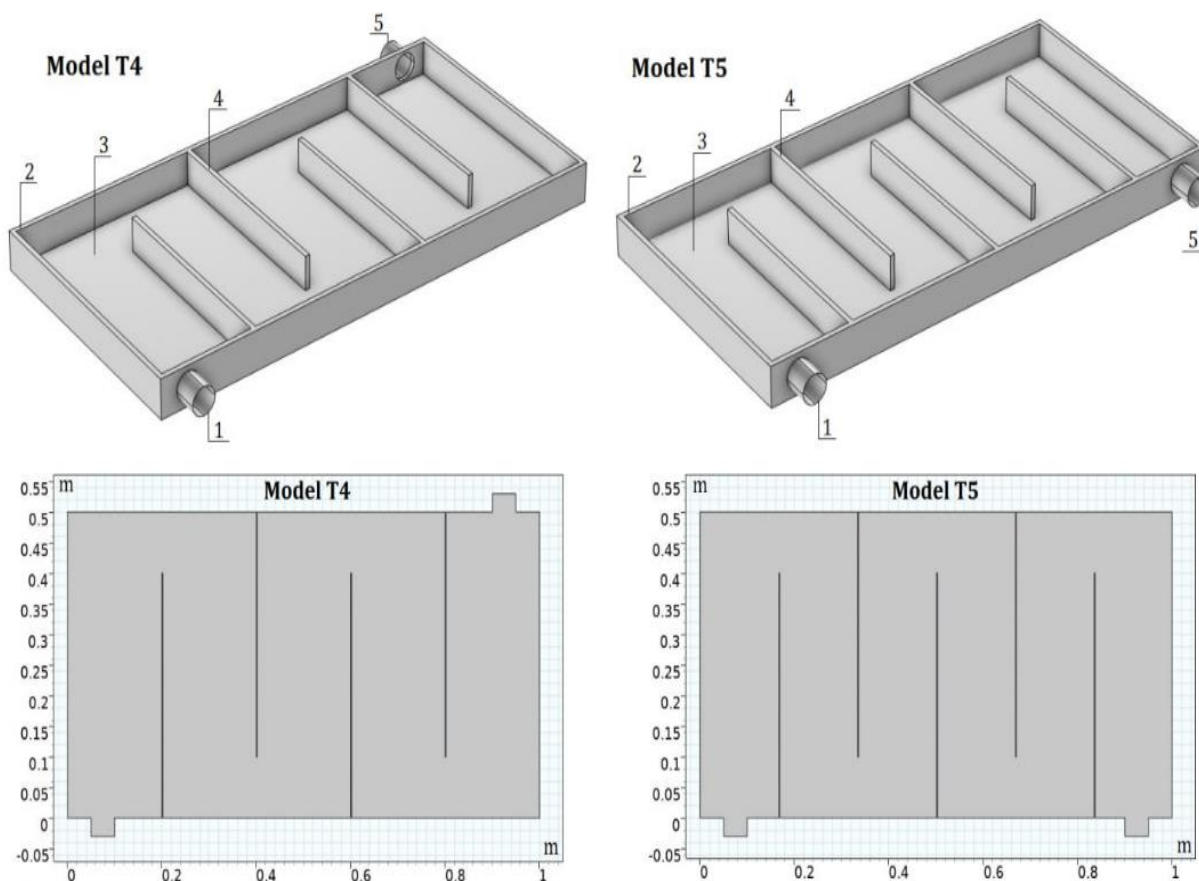
Material va usullar. To'siq turbulizatorlar o'rnatilgan QHKning gidrodinamika jarayonlari va oqim xarakteristikasini yaxshilashga yo'naltirilgan nazariy tadqiqotlar Comsol Multiphysics 6.1 dasturiy vositasidan foydalanishga asoslangan [4]. Tadqiqot ishida qabul qilingan sonli modellash tirish quyidagi taxminlar asosida ishlab chiqilgan: suyuqlik oqimi va issiqlik almashinuvi uch o'lchamli; holat barqaror va siqilmaydigan oqim; QHK korpusining orqa va yon devorlari orqali issiqlik yo'qotilishi juda kichik; QHKga kirish va chiqishda issiqlik yo'qotilishi juda kichik; suyuqlik (havo) va qattiq jismning (absorber plastina va turbulizator) issiqlik-fizik xususiyatlari butun jarayon davomida o'zgarmas; absorber plastinadagi turbulizatorning soylanish effekti inobatga olinmaydi; turbulizator plastinasi va absorber plastina o'rtasidagi issiqlik uzatish inobatga olinmaydi; oqim maydonidagi o'lchash vositalarining ta'siri inobatga olinmaydi. Yuqorida keltirilgan taxminlarga muvofiq, QHKda issiqlik yo'qotilishini, ya'ni shaffof qoplama va tashqi muhit o'rtasidagi issiqlik almashinuvini, konvektiv va nurlanishli issiqlik almashinuvlarning yig'indisiga keltirish mumkin.

Tadqiqot qilinayotgan to'siq turbulizatorli QHKning uch va ikki o'lchamli geometriyalari 1-rasmda ko'rsatilgan. QHK beshta asosiy qismlardan tashkil topgan: shaffof qoplama, absorber plastina, turbulizator, QHK korpusi, shaffof qoplama va absorber plastina orasidagi havo kanali. QHKning o'lchamlari quyidagicha: uzunligi 1000 mm, kengligi 500 mm, qalinligi 60 mm. QHKning kirish va chiqish qismlarida diametri 50 mm bo'lgan quvur o'rnatilgan.

QHKning absorber plastinasida o'rnatilgan turbulizatorlarning geometrik o'lchamlari quyidagicha: uzunligi 40 mm, soni 4 va 5 ta. Barcha turbulizatorlarning balandligi 60 mm bo'lib, havo kanalining butun balandligini (havo o'tish kesimining 80% qismini) to'liq band qiladi.

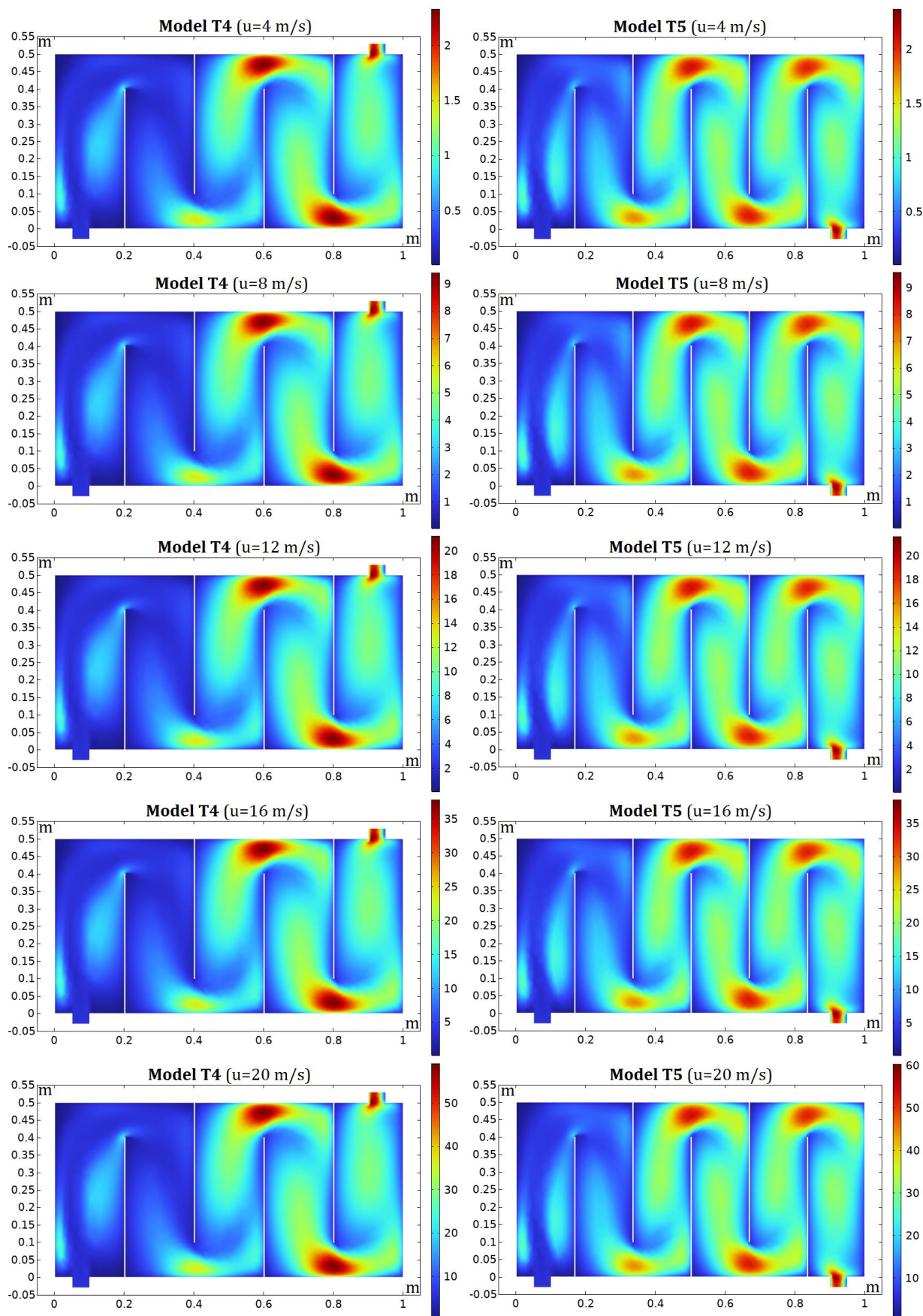
Turbulizatorlar qalinligi 2 mm bo'lgan metall listdan tayyorlanib, absorber plastina va korpusga elektr payvandlash orqali birlashtirilgan hamda qora rangga bo'yalgan. QHKning absorber

plastinasi va yon devorlari qalinligi 2 mm bo'lgan metall listdan tayyorlangan va quyosh nurlanish energiyasini maksimal yutish uchun qora rangga bo'yalgan. QHKning shaffof qoplamasi sifatida qalinligi 4 mm bo'lgan bir qatlamli shishadan foydalanilgan. QHKning absorber plastinasi va yon devorlarining orqa tomoni qalinligi 20 mm bo'lgan polistirol materiali bilan izolyatsiya qilingan. Izolyatsiyaning tashqi yuzasi qalinligi 1 mm bo'lgan rangli metall list yordamida tashqi ta'sirlardan himoyalangan.

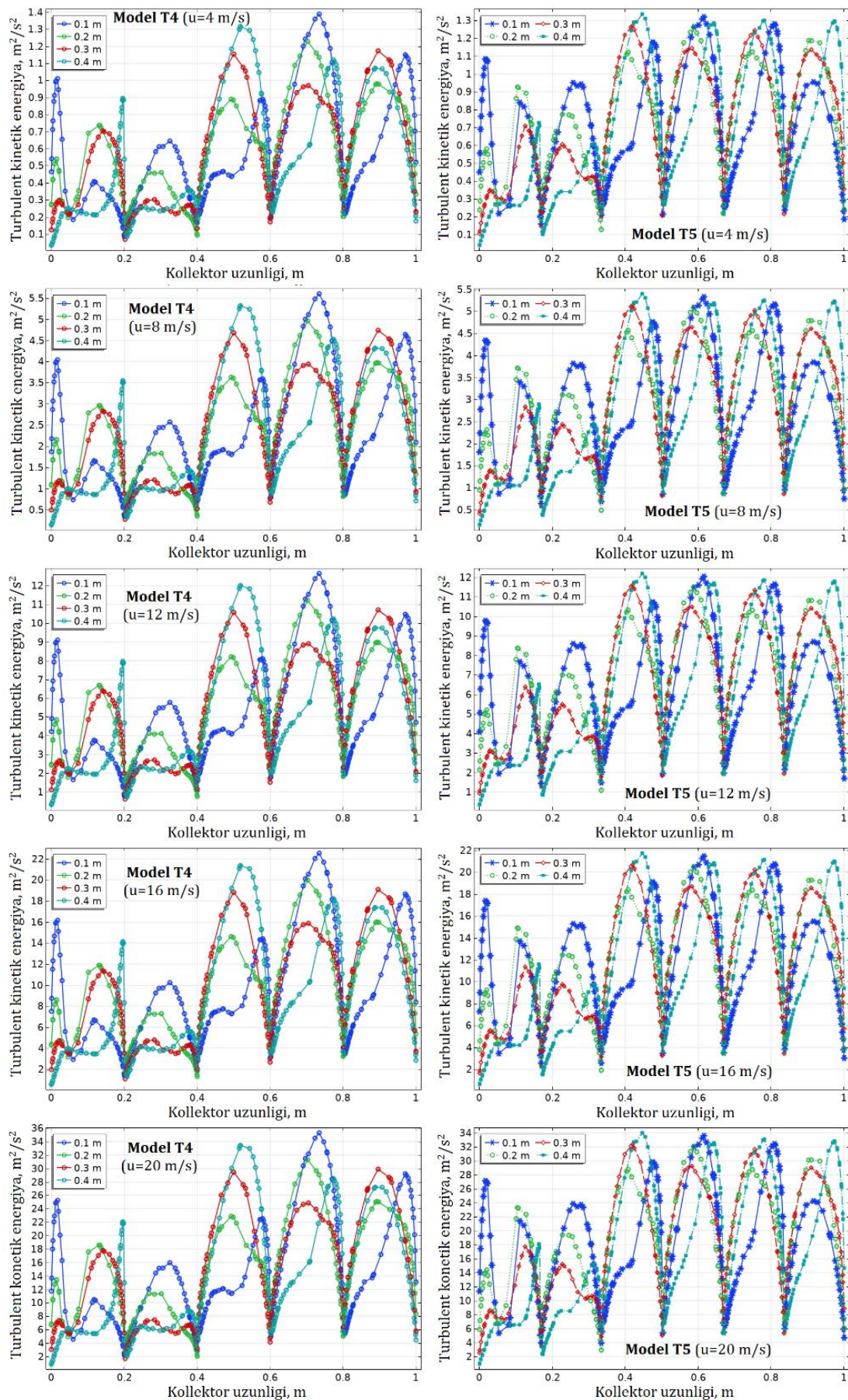


1-rasm. To'siq turbulizatorli quyosh havo kollektorining uch va ikki o'lchamli (3D va 2D modellari) geometriyalari. 1, 5-havoni uzatish va chiqarish quvurlari; 2-yon devorlar; 3-absorber plastina; 4-turbulizator

Suyuqlik (havo) oqimi turbulent va xususiyatlari o'zgarmas qabul qilinadi. Ishchi jism sifatida havodan foydalaniladi. Prandtl soni 0,71, havo oqimining tezligi 4...20 m/s oraliqda o'zgaradi. Kanalga kirishda aerodinamik chegaraviy shart sifatida teng taqsimlangan bir o'lchamli tezlik (U_{kir}) qo'llaniladi [5, 6]. Absorber plastinadagi issiqlik chegaraviy sharti sifatida o'zgaruvchan issiqlik oqimli ($600...1000 \text{ } Wt/m^2$) yuza sharti qo'llaniladi. Ishchi jismning kanalga kirishdagi harorati 300 K ga teng qabul qilinadi [6]. Bundan tashqari, devorlarga sirpanmaslik va o'tkazmaslik chegaraviy shartlari beriladi, kanaldan chiqishda esa atmosfera bosimi ($P = 1 \text{ atm}$) qabul qilinadi [5]. QHKdagi havo oqimi to'rtburchak oqimga yaqin bo'lganligi sababli, ichki havo oqimini turbulent oqim sifatida qarash mumkin. Oqimni kuchli uzilishini va suzuvchanlik kuchini inobatga olgan holda turbulentlik modeli sifatida $k - \varepsilon$ model tanlandi. Havo siqilmaydigan oqim sifatida qaraladi, havoning zichligini aniqlashda Bussinesk gipotezasidan foydalaniladi. To'siq turbulizatorli havo kanalining turbulentlik modeli uzluksizlik tenglamasi, Nave-Stoksning Reynolds bo'yicha o'rtachalangan tenglamasi va energiya tenglamalarining barqaror ikki o'lchamli shaklidan aniqlanadi.

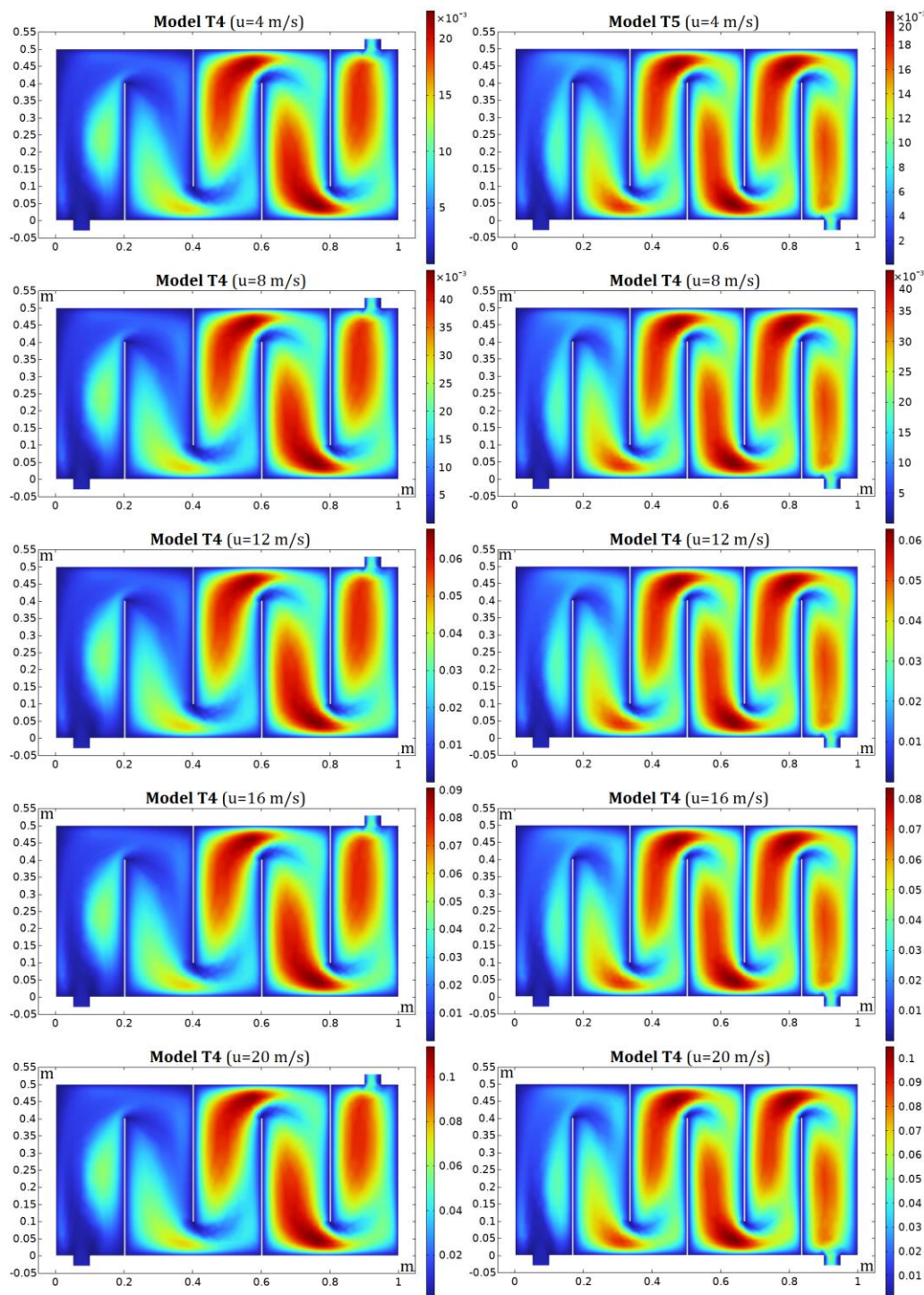


2-rasm. T4 va T5 modellarda TKening o'zgarish epyurasi.



3-rasm. T4 va T5 modellarda turbulent kinetik energiyani o'zgarishi.

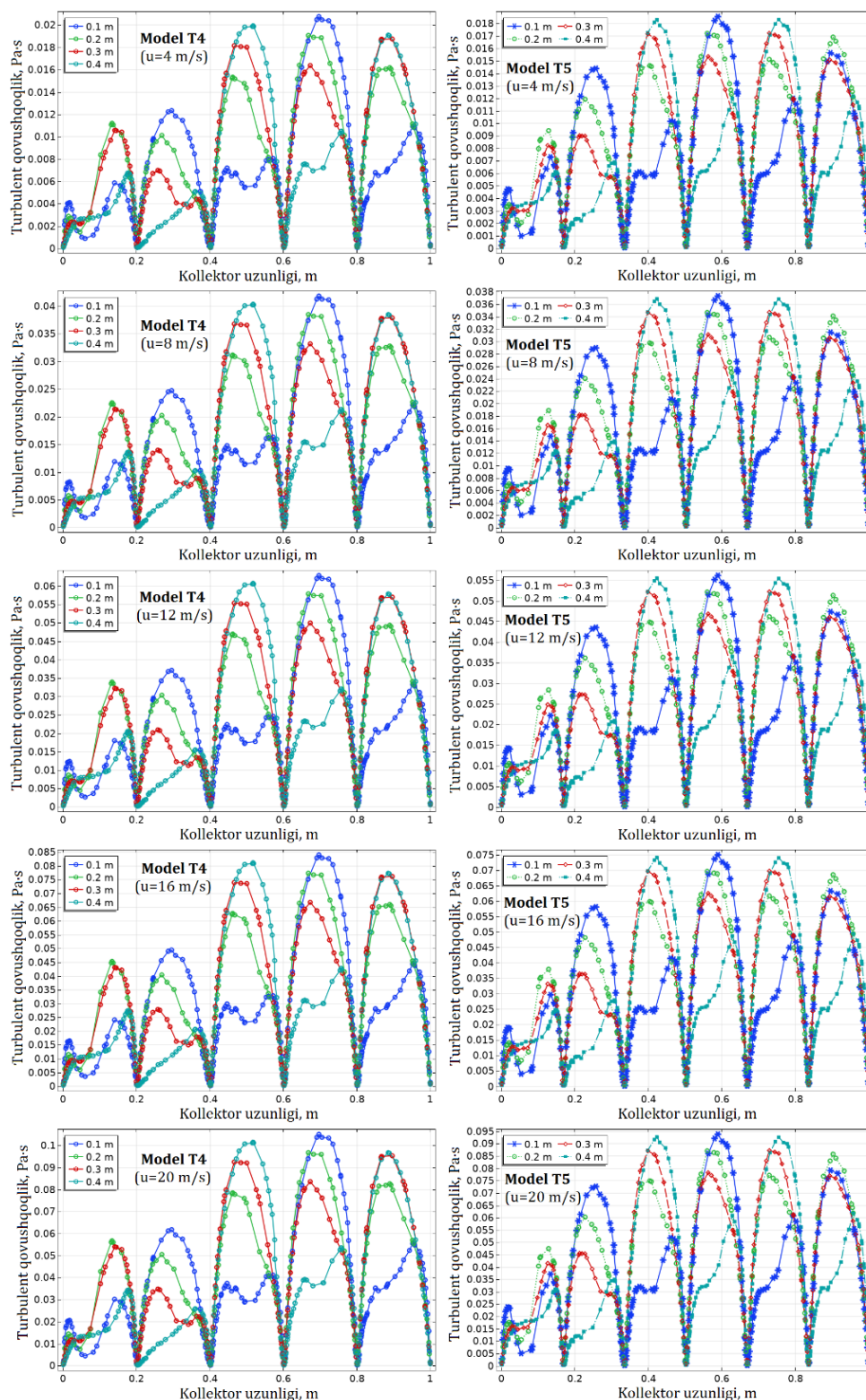
Natijalar va muhokama. Ishlab chiqilgan sonli model COMSOL Multiphysics 6.1 dasturiy vositasidan foydalanib yechilgan. COMSOL Multiphysics 6.1 dasturiy vositasi chekli elementlar usuliga asoslangan bo‘lib, gidrodinamika, turbulentlik, issiqlik va massa almashinuv jarayonlarini sonli modellashirishda keng qo‘llaniladi. COMSOL Multiphysics 6.1 dasturiy vositasi yordamida T4 va T5 modellarda hamda havo oqimining besh xil $u = 4, 8, 12, 16, 20 \text{ m/s}$ tezliklarida tahlil qilindi. T4 va T5 modellarda turbulent kinetik energiyani (TKE) o‘zgarishi epyura va grafik shakllarda 2 va 3-rasmlarda ko‘rsatilgan. 3-rasmda keltirilgan grafik natijalaridan ko‘rinib turibdiki, T4 va T5 modellarda TKE qiymati ancha yuqori bo‘lib, QHKning birinchi va ikkinchi kameralarida TKE kichik, qolgan kameralarda ancha katta qiymatga ega. TKEning bunday ortib borishi turbulizatorlarning qarshiligini yengishga ko‘p miqdorda energiya sarflanayotganligini



4-rasm. T4 va T5 modellarda TQning o‘zgarish epyurasi.

bildiradi. Havoning tezligini ortib borishi bilan TKE keskin ortgan.

T4 modelda $u = 4 \text{ m/s}$ bo'lganda maksimal qiymat $k = 1,4 \text{ m}^2/\text{s}^2$ ga yetgan, $u = 20 \text{ m/s}$ bo'lganda maksimal qiymat $k = 36 \text{ m}^2/\text{s}^2$ ga yetgan, ya'ni tezlik 5 marta ortganda TKE qiymati taxminan 26 marta oshgan. Demak, bunday katta ortishni hosil bo'lishi havoni haydovchi ventilyator quvvatini ham sezilarli oshiradi. T5 modelda ham huddi shunday natijani ko'rish mumkin. TKEning oqim xarakteristikasiga ta'sirini to'liq tahlil qilish uchun oqimning turbulent qovushqoqligini tadqiqot qilish zarur.



5-rasm. T4 va T5 modellarda turbulent qovushqoqlikni o'zgarishi.

T4 va T5 modellarda turbulent qovushqoqlikning (TQ) o'zgarishi epyura va grafik shaklida 4 va 5-rasmlarda ko'rsatilgan. 5-rasmda keltirilgan natijalarga ko'ra, T4 modelda havoning tezligi 4 dan 20 *m/s* gacha o'zgarganda TQning maksimal qiymati mos ravishda 0,02 da 0,1 *Pa·s* gacha o'zgargan. TKE qiymat yuqori bo'lganligi sababli TQ qiymat ham yuqori bo'lgan. Birinchi va ikkinchi kameralarda TQ qiymat kichik, qolgan kameralarda TQ qiymat yuqori bo'lib, bu turbulizatorlarning orqa qismida katta lokal uyurmalar hosil bo'lganligi bilan izohlanadi. T5 modelda ham TQ qiymat yuqori bo'lib, QHKning kirish qismidan to'rtinchi kameragacha TQ qiymat ortib borgan, keyin pasaygan. Ko'rinib turibdiki, uchinchi, to'rtinchi va beshinchi kameralarda TQ va TKE qiymatlar yuqori bo'lib, ushbu kameralarda katta lokal uyurmalar mavjud ekanligini ko'rsatadi. Lokal uyurmalar qisqartish va bartaraf etish uchun teshiklar va turli shakldagi oqim uyurmalagichlardan foydalanishni tavsiya etish mumkin.

Xulosa. To'siq turbulizatorli QHKda turbulentlik samarasini sonli tadqiq qilish tadqiqoti bo'yicha quyidagi xulosalar qilindi:

1. QHKlarda issiqlik-gidrodinamik jarayonlarni jadallashtirish imkonini beradigan to'siq turbulizatorli QHKlarning fizik modellari ishlab chiqildi va issiqlik-texnik parametrlari asoslandi.

2. Turbulizatorli QHKda gidrodinamika jarayonlarini to'liq tadqiqot qilish imkonini beradigan va COMSOL Multiphysics 6.1 dasturidagi turbulentlikning *k - ε* modeliga asoslangan sonli model ishlab chiqildi.

3. QHKning ishlab chiqilgan T4 va T5 modellarida turbulentlik samarasi, turbulent kinetik energiya va turbulent qovushqoqliklar sonli tadqiqot qilinganda, ushbu parametrlarning qiymati sezilarli darajada yuqori ekanligi aniqlandi va turbulizatorlarda teshiklar ochish tavsiya qilindi.

Adabiyotlar

- [1]. Velmurugan P., Ramesh P. Evaluation of Thermal Performance of Wire Mesh Solar Air Heater. Indian Journal of Science and Technology, 4, 2011, - p. 12-14.
- [2]. Bakari R. Heat Transfer Optimization in Air Flat Plate Solar Collectors Integrated with Baffles. Journal of Power and Energy Engineering, 6, 2018. – p. 70-84.
- [3]. Hu J.J., Sun X.S., Xu J.L., Li Z.X. Numerical analysis of mechanical ventilation solar air collector with internal baffle, Energ. Buildings, 62, 2013. – p. 230-238.
- [4]. Ошовский В.В., Охрименко Д.И., Сысоев А.Ю. Использование компьютерных систем конечно-элементного анализа для моделирования гидродинамических процессов // Наукові проці ДонНТУ. 2010. - №15(163). – с 163-173.
- [5]. Demartini L.C., Vielmo H.A., Möller S.V. Numeric and experimental analysis of the turbulent flow through a channel with baffle plates. Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, 26(2), 2004. – p. 153-159.
- [6]. Nasiruddin Kamran Siddiqui M.K. Heat transfer augmentation in a heat exchanger tube using a baffle. International Journal of Heat and Fluid Flow, 28(2), 2007. – p. 318-328.

YEM MAYDALASH QURILMALARIDA QO'LLANILAYOTGAN ASINXRON MOTORNING STATIK VA DINAMIK REJIMLARIDA MATEMATIK IFODALARINI “MATLAB” PAKETI DASTURIDA MODELLASHTIRISH

N.B. Pirmatov¹, A.T. Panoyev²

¹I.Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti
Tel.: (+99894) 669-49-29, E-mail: npirmatov@mail.ru

²Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti milliy tadqiqot universiteti Buxoro tabiiy resurslarni boshqarish instituti
Tel.: (+99894) 542-73-74, E-mail: panoev_abdullo@mail.ru
(Qabul qilindi 26.06.2024 y.)

Annotatsiya. Ushbu maqolada yem maydalash qurilmalarida qo'llaniladigan asinxron elektr motorlarning statik va dinamik rejimlarini “Matlab” paketi dasturida tahlil qilish tadqiqotiga bag'ishlangan. Yem maydalash qurilmalarida qo'llaniladigan asinxron motorlarini statik va dinamik jarayonlarini “Matlab” dasturida tahlil qilish orqali har bir usulning o'ziga xos xususiyatlari o'rganilib,

jarayonlarni boshqarishda qo'llashning afzalliklari, ko'rsatib o'tilgan. "Matlab" paketi dasturida jarayonlarni tahlil qilish orqali yem maydalash qurilmalaridagi elektr yuritmalarning statik va dinamik jarayonlari o'rganilib, o'tkinchi jarayonning silliq o'tishi va tezlikni rostlashning elektr yuritmalarida energiya tejamkor texnologiyalarni qo'llash orqali yuqori samaradorlikni ta'minlash maqsadida fan-texnika rivojining so'nggi yutuqlari bo'lmish eng yaxshi energetik ko'rsatkichlarga ega bo'lgan elektrotehnik majmualarni qo'llashning afzallik tomonlarini yoritib berilgan.

Tayanch so'zlar: energiya tejamkorlik, elektr yuritma, chastota o'zgartkich, optimal boshqaruv, energetik mezonlar, ishchi mexanizmlar, energiya samaradorlik, boshqaruv tizimlari, foydali ish koeffitsienti, quvvat koeffitsienti.

Annotatsiya. Данная статья посвящена исследованию статических и динамических режимов асинхронных электродвигателей, используемых в устройствах для измельчения кормов, в программе пакета «Matlab». Путем анализа статических и динамических процессов асинхронных двигателей, используемых в устройствах для измельчения кормов, в «. Matlab» о Изучены ее особенности и показаны преимущества ее использования в управлении процессами. Статические и динамические электрические процессы в устройствах для измельчения кормов изучаются путем анализа процессов в пакетной программе «Matlab», а с целью обеспечения высокой эффективности за счет использования энергосберегающих технологий в электрических процессах переходного процесса и регулирования скорости. Выделены преимущества использования электротехнических комплексов с лучшими энергетическими показателями, являющихся последними достижениями технического развития.

Ключевые слова: энергосбережение, электропривод, преобразователь частоты, оптимальное управление, энергетические критерии, рабочие механизмы, энергоэффективность, системы управления, коэффициент полезной работы, коэффициент мощности.

Abstract. This article is based on the study of static and dynamic modes of asynchronous electric motors, used in devices, for the design of control systems, and the program package "Matlab". Putem analiza staticheskikh i dinamicheskikh protsesov asinkhronnyx dvigateley, ispolzuemyx v ustroystvax dlya izmelcheniya kormov, v «. Matlab» o Izucheny ee osobennosti i pokazany preimushchestva ee ispolzovaniya ve manavlennii procesami. Static and dynamic electrical processes and devices for the izmelcheniya kormov are studied by the analysis of processes in the package program "Matlab", in order to ensure the high efficiency of the scheme using energy-saving technologies and electrical processes of transient processes and speed regulation. Vydeleny preimushchestva ispolzovaniya elektrotekhnicheskikh kompleksov s luchshimi energeticheskimi pokazatelyami, yavlyayushchihsya poslednimi dostizheniyami tekhnicheskogo razvitiya.

Key words: energosberezhenie, elektroprivod, frequency converter, optimal management, energetic criteria, working mechanism, energy efficiency, system management, coefficient of useful work, coefficient of power.

Ma'lumki qishloq xo'jaligida va sanoat korxonalarining elektr energiyasining asosiy iste'molchilaridan biri texnologik jihozlarning elektr motorlari bo'lib ishlab chiqariladigan elektr energiyasining 60 - 80% ni iste'mol qiladi. Bu elektr motorlaridan asosan asinxron motorlari bo'lib u konstruksiyasining soddaligi, arzonligi, ishda ishonchiligi sababli sanoat, qishloq xo'jaligi hamda xalq xo'jaligining barcha sohalarida keng foydalanib kelinmoqda[2-5]. Shu sababli qishloq xo'jaligi korxonalaridagi yem maydalash qurilmalarida qo'llaniladigan asinxron motorning statik va dinamik rejimlarida elektr energiyasini tejash tadbirlari katta iqtisodiy samara beradi.

Yem maydalash qurilmalarida qo'llaniladigan asinxron motorida eng murakkab jarayonlardan biri bu statik va dinamik jarayonlar bo'lib hisoblaniladi. Eksperimental tadqiqotlar jarayonida ham bu jarayonda bir necha sekund ichida sodir bo'lganligi sababli murakkab tadqiqotlar va o'lchov asboblarini talab qiladi. Shuning uchun ham bu muammoni samarali yechishning birdan bir yo'li bu yem maydalash qurilmalarida qo'llaniladigan asinxron motorning static va dinamik rejimlarini matematik modellashtirishni "MatLab" paketi dasturi orqali tadqiq qilish hisoblanadi[3-8]. Yem maydalash qurilmalarida qo'llaniladigan asinxron motor to'la differensial tenglamalarini integrallash orqali olingan modellar o'zining aniqligi va keng diapazondagi statik va dinamik jarayonlarni tadqiq qilish imkoniyati bilan ajralib turadi. Qishloq xo'jaligi korxonalaridagi yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorni o'tkinchi jarayonlarini ya'ni stator toki, tezligi, momentini matematik modellashtirishda, asinxron motorning tenglamalaridan keltirib chiqarilgan matematik ifodalardan foydalaniladi[4-10]. Yem maydalash

qurilmalarida qo'llanilayotgan uch fazali asinxron motorni matematik modelini yaratishda quyidagi soddalashtirishlarni qabul qilish maqsadga muvofiq bo'ladi:

- 1) Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning chulg'ami magnitlovchi kuch chiziqlari havo oralig'i bo'ylab tekis taqsimlangan ;
- 2) Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning stator va rotor o'zagida isroflar mavjud emas;
- 3) Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning stator va rotor chulg'amlari orasidagi burchaklari bir- biridan 120^0 ga siljigan va simmetrik holatda joylashgan ;
- 4) Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning magnit zanjirni to'yinishi hodisasi mavjud emas.

Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan uch fazali asinxron motorning stator chulg'amlari kuchlanishlari muvozanat tenglamalari quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\begin{cases} U_{1a} = i_{1a} \cdot R_1 + \partial \Psi_{1a} / \partial t; \\ U_{1b} = i_{1b} \cdot R_1 + \partial \Psi_{1b} / \partial t; \\ U_{1c} = i_{1c} \cdot R_1 + \partial \Psi_{1c} / \partial t; \end{cases} \quad (1)$$

Xuddi shu tartibda yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan uch fazali asinxron motorning rotor chulg'amlari kuchlanishlarini muvozanat tenglamalari quyidagi ifoda orqali aniqlaniladi:

$$\begin{cases} U'_{2a} = i'_{2a} \cdot R'_2 + \partial \Psi_{2a} / \partial t; \\ U'_{2b} = i'_{2b} \cdot R'_2 + \partial \Psi_{2b} / \partial t; \\ U'_{2c} = i'_{2c} \cdot R'_2 + \partial \Psi_{2c} / \partial t; \end{cases} \quad (2)$$

Bu yerda $U_{1a}, U_{1b}, U_{1c}, U'_{2a}, U'_{2b}, U'_{2c}$ – Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning stator va rotor faza kuchlanishlarining oniy qiymatlari; $i_{1a}, i_{1b}, i_{1c}, i'_{2a}, i'_{2b}, i'_{2c}$ – Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning stator va rotor faza toklari oniy qiymatlari;

$\Psi_{1a}, \Psi_{1b}, \Psi_{1c}, \Psi_{2a}, \Psi_{2b}, \Psi_{2c}$ – Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning faza chulg'amlarini to'la oqim ilashuvlari;

R_1, R'_2 – Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning stator va rotor chulg'amlari aktiv qarshiliklari;

Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan uch fazali asinxron motorlarni matematik ifodalashda ular parametrlarini oniy qiymatlari bilan emas ular hosil qiluvchi vektorlar bilan ifodalash ancha qulaydir.

Agar yem maydalash qurilmalarda qo'llanilayotgan asinxron motorning toklarining oniy qiymatlari i_a, i_b, i_c , ga teng bo'lsa ularni natijalovchi vektori quyidagi ifodadan aniqlaniladi:

$$\bar{i} = 2/3(\bar{a}^0 \cdot ia + \bar{a} \cdot ib + \bar{a}^2 \cdot ic) = 2/3(ia + \bar{a} \cdot ib + \bar{a}^2 \cdot ic), \quad (3)$$

Bu yerda

$$\bar{a}^0 = e^{j0} = 1; \bar{a} = e^{j2\pi/3}; \bar{a}^2 = e^{j4\pi/3}.$$

Xuddi shu tartibda yem maydalash qurilmalarda qo'llanilayotgan asinxron motorning kuchlanish vektori qiymatini aniqlaniladi:

$$\bar{U} = 2/3(\bar{a}^0 \cdot Ua + \bar{a} \cdot Ub + \bar{a}^2 \cdot Uc),$$

Xuddi shu tartibda yem maydalash qurilmalarda qo'llanilayotgan asinxron motorning oqim ilashuvi vektori aniqlaniladi:

$$\bar{\Psi} = 2/3(\bar{a}^0 \cdot \varphi a + \bar{a} \cdot \varphi b + \bar{a}^2 \cdot \varphi c).$$

Natijalovchi vektorlar ifodalaridan foydalanib tenglamani bitta differensial tenglama ko'rinishida yozishimiz mumkin. Barcha vektorlarni qo'shib quyidagi ifodani olamiz:

$$2/3(\bar{a}^0 \cdot U1a + \bar{a} \cdot U1b + \bar{a}^2 \cdot U1c) = 2/3(i1a + \bar{a} \cdot i1b + \bar{a}^2 \cdot i1c)R1 +$$

$$+ 2/3 \cdot \partial / \partial t (\bar{a}^0 \cdot \Psi 1a + \bar{a} \cdot \Psi 1b + \bar{a}^2 \cdot \Psi 1c),$$

Bo'lmasa hosil bo'lgan tenglamani vektor ko'rinishida keltiramiz.

$$\bar{U} 1 = \bar{i} 1 R 1 + \partial \bar{\Psi} 1 / \partial t. \quad (4)$$

Shu tartibda yem maydalash qurilmalarda qo'llanilayotgan asinxron motorning rotor kuchlanishi vektori ifodasi quyidagicha bo'ladi:

$$\bar{U} 2 = \bar{i} 2 R 2 + \partial \bar{\Psi} 2 / \partial t. \quad (5)$$

(4) va (5) tenglamalarda vektorlar yem maydalash qurilmalarda qo'llanilayotgan asinxron motorning stator va rotor kordinata tizimlarida ifodalangan. Bu ifodalarni birgalikda yozish uchun bir kordinatalar tizimiga keltirish kerak bo'ladi[5-16]. Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motordagi o'tish jarayonlarini tok chastotasi va kuchlanishni boshqarib o'rganishda aylanuvchan magnit maydonga sinxronlashgan kordinatalar tizimini joriy etish maqsadga muvofiq. Bunda quyidagi tenglik qabul qilinadi:

$$\omega_0' = \omega_1 = 2\pi \cdot f_1,$$

bu yerda

f_1 – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning stator kuchlanishi chastotasi, Gs; ω_1 – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning stator kuchlanishi burchak chastotasi, rad/s.

Bu kordinata tizimida ko'rilayotgan holat uchun quyidagilarni yozishimiz mumkin:

$$\begin{cases} \bar{U}_1 = \bar{i}_1 \cdot R_1 + \frac{d\bar{\Psi}_1}{dt} + j \cdot \omega_1 \cdot \bar{\Psi}_1; \\ \bar{U}_2 = \bar{i}'_2 \cdot R'_2 + \frac{d\bar{\Psi}_2}{dt} + j \cdot s \cdot \omega_1 \cdot \bar{\Psi}_2; \end{cases} \quad (6)$$

bu yerda S – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning sirpanishi:

$$S = \frac{\omega_0 - \omega}{\omega_0} = \frac{\omega_1 - p \cdot \omega}{\omega_1},$$

($\omega_0 = \omega_0' / p$ – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning magnit maydoni sinxron burchak tezligi)[6-18].

Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining oqim ilashuvi ifodalari tok va induktivlik orqali yoziladi:

$$\begin{cases} \bar{\Psi}_1 = \bar{i}_1 \cdot L_1 + \bar{i}'_2 \cdot L_m \\ \bar{\Psi}_2 = \bar{i}'_2 \cdot L'_2 + \bar{i}_1 \cdot L_m \end{cases} \quad (7)$$

Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining elektromagnit momentni ifodalash uchun quyidagi $\Psi_1 \times i_1$ vektor ko'paytirishdan foydalaniladi:

$$\bar{M} = \frac{3}{2} p_n (\bar{\Psi}_1 \times \bar{i}_1), \text{ yoki } \Psi_2 \times i'_2, \text{ orqali ifodalash ham mumkin} \quad (8)$$

$$\bar{M} = -\frac{3}{2} p_n (\bar{\Psi}_2 \times \bar{i}'_2). \quad (9)$$

(7)ifodani (8) va (9)ifodalar orqali yozadigan bo'lsak:

$$\bar{M} = \frac{3}{2} p_n (\bar{i}_1 \cdot L_1 + \bar{i}'_2 \cdot L_m) \times \bar{i}_1 = \frac{3}{2} p_n L_m (\bar{i}'_2 \times \bar{i}_1), \quad (10)$$

$$\bar{M} = -\frac{3}{2} p_n (\bar{i}_1 \cdot L_m + \bar{i}'_2 \cdot L'_2) \times \bar{i}_2 = -\frac{3}{2} p_n L_m (\bar{i}_1 \times \bar{i}_2) \quad (11)$$

Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motordagi o'tish jarayonlarni ifodalash uchun qarshilik momenti ifodasini kiritamiz:

$$M - Mc = J \frac{\partial \omega}{\partial t}, \quad (12)$$

Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorni qo'zg'almas kordinatalar tizimida ifodalasak tenglamalar quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\begin{cases} \bar{U}_1 = U_{1\alpha} + jU_{1\beta}; \\ \bar{i}_1 = i_{1\alpha} + ji_{1\beta}; \\ \bar{\Psi}_1 = \Psi_{1\alpha} + j\Psi_{1\beta}; \end{cases} \quad \begin{cases} \bar{U}'_2 = U'_{2\alpha} + jU'_{2\beta}; \\ \bar{i}'_2 = i'_{2\alpha} + ji'_{2\beta}; \\ \bar{\Psi}'_2 = \Psi'_{2\alpha} + j\Psi'_{2\beta}; \end{cases} \quad (13)$$

$U_{1\beta 0}=0$ deb belgilab, quyidagilarga ega bo'lamiz:

$$U_{1\alpha} = \frac{\partial \Psi_{1\alpha}}{\partial t} - \omega_1 \cdot \Psi_{1\beta}, \quad (14)$$

$$0 = \frac{\partial \Psi_{1\beta}}{\partial t} + \omega_1 \cdot \Psi_{1\alpha}, \quad (15)$$

$$U'_{2\alpha} = i'_{2\alpha} \cdot R'_2 + \frac{\partial \Psi'_{2\alpha}}{\partial t} - S \cdot \omega_1 \cdot \Psi'_{2\beta}, \quad (16)$$

$$U'_{2\beta} = i'_{2\beta} \cdot R'_2 + \frac{\partial \Psi'_{2\beta}}{\partial t} - S \cdot \omega_1 \cdot \Psi'_{2\alpha}. \quad (17)$$

Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining elektromagnit momentni tok va oqim ilashuvi vektorlari orqali ifodalasak, ifoda quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$M = \frac{3}{2} p_n (\Psi_{1\alpha} + \Psi_{1\beta}) \times (i_{1\alpha} + i_{1\beta})$$

Vektor ko'paytirish qonunlarini qo'llab quyidagi ifodani olamiz:

$$M = \frac{3}{2} p_n (\Psi_{1\alpha} \cdot i_{1\beta} - \Psi_{1\beta} \cdot i_{1\alpha}), \quad \Psi_{1\alpha} = i_{1\alpha} \cdot L_1 + i'_{2\alpha} \cdot L_m; \quad \Psi_{1\beta} = i_{1\beta} \cdot L_1 + i'_{2\beta} \cdot L_m$$

Xuddi shu tartibda quyidagi ifodalarni ham olamiz:

$$M = \frac{3}{2} p_n (\Psi_{2\alpha} \cdot i'_{2\beta} - \Psi_{2\beta} \cdot i'_{2\alpha}), \quad \Psi_{2\alpha} = i_{1\alpha} \cdot L_m + i'_{2\alpha} \cdot L'_2; \quad \Psi_{2\beta} = i_{1\beta} \cdot L_m + i'_{2\beta} \cdot L'_2.$$

Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining rotor toki tashkil etuvchilarini oqim ilashuvi orqali quyidagicha ifodalaymiz:

$$\begin{cases} i'_{2\alpha} = \frac{1}{L''_2} (\Psi_{2\alpha} - k_1 \cdot \Psi_{1\alpha}) \\ i'_{2\beta} = \frac{1}{L''_2} (\Psi_{2\beta} - k_1 \cdot \Psi_{1\beta}) \end{cases}, \quad (18)$$

bu yerda k_1 – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning statorining elektromagnit bog'liqlik koeffitsiyenti,

$$k_1 = \frac{L_m}{L_1}, \quad (19)$$

$$L''_2 = L'_2 - \frac{L_m}{L_1} \approx L_{1\sigma} + L_{2\sigma}, \quad (20)$$

bu yerda L_1, L'_2 – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining stator va rotor fazalari to'la ekvivalent induktivligi;

$L_{1\sigma}, L_{2\sigma}$ – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining maydon sochilishi induktivligi; L_m – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining asosiy magnit oqim induktivligi;

$$L_m = 3/2 \cdot L_{12},$$

bu yerda L_{12} – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining stator va rotor chulg'amlari orasidagi maksimal o'zaro induktivligi.

Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining uzatish funksiyasini aniqlash uchun moment ifodasini quyidagi shaklga keltiramiz:

$$M = -\frac{3}{2} p_n \cdot k_1 \cdot \bar{\Psi}_1 \times \bar{i}'_2 \quad \text{Yoki} \quad M = -\frac{3}{2} p_n \cdot k_1 (\Psi_{1\alpha} \cdot i'_{2\beta} - \Psi_{1\beta} \cdot i'_{2\alpha})$$

$$\text{Bundan quyidagi ifodani yozishiimiz mumkin : } \frac{U_{1\alpha}}{\omega_1} = -\Psi_{1\beta} = \text{const} \quad \Psi_{1\alpha}=0. \quad (21)$$

Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan rotori qisqa tutashgan asinxron motor uchun $U'_{2\alpha}=U'_{2\beta}=0$ deb hisoblab quyidagi ifodalarni yozamiz:

$$0 = i'_{2\alpha} \cdot R'_2 + L''_2 \frac{\partial i'_{2\alpha}}{\partial t} - S \cdot \omega_1 \cdot L''_2 \cdot i'_{2\beta} - k_1 \cdot S \cdot \omega_1 \cdot \Psi_{1\beta}, \quad (22)$$

$$0 = i'_{2\beta} \cdot R'_2 + L''_2 \frac{\partial i'_{2\beta}}{\partial t} - S \cdot \omega_1 \cdot L''_2 \cdot i'_{2\alpha}, \quad (23)$$

$$M = \frac{3}{2} p_n \cdot k_1 \cdot \Psi_{1\beta} i'_{2\alpha}. \quad (24)$$

Quyidagi alamshtirishlarni bajarib $i'_{2\alpha}=I'_{2\alpha}+\Delta i'_{2\alpha}$, $i'_{2\beta}=I'_{2\beta}+\Delta i'_{2\beta}$, $\omega_1=\Omega_1+\Delta\omega_1$, $\omega=\Omega+\Delta\omega$, $S=S+\Delta S$, $M=M_{\text{Haq}}+\Delta M$, statik rejim uchun quyidagi tenglamalarni olamiz :

$$\frac{U_{1\alpha}}{\Omega_1} = -\Psi_{1\beta} = \text{const}, \quad (25)$$

$$0 = I'_{2\alpha} \cdot R'_2 - S \cdot \Omega_1 \cdot L''_2 \cdot I'_{2\beta} - k_1 \cdot S \cdot \Omega_1 \cdot \Psi_{1\beta}, \quad (26)$$

$$0 = I'_{2\beta} \cdot R'_2 + S \cdot \Omega_1 \cdot L''_2 \cdot I'_{2\alpha}, \quad (27)$$

$$M_{\text{bosh}} = \frac{3}{2} p_n k_1 \Psi_{1\beta} I'_{2\alpha}, \quad (28)$$

Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining dinamik rejimlar uchun quyidagi ifodalarni olamiz:

$$\Delta i'_{2\alpha} (T_{\text{эл}} p + 1) = \frac{S}{S_k} \Delta i'_{2\beta} + \left(\frac{I'_{2\beta}}{S_k} + \frac{k_1 \cdot \Psi_{1\beta} \cdot \Omega_1}{R'_2} \right) \Delta S, \quad (29)$$

$$\Delta i'_{2\beta} (T_{\text{эл}} p + 1) = -\frac{S}{S_k} \Delta i'_{2\alpha} - \frac{I'_{2\alpha}}{S_k} \Delta S, \quad (30)$$

$$\Delta M = \frac{3}{2} p_n \cdot k_1 \cdot \Psi_{1\beta} \Delta i'_{2\beta}, \quad (31)$$

bu yerda $T_{\text{эл}}=L''_2/R'_2$ – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining elektromagnit vaqt doimiysi; $S_k=R'_2/(L''_2 \cdot \Omega_1)$ – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining kritik sirpanishi.

Uzatish funksiyasini quyidagi shaklda yozish mumkin:

$$\frac{\Delta M(p)}{\Delta S(p)} = \frac{\frac{3}{2} p_n k_1^2 \frac{U_{1\alpha}^2}{\Omega_1 \cdot R'_2} (T_{\text{эл}} + 1) - M_{\text{yur}} \frac{S}{S_k^2} (T_{\text{эл}} + 1)}{(T_{\text{эл}} + 1)^2 + \left(\frac{S}{S_k} \right)^2}. \quad (32)$$

bu yerda $\frac{3}{2} p_n k_1^2 \frac{U_{1\alpha}^2}{\Omega_1 \cdot R'_2}$ ifoda quyidagi chiziqlantirish orqali yem maydalash qurilmalarida

qo'llanilayotgan asinxron motorini yurguzish momentini ifodalaydi:

$$M_{\text{нп}} = M_k \frac{2S}{S_k} \Big|_{s=1} = \frac{2M_k}{S_k} = \frac{3}{2} p_n k_1^2 \frac{U_{1\alpha}^2}{\Omega_1 \cdot R'_2}, \quad (33)$$

bu yerda $M_k = \frac{3}{4} p_n k_1^2 \frac{U_{1\alpha}^2 \cdot S_k}{\Omega_1 \cdot R'_2}$ – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorni

kritik momenti. Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorining yurguzish momenti esa - M_{yur} quyidagi ifodadan aniqlash mumkin:

$$M_{\text{yur}} = \frac{2M_k}{\frac{S}{S_k} + \frac{S_k}{S}}. \quad (34)$$

Yuqoridagi ifodalardan uzatish funksiyasini quyidagi ko'rinishda olamiz:

$$\frac{\Delta M(p)}{\Delta S(p)} = \frac{M_{n\phi}[(T_{el} + 1) - \frac{(S/S_k)^2}{1 + (S/S_k)^2}(T_{el} + 1)]}{(T_{el} + 1)^2 + (\frac{S}{S_k})^2}. \quad (35)$$

Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning mexanik tavsifini ishchi sohasi uchun, ya'ni $(S/S_k)^2 \ll 1$ bo'lganda, uzatish funksiyasini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\frac{\Delta M(p)}{\Delta S(p)} = \frac{M_{n\phi}}{T_{el} + 1}.$$

Ishchi sohadagi egrilikni chiziqlantirish va $S \ll 1$ ekanini hisobga olib, quyidagi ifodani olamiz:

$$\Delta S = \frac{\Delta \omega_1 - p_n \cdot \Delta \omega}{\Omega_1}. \quad (36)$$

Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning momentlar muvozanat tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\Delta M - \Delta M_c = Jp\Delta \omega. \quad (37)$$

Yuqoridagi o'zgartirishlardan so'ng yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning uzatish funksiyasini quyidagi ko'rinishda olamiz:

$$\frac{\Delta M(p)}{\Delta \bar{\omega}(p) - \Delta \bar{\omega}(p)} = \left(\frac{\gamma}{\nu}\right)^2 \frac{M_{n\phi}[(T_{эл} + 1) - \frac{(S/S_k)^2}{1 + (S/S_k)^2}(T_{эл} + 1)]}{(T_{эл} + 1)^2 + (\frac{S}{S_k})^2}, \quad (38)$$

bu yerda $\gamma = U_{1\alpha}/U_{1\alpha H}$ – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning statorining nisbiy kuchlanishi;

$\nu = \Omega_1/\Omega_{1H}$ – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning stator kuchlanish chastotasini nisbiy qiymati.

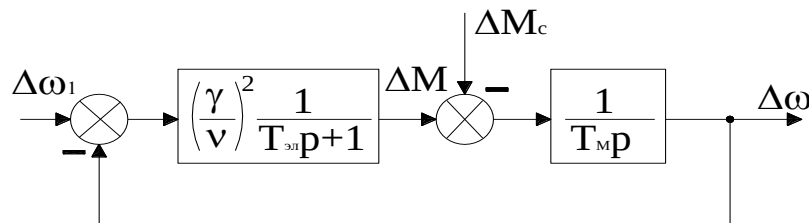
Yoki soddalashtirilgan holda yozadigan bo'lsak:

$$\frac{\Delta \bar{M}(p)}{\Delta \bar{\omega}(p) - \Delta \bar{\omega}(p)} = \left(\frac{\gamma}{\nu}\right)^2 \frac{1}{T_{эл} + 1}. \quad (39)$$

Bu ifodani yanada ham soddaroq holatga keltiradigan bo'lsak quyidagi ifodani olamiz :

$$\frac{\Delta \bar{M}(p)}{\Delta \bar{\omega}(p) - \Delta \bar{\omega}(p)} = \frac{1}{T_m \cdot p}, \quad (40)$$

bu yerda $T_m = J \cdot \Omega_{OH}/M_{n\phi H}$ – yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning mexanik vaqt doimiysi.



1-расм. Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning strukturaviy modeli.

Matematik modellashtirishda “Matlab” paketidagi “Simulink” oynasidan foydalaniladi. Buning uchun differensial tenglamalar ma'lum bir tartibda analogli modellashtirish tamoyillariga asosan yig'iladi va natijalar olinadi[7-20]. Bunda yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan

asinxron elektr motorlardagi dinamik jarayonlarni tavsiflovchi quyidagi yuqorida keltirib ko‘rib chiqilgan matematik ifodalardan foydalanilib differensial tenglamalardan foydalaniladi. Yem maydalash qurilmalarida qo‘llanilayotgan asinxron motorining statoridagi dinamik jarayonlar:

$$\begin{cases} U_{1a} = i_{1a} \cdot R_1 + \partial \Psi_{1a} / \partial t; \\ U_{1b} = i_{1b} \cdot R_1 + \partial \Psi_{1b} / \partial t; \\ U_{1c} = i_{1c} \cdot R_1 + \partial \Psi_{1c} / \partial t; \end{cases} \quad (41)$$

Yem maydalash qurilmalarida qo‘llanilayotgan asinxron motorining rotordagi dinamik jarayonlar:

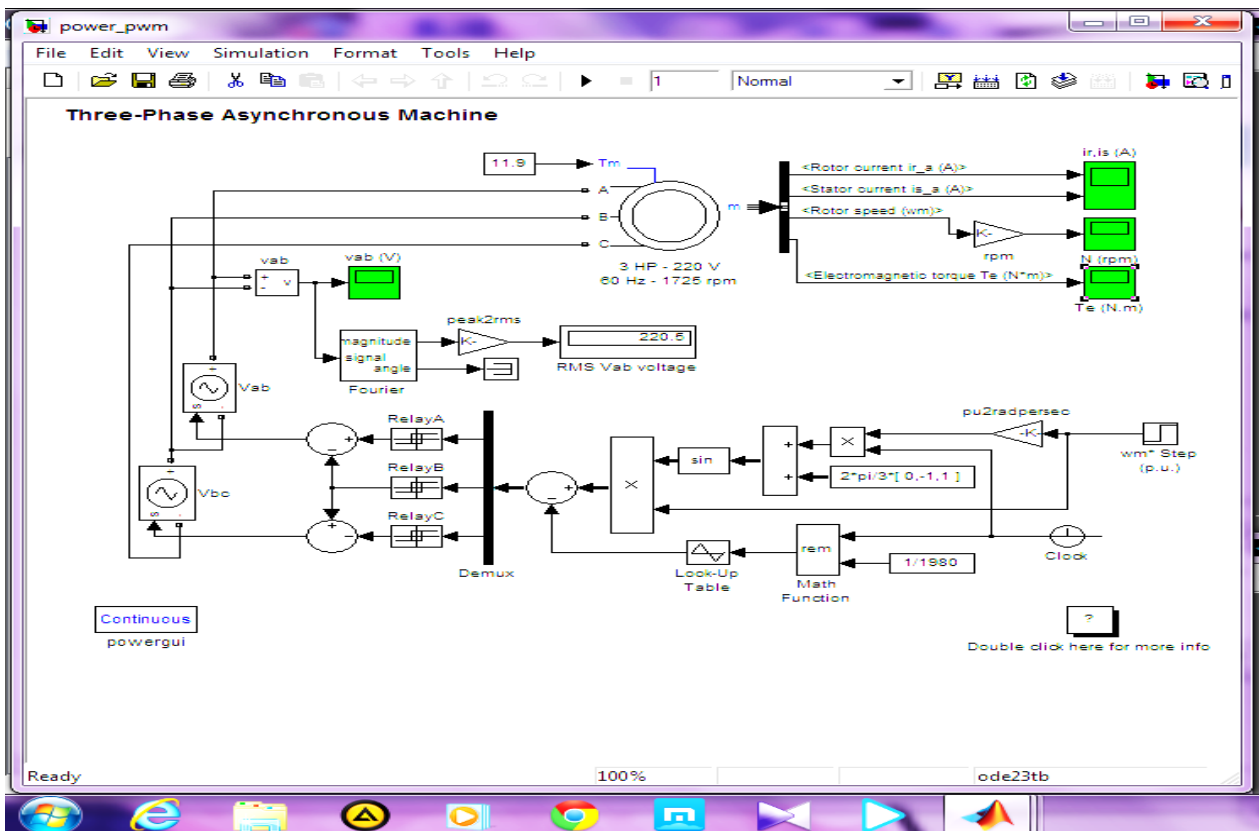
$$\begin{cases} U'_{2a} = i'_{2a} \cdot R'_2 + \partial \Psi_{2a} / \partial t; \\ U'_{2b} = i'_{2b} \cdot R'_2 + \partial \Psi_{2b} / \partial t; \\ U'_{2c} = i'_{2c} \cdot R'_2 + \partial \Psi_{2c} / \partial t; \end{cases} \quad (42)$$

Yem maydalash qurilmalarida qo‘llanilayotgan asinxron motorining oqim bog‘lanishi esa quyidagi ifoda bilan aniqlaniladi. Bu yerda oqim ilashuvi, aktiv qarshilik, kuchlanish, tok.

$$\begin{cases} \Psi_{s\alpha} = L_s i_{s\alpha} + M \cos \theta i_{r\alpha} + M \sin \theta i_{rb}; \\ \Psi_{s\beta} = L_s i_{s\beta} + M \cos \theta i_{rb} - M \sin \theta i_{r\alpha}; \\ \Psi_{r\alpha} = L_r i_{r\alpha} + M \cos \theta i_{s\alpha} - M \sin \theta i_{s\beta}; \\ \Psi_{r\beta} = L_r i_{r\beta} + M \cos \theta i_{s\beta} - M \sin \theta i_{s\alpha}; \end{cases} \quad (43)$$

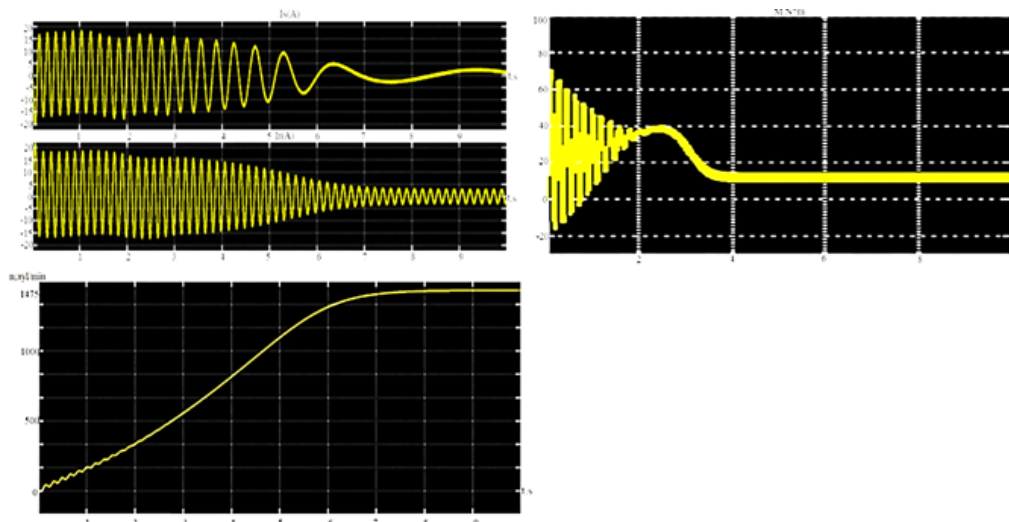
bu yerda, L_s va L_r – Yem maydalash qurilmalarida qo‘llanilayotgan asinxron motorining stator va rotor chulg‘amlari induktiv qarshiliklari;

M - Yem maydalash qurilmalarida qo‘llanilayotgan asinxron motorining stator va rotor chulg‘amlari orasidagi o‘zaro induktivlik.



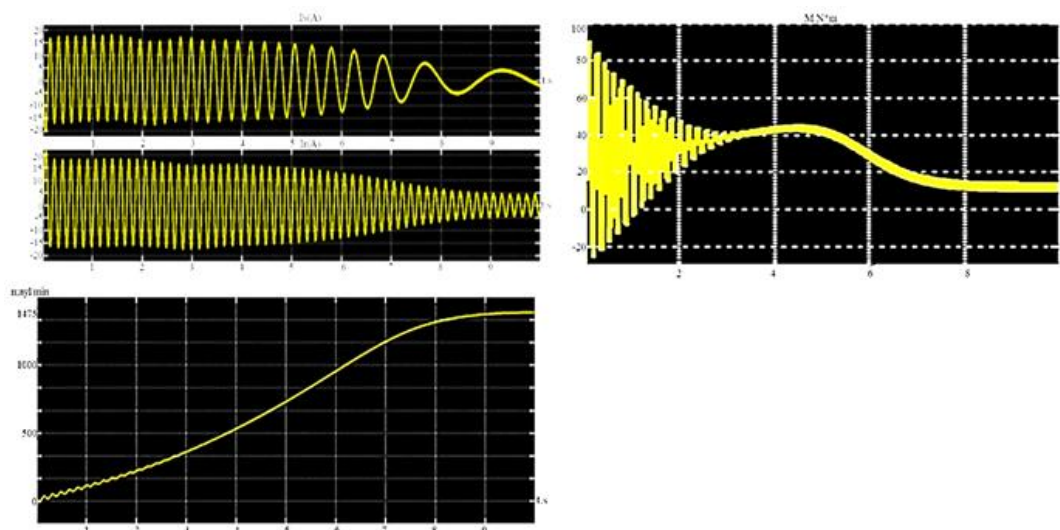
2 - rasm. Quvvati $P = 2,2$ kVt va aylanish tezligi $n = 1475$ ayl/min bo‘lgan yem maydalash qurilmalarida qo‘llanilayotgan asinxron motorni “Matlab” paketi dasturida matematik modellashirishning yig‘ilgan sxemasi.

Yig'ilgan sxema asosida yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning yurguzish jarayoni egriliklarini olamiz. 3-rasmda yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorni yurguzishda motor stator va rotor toklarini, tezlik va momentning o'zgarish egriliklari keltirilgan. Rotor toki chastotasi kamayib borib 1-2 gers atrofida barqarorlashib borishini ko'rish mumkin. Rotor toki yurguzish davomida 5 - 6 marta kamayib boradi. Shu jumladan, stator toki ham kamayib boradi, lekin tok chastotasi o'zgarmaydi [8-23]. Pastki qismda asinxron motorning tezligini o'zgarishi ko'rsatilgan. Undan so'ng esa asinxron motorning momentining o'zgarishi keltirilgan. Yem maydalash qurilmasida qo'llanilayotgan asinxron motorning nominal yuklamaning 20 % da 1 sekund davomida ishga tushurilgan. Yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motor salt ishlash nominal tezligining qiymati $n = 1475$ ayl/min ni tashkil etadi.



3 - rasm. Salt ishlash rejimida ishga tushurish tok, tezlik, moment ostsilogrammalari.

Bu rasmda shu nersa ko'rinadiki yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning salt ishlash jarayoni nominal kuchlanish bilan olingan, yurguzish toklari qiymati esa ancha kichik ekanligi, salt ishlash jarayoni 0.4 sek atrofida tugashini, tezlik qiymati nominal rejimda ya'ni erkin holda zo'riqmasdan $n = 1475$ ayl /min ga erishayotganligini ko'rish mumkin. Bu jarayon esa yem maydalash qurilmasining asinxron motorida energiya sarfi normada ekanligini bilish mumkin. Keyingi 4- rasmda esa xuddi shu quvvatdagi yem maydalash qurilmalarida qo'llanilayotgan asinxron motorning tarmoqdagi kuchlanishni o'zgartirib (yuklama) rejimida olingan o'tish jarayonlari ko'rsatilgan [11-23].



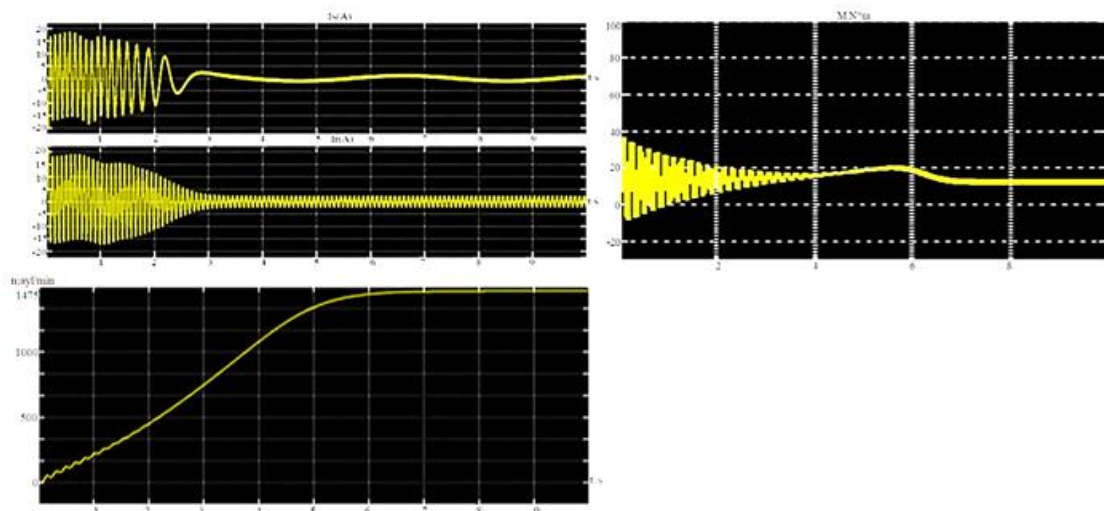
4- rasm. Yuklama rejimidagi tok, tezlik, moment ostsilogrammalari.

Bu 4- rasmda shu nersa ko‘rinadiki yem maydalash qurilmalarida qo‘llanilayotgan asinxron motorining yuklama rejimida ishlash jarayoni yurgizish toklari qiymati o‘tish jarayonida ancha vaqt yuqori(oshganligi)ni, tezlik qiymati esa yuklama og‘ir holatda zo‘riqib juda uzoq vaqt mobaynida $n=1475$ ayl /min ga erishayotganligini, momentning qiymati esa ancha yuqori ekanligini ko‘rish mumkin. Yem maydalash qurilmalarida qo‘llanilayotgan asinxron motorining yuklama rejimida ishlash jarayoni kuchlanishni o‘zgartirish bilan olingan. Yuklama rejimida ishlash jarayoni 0.7 sek atrofida tugashini ko‘rishimiz mumkin. Bu jarayon esa yem maydalash qurilmasining asinxron motorida energiya sarfi juda yuqori ekanligini va reaktiv quvvat ko‘p iste‘mol qilayotganligini bilish mumkin. bilish mumkin.

Bundan tashqari “Matlab” dasturida yem maydalash qurilmalarining asinxron motorlarning barqaror rejimda ekspluatatsiya qilish jarayonlarini ham tadqiq qilish (ko‘rsata olish) ham mumkin. Bunda yem maydalash qurilmalarida qo‘llanilayotgan asinxron motorni tiristorli chastota o‘zgartgich orqali boshqarishning mexanik tavsiflarini ko‘rishimiz mumkin. Yem maydalash qurilmalarida qo‘llanilayotgan asinxron motorni dinamik ish rejimlariga asosan asinxron motorlarni yurguzish, reverslash, tezlikni rostdash va tormozlash jarayoni kiradi[14-17]. Dinamik jarayonlar odatda meyyordan ortiq yuklama(zo‘riqish)lar bilan o‘tadi.Shuning uchun bu jarayonlarni iloji boricha qisqartirish va meyyordan ortiq kattaliklarni kamaytirish kerak bo‘ladi. Bu dinamik jarayonlar quyidagi kattaliklar bilan tavsiflanadi:

1. Yem maydalash qurilmasida qo‘llanilayotgan asinxron motorning dinamik jarayonni o‘tish vaqti: ikkita barqaror holat orasidagi vaqt.
2. Yem maydalash qurilmasida qo‘llanilayotgan asinxron motorning o‘tish jarayonidagi tebranishlar soni: meyyoriy yoki nominal qiymatdan oshib kamayishlar soni.
3. Yem maydalash qurilmasida qo‘llanilayotgan asinxron motorning tebranishlarni so‘nish dekrementi: navbatlashib kelayotgan so‘nayotgan tebranishlarni amplitudalari nisbati [15-17].

Yem maydalash qurilmasida qo‘llanilayotgan asinxron motorning dinamik jarayonlarni tadqiq etishda ushbu kattaliklar aniqlanadi va bu jarayonlarni optimallashtirish bo‘yicha chora-tadbirlar o‘tkaziladi. Bu jarayonlar yem maydalash qurilmasida qo‘llanilayotgan asinxron motorning elektromagnit momentni rostdash orqali optimallashtiriladi. Moment jarayonni o‘tish vaqtini belgilab zo‘riqishlarni aniqlash imkonini beradi. Yem maydalash qurilmalarida qo‘llanilayotgan asinxron motorni momenti tiristorli chastota o‘zgartgichlar yordamida rostdab turiladi. Moment qiymati dastlab yem maydalash qurilmalarida qo‘llaniladigan asinxron motorning matematik modelida tadqiq etiladi. Buni quyidagi “Matlab” paketiga kiruvchi “simulink” dasturiy ta‘minotidan foydalaniladi [16]. 5-rasmda yem maydalash qurilmalarida qo‘llanilayotgan asinxron motorni yurguzishda motor momenti, tezligi, stator va rotor toklarini tiristorli chastota o‘zgartgich orqali ekspluatatsiya qilinganda tok, tezlik, moment o‘zgarish egriliklari keltirilgan.



5-rasm. Chastotali ishga tushurishdagi tok, tezlik, moment ostsillogrammalari.

Bu 5- rasmdan shuni ko‘rish mumkinki yurgizish toklari qiymati o‘tish jarayonida ancha vaqt pasayganligini, tezlik qiymati juda qisqa vaqt mobaynida nominal tezlikka ya’ni $n=1475$ ayl /min ga erishayotganligini, puskavoy momentning qiymati ancha past ekanligini ko‘rish mumkin. Bu esa energiya tejamkorligiga olib kelayotganligini bilish mumkin.

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, yem maydalash qurilmalarda qo‘llanilayotgan asinxron elektr motorlardagi isroflar elektr energiyasini uzatish va taqsimlashdagi umumiy isroflar bilan tenglashadi. Shuning uchun, qishloq xo‘jaligi korxonalari miqyosida rejalashtirilgan yem maydalash qurilmalarida qo‘llaniladigan asinxron motorlarda elektr energiyasini tejash tadbirlari katta iqtisodiy samara berishi mumkin. Bunday tashkil etuvchilarga ajratib tahlil qilish elektr energiyasini tejash imkoniyatlarini oshiradi. Yem maydalash qurilmalarida qo‘llaniladigan asinxron motorlarni “Matlab” dasturida modellash tirishda dinamik jarayonlarni chuqurroq tahlil qilish imkonini beradi va tadqiqotlar xarajatlarini qisqartiradi.

Adabiyotlar

- [1]. Аллаев Қ.Р. Электромеханик ўткинчи жараёнлар. Ўқув қўлланма.-Т.: “Молия” нашриёти, 2007 йил .272 б.
- [2]. Pirmatov N.B., Panoev A.T., Samatova G., and Berdiyev O‘.N. Determination of methods of achieving the energy savings through mathematical modeling of static and dynamic modes of electromagnetic energy conversion in asynchronous motors used in feed crushers. E3S Web of Conferences 383, 04046 (2023) TT21C-2023. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338304046>
- [3]. Baratov R., Pirmatov N., Panoev A., Chulliyev Ya., Ruziyev S. and Mustafoqulov A. Achievement of electric energy savings through controlling frequency convertor in the operation process of asynchronous motors in textile enterprises IPICSE 2020 IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1030 (2021) 012161 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/1030/1/012161
- [4]. Имомназаров А.Т. Асинхрон моторларнинг минимум кувват исрофи режимида ишлаши асослари // Тош ДТУ хабарлари. – Тошкент, 2005, № 2, 33 – 38 б.
- [5]. Pirmatov N.B., Panoev A.T.. Energy saving by ensuring steady operation of asynchronous motor of fodder grinding devices in static and dynamic modes. Proceedings of the III International Conference on Advances in Science, Engineering, and Digital Education AIP Conf. Proc. 2969, 060004-1–060004-7; <https://doi.org/10.1063/5.0184986> Published by AIP Publishing. 978-0-7354-4795-0/\$30.00 060004-1
- [6]. Хошимов О.О., Имомназаров А.Т. Электромеханик тизимларда энергия тежамкорлик. Тошкент, «ЎАЖБНТ» Маркази, 2004, 96 б.
- [7]. Pirmatov N., Panoev A. Frequency control of asynchronous motors of looms of textile enterprises E3S Web of Conferences, 2020, 216, 01120.
- [8]. Baratov R., Pirmatov N. Low - Speed generator with permanent magnets and additional windings in the rotor for small power wind plants and micro hydro power plants IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 883(1), 012183.
- [9]. Авербах И.А., Барац Е.И., Браславский И.Я., Ишматов З.Ш. Электропривод и автоматизация промышленных установок как средства энергосбережения– Екатеринбург: Свердловск энергонадзор, 2002. – 28 с.
- [10]. Браславский И.Я., Ишматов З.Ш., Поляков В.Н. Энергосберегающий асинхронный электропривод /: Учеб. пособие для студ. высш. учеб.заведений.– М.: Издательский центр «Академия», 2004.– 256 с.
- [11]. Аллаев Қ.Р., Хошимов Ф.А. Энергосбережения на промышленных предприятиях. - Т.: Фан, 2011: -207 с.
- [12]. Ефимов А.А., Шрейнер Р.Т., под ред. Р.Т. Шрейнера. Активные преобразователи в регулируемых электроприводах переменного тока / - Новоуральск: НГТИ, 2001. - 250 с.
- [13]. Хашимов А.А., Арипов Н.М. Частотно-регулируемый асинхронный электропривод шелкомотания. Монография. Ташкент: ТГТУ, 2002. – 144 с.
- [14]. Авербах И.А., Барац Е.И., Браславский И.Я., Ишматов З.Ш., Электропривод и автоматизация промышленных установок как средства энергосбережения /– Екатеринбург: Свердловскэнергонадзор, 2002. – 28 с.
- [15]. Schneider Electric. Устройства плавного пуска и торможения Altistart 48. Каталог 2002. ART. 011237RU.
- [16]. Онищенко Г.Б. Электрический привод: учебник для студ. вузов / Г.Б. Онищенко.– М.: РАСХН, 2003. – 320 с.

QUYOSH QURITGICHLARINING KONSTRUKSIYALARI TAHLILI

J.R., Qodirov¹, U.X. Ibragimov²

¹Buxoro davlat universiteti,

²Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti

[\(Qabul qilindi 16.08.2024 y.\)](#)

Annotatsiya. Ushbu maqolada qishloq xo'jalik mahsulotlarini quyosh quritgichlari yordamida quritishning dolzarbligi, quyosh quritgichini ishlash prinsipi, shkafl va issiqxona turidagi quyosh quritgichlari bo'yicha ilmiy-tadqiqot ishlarining tahlili, gibrid quyosh quritgichlari va konstruksiyalari bo'yicha chet el olimlari tomonidan olib borilgan ilmiy izlanishlarning tahlillari keltirilgan.

Tayanch so'zlar: quyosh quritgichi, quyosh havo kollektori, havo, harorat, quyosh radiatsiyasi, issiqlik miqdori, issiqlik uzatish.

Аннотация. В данной статье рассматривается значение сушки сельскохозяйственной продукции с использованием солнечных сушилок, принцип работы солнечной сушилки, анализ научно-исследовательских работ по солнечным сушилкам кабинетного и тепличного типа, а также анализ научных исследований, проводимых зарубежными учеными по гибридным солнечным сушилкам и их конструкции.

Ключевые слова: солнечная сушка, солнечный воздушный коллектор, воздух, температура, солнечная радиация, теплоемкость, теплопередача.

Abstract. This article discusses the importance of drying agricultural products using solar dryers, the operating principle of a solar dryer, an analysis of research work on cabinet-type and greenhouse-type solar dryers, as well as an analysis of scientific research conducted by foreign scientists on hybrid solar dryers and their design.

Key words: solar drying, solar air collector, air, temperature, solar radiation, heat capacity, heat transfer.

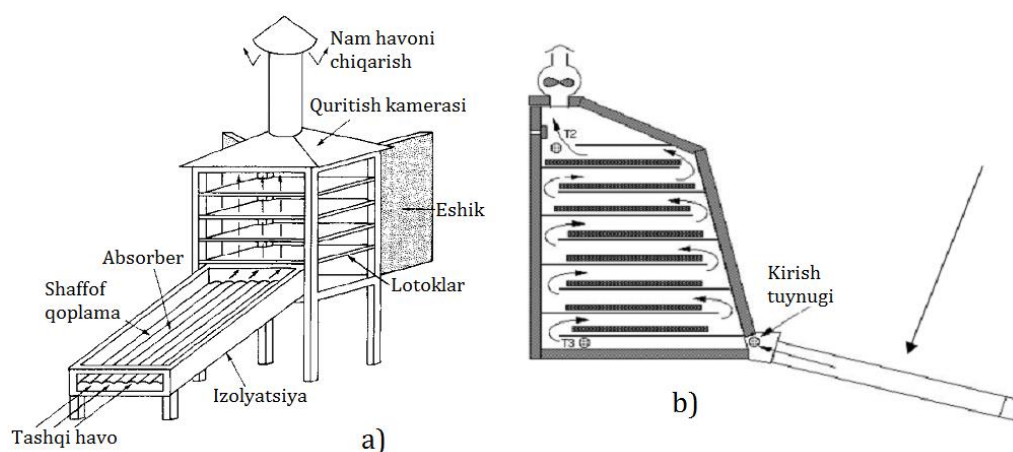
Kirish. Qishloq xo'jalik mahsulotlarini uzoq muddat saqlash uchun quritishning an'anaviy tizimi-bu quyoshda quritish bo'lib, bepul va qayta tiklanadigan energiya manbai hisoblanadi. Biroq yirik masshtabli ishlab chiqarishlar uchun quyoshda quritishning bir nechta cheklovlari mavjud, ya'ni hosil hayvonot dunyosi tomonidan zararlanishi, quyosh radiatsiyasini bevosita ta'siri natijasida mahsulot sifatini buzilishi, shudring va yomg'irda zararlanishi, chang bilan ifloslanishi va hokazo. Bundan tashqari, ushbu tizim uchun mehnat sig'imi yuqori va ko'p vaqt talab etadi, shuningdek, tungi vaqtda va yomg'irli kunlarda mahsulot ustini himoyalashga zaruriyat tug'iladi. Quritish jarayonini notekisligi hisobiga mikroorganizmlarni rivojlanish ehtimoli yuqori. Quyoshda quritish tizimini takomillashishi natijasida ichki harorati juda yuqori bo'lgan yopiq tizimli quritish tizimlari ishlab chiqildi [1]. So'nggi yillarda quritishda quyosh energiyasidan foydalanish va quyosh energiyasidan maksimal foydalanish uchun ko'plab ilmiy-tadqiqot ishlari olib borildi. Qishloq xo'jalik mahsulotlarini quyoshda quritish mamlakatimizda va dunyoning ko'plab mintaqalarida keng tarqalgan bo'lib, ayniqsa yilning ko'p qismida quyosh radiatsiyasi intensivligi yuqori bo'lgan hududlarda keng qo'llanilmoqda. Buning asosiy sababi quyoshda quritish tizimi kunduzi energiya talab etmaydi, agar kechqurun yoki bulutli ob-havoda quritish zarur bo'lsa, u holda qo'shimcha energiyadan foydalaniladi.

Rivojlangan mamlakatlarda ishlatiladigan yuqori haroratli quritgichlar faqatgina agorosanoat majmualarida iqtisodiy samarador bo'lib, kichik va o'rta quvvatli majmualar uchun iqtisodiy maqbul emas [2, 3]. Shuning uchun mahalliy ishlab chiqarishlarda arzon quyosh quritgichlarini ishlab chiqish va joriy etish mahsulotlarni yig'im-terim davridagi yo'qotilishlarni sezilarli kamaytiradi. Yuqori sifatli tovar mahsulotlarini ishlab chiqarish imkoniyati fermerlarning iqtisodiy ahvolini sezilarli yaxshilaydi. Rivojlanayotgan mamlakatlarda qishloq xo'jaligining foydasini kamligi va quyosh quritgichga birlamchi investitsiyani yuqoriligi quyosh quritgichlarini keng

ko‘lamda qo‘llanilishiga to‘siq bo‘lmoqda [4]. Biroq quyosh quritgichlari mahalliy materiallardan masalan, yog‘och va shishalardan tayyorlansa, u holda quyosh quritgichlari iqtisodiy qulay bo‘ladi.

Material va usullar. Quyosh quritgichlarining asosiy vazifasi-bu talab etilgan namlikda tashqi muhit issiqligidan yuqori issiqlik bilan ta‘minlash. Quyosh quritgichi mahsulot ichida mavjud namlik bug‘larining bosimini oshiradi va quritish havosining nisbiy namligini kamaytiradi, natijada, havoning namlik miqdori ortadi. Havo quritgichdan tabiiy konveksiya hisobiga yoki ventilyator yordamida so‘rib olinadi. Havo kollektordan o‘tayotgan vaqtda isiydi va materialga issiqligini berishi hisobiga qisman soviydi [5]. Quritilayotgan mahsulot ham havo ham quyosh energiyasi hisobiga qizdiriladi. Issiq havo sovuq havoga nisbatan ko‘p miqdordagi namlikni olib ketadi, shuning uchun chiqarib yuborilayotgan namlik miqdori havoning haroratiga va kirishdagi nisbiy namligiga bog‘liq bo‘ladi. Havoning namlikni yutish qobiliyatiga havoning boshlang‘ich namligi va harorati sezilarli ta‘sir ko‘rsatadi. Hozirgi kunda eng ko‘p tarqalgan quyosh quritgichlariga shkafli va issiqxona turidagi quritgichlarni kiritish mumkin.

Shkaf-bu katta yog‘och yoki metal quti bo‘lib, mahsulotlar quti ichidagi lotok yoki polkalarda joylashtiriladi. Agar shkaf shaffof bo‘lsa, quritgich integral yoki quyosh quritgichi deb ataladi. Agar shkaf shaffof bo‘lmasa, quritgich taqsimlangan yoki bilvosita harakatli quyosh quritgichi deb ataladi. Aralash turdagi quritgichlar bevosita (integral) va bilvosita (taqsimlangan) quyosh quritgichlarini o‘ziga birlashtiradi. Quritilayotgan mahsulotga bevosita tushayotgan quyosh nurlanish energiyasi va issiq havo, quritish jarayoni uchun zarur bo‘lgan issiqlikni ta‘minlaydi [6]. Ko‘pgina hollarda havo quyosh kollektori orqali o‘tganda isiydi va uzatish quvuri orqali quritgich ichida joylashgan lotok ustidagi mahsulotga uzatiladi. Hosil bo‘lgan nam havo, shkafning yuqori qismida joylashgan shamollatish tuynugi yoki havo so‘rgich orqali chiqarib yuboriladi [7]. Issiqlik yo‘qotilishini kamaytirish va xizmat ko‘rsatish muddatini uzaytirish uchun shkafni yaxshi izolyatsiya qilish zarur. Shkaf konstruksiyasini metal listdan tayyorlash va suvga chidamli qoplamadan foydalanish tavsiya etiladi. Issiq havo lotokdagi mahsulot to‘liq quritilgunga qadar uzatiladi. Issiq havo dastlab pastdagi lotok orqali uzatilganligi sababli, ushbu lotok birinchi quriydi, yuqoridagi lotok eng oxiri quriydi. Ushbu tizimning afzalliklari: konstruksiyasi sodda, ishchi kuchi harajati kam, mahsulotni yuklash va bo‘shatish oson, mahsulot bevosita quyosh nurlari ta‘sirida bo‘lmaganligi sababli, mahsulotning sifati va rangi chiroyli saqlanadi, issiqlikni akkumulyatsiyalash tizimini qo‘llash mumkin. Kamchiliklari: pastki lotokda joylashgan mahsulotni keragidan ortiq qurishi, yoqilg‘i sarfi nuqtai nazaridan samaradorligini pastligi va hokazo (1, a-rasm).



1-rasm. Shkafli quyosh quritgichlari.

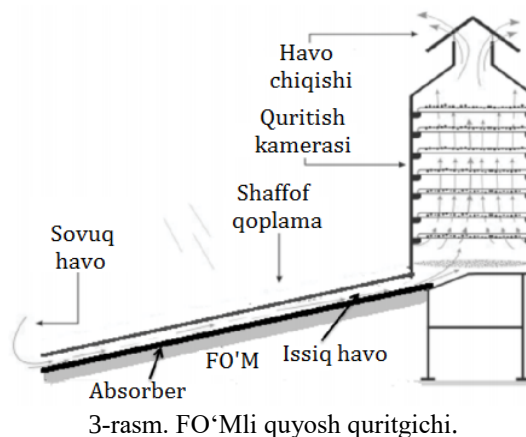
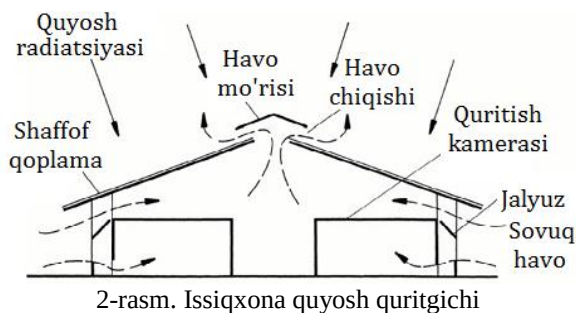
Aktiv quyosh quritgichlari majburiy konveksiyali yoki gibridd quyosh quritgichlari deb ataladi. Ushbu quritgichlarda quritishning butun jarayoni davomida havoning optimal oqimini ta‘minlash mumkin, shuningdek, iqlim sharoitiga bog‘liq bo‘lmagan holda harorat va namlikni keng diapazonda nazorat qilish mumkin. Bundan tashqari, hajmiy balandlik kam chegaralangan bo‘lib,

havo oqimining tezligini ham nazorat qilish mumkin. Demak, tabiiy konveksiyali quritgichga qaraganda unumdorlik va quritgich ishonchliligi ham sezilarli ortadi. Ko'p sonli tadqiqotlardan ma'lumki, yaxshi loyihalangan majburiy konveksiyali bilvosita quyosh quritgichlari tabiiy konveksiyali turga nisbatan ancha samarali hisoblanadi [8]. Majburiy konveksiyadan foydalanish quritish vaqtini uch martagacha qisqartiradi va kollektorning zarur maydoinin 50% gacha kamaytiradi. Xuddi shunday ventilyatorli quritgichlar ham yuqori unumdor bo'lib, kollektor yuzasini taxminan 6 martagacha qisqarishini ta'minlaydi. Ventilyatorlar elektr tarmog'idan yoki fotoelektrik paneldan ta'minlanishi mumkin. Tabiiy konveksiyali quritgichlarning deyarli barcha turlari majburiy konveksiyada ham ishlaydi [9] (1, b-rasm).

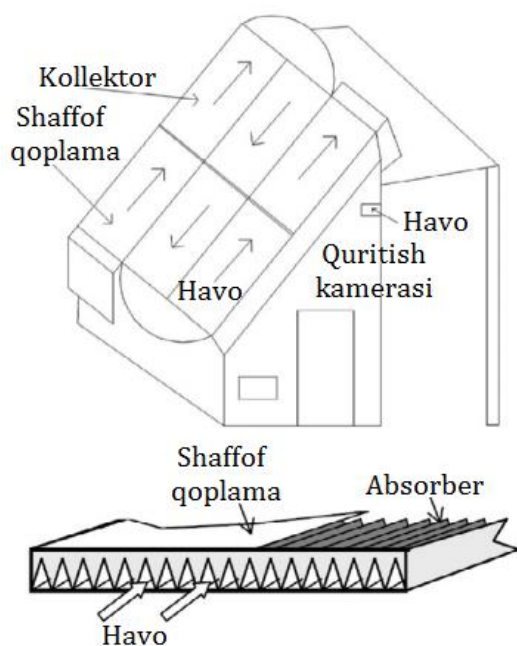
Ma'lumki, quyosh quritgichlarida havoni qizdirish uchun quyosh energiyasidan foydalaniladi, natijada quritgichlar faqatgina quyoshli kunlarda ishlaydi. Quritgichlarning samaradorligini oshirish uchun issiqxona turidagi quyosh quritgichlari taklif etilgan bo'lib, u quyosh kollektori va issiqxona tizimlarini o'ziga birlashtirgan. Ushbu quritgichning devori va qoplamasi shaffof materiallardan, shisha, olovbardosh oyna, ultrabinafsha nurlanishiga chidamli plastik yoki polikarbonat listlardan tayyorlanadi. Shaffof materiallar tayanchlarga yoki po'lat ramalarga bolt, gayka va zichlamalar yordamida mahkamlanadi. Quyosh radiatsiyasi yutilishini oshirish uchun konstruksiya ichida qoraytirilgan yuzalar hosil qilinadi. Quritish havosini bir xilda taqsimlanishiga erishish uchun haydovchi va so'ruvchi ventilyatorlar to'g'ri holatda joylashtiriladi. Issiqxona quritgichlarining yaxshi konstruksiyasida quritish jarayonining yuqori nazorati ta'minlanadi va ulardan yirik masshtabli quritishlarda keng foydalanish mumkin.

Tiwari va boshqalar [10] tabiiy konveksiyali issiqxona quritgichini ishlab chiqishgan bo'lib, u ikkita parallel qatorli quritish maydonidan tashkil topgan. Ruxlangan metal simdan tayyorlangan to'rtli yuza yog'och ustunlarda joylashtirilgan. Platforma ustidagi qo'zg'almas qiya shishali qoplama quyosh radiatsiyasini mahsulotga uzatadi. Quritgich o'qi bo'ylab shimol-janub yo'nalishida joylashgan bo'lib, quyosh radiatsiyasini maksimal yutish uchun qora qoplamali ichki devorga ega. Ruxlangan listdan tayyorlangan qopqoqcha qoplama ustida joylashtirilgan bo'lib, havo chiqishini ta'minlaydi. Plastformaning tashqi tomonidagi jalyuzlar havo kirishini nazorat qiladi. Tabiiy sirkulyatsiyali issiqxona turidagi quyosh quritgichining soddalashtirilgan tipaviy konstruksiyasi shaffof yarim silindrik quritish kamerasi va unga mahkamlangan silindrsimon havo mo'risidan tashkil topgan. Quritish kamerasi ustidagi havo mo'risining maksimal balandligi 3 m va diametri 1,64 m.

Quritgich quyosh energiyasi bevosita quritgich ichidagi mahsulotga ta'sir etishi natijasida ishlaydi. Havo mo'risining ichida joylashgan va vertikal osilgan qora absorber quyosh nurlanishini yutadi va qiziydi, natijada atrofidagi havoni qizdiradi. Ushbu issiq havo yuqoriga ko'tarilganda quritgichning ikkinchi uchidan yangi havo so'rilib kiradi. Issiqxona turidagi quritgichlarning asosiy afzalligi narxining arzonligi, qurishda oson va ekspluatatsiyada qulay. Kamchiligi-shamolning tezligi yuqori bo'lganda mahsulotni zararlanish ehtimoli mavjud (2-rasm).



Natijalar va muhokama. Fazasini o'zgartiruvchi materialdan foydalaniladigan quyosh quritgichlari. Fazasini o'zgartiruvchi material (FO'M)-bu belgilangan haroratda yuqori erish va qotish issiqligiga (yashirin issiqlik), katta miqdordagi issiqlikni saqlash va fazasini o'zgartirgan vaqtda shu issiqlik chiqarish qobiliyatiga ega bo'lgan modda hisoblanadi. Bunday turdagi materiallar ikki turda bo'ladi: oshkora issiqlik (haroratni o'zgaradi) va yashirin issiqlik (harorat o'zgarmaydi). FO'M o'zgarimas haroratda fazasini o'zgartiradi, katta miqdordagi issiqlikni saqlaydi va yana qaytadan fazasini o'zgartirib saqlangan issiqlikni chiqaradi, ushbu issiqlikdan qizdirish yoki quritishda foydalanish mumkin. Odatda qattiq-suyuq FO'Mlardan ko'p foydalaniladi. Material qattiq holatdan suyuq holatga o'tganda yoki suyuq holatdan qattiq holatga o'tganda issiqlik uzatiladi. Dastlab qattiq-suyuq FO'Mlar faqatgina issiqlikni saqlashda qo'llanilgan bo'lib, ularga issiqlikni yutilishi bilan harorat ortishi kuzatilgan. Hozirgi kunda ishlatiladigan FO'Mlar o'zgarimas haroratda issiqlikni yutadi va ajratadi. Ular hajm birligida suvga nisbatan 5-14 martgacha ko'p miqdorda energiyani akkumulyatsiyalash qobiliyatiga ega [11] (3-rasm).



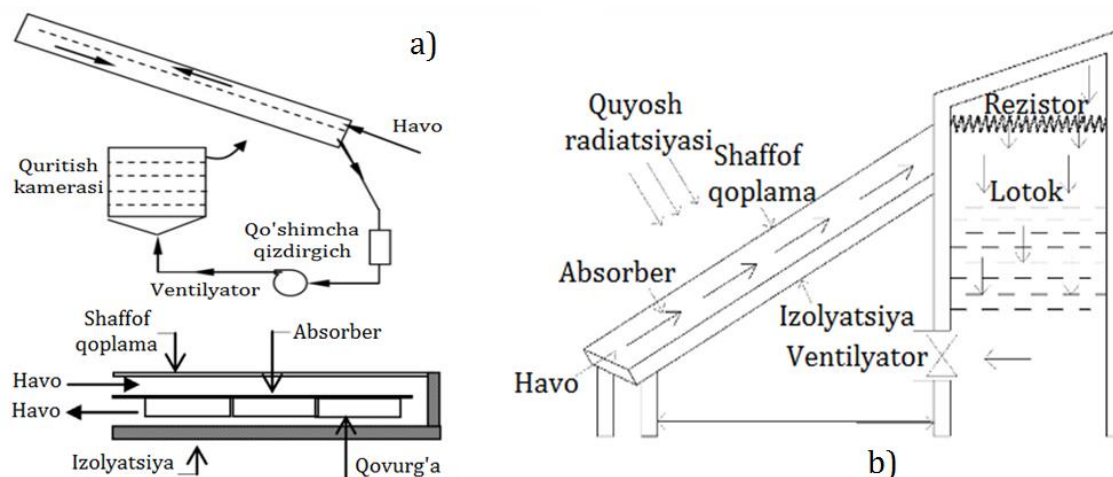
4-rasm. Quyosh havo kollektorli quyosh quritish tizimi.

Quyosh havo kollektorli quyosh quritgichlari. Prasad va Singlar [12] o'rtacha quyosh radiatsiyasi 700 Vt/m^2 , kollektorning yuzasi 15 m^2 va havo oqimining tezligi $15,1 \text{ m}^3/\text{min}$ bo'lganda havoning chiqishdagi o'rtacha harorati 50°C ga yetishini aniqlashgan. Choy va qalampir quyosh quritgichida quritilganda tizimning samaradorligini tajribaviy tadqiqot qilishgan. Issiq havo kollektorning chiqish tuynugidan quritish kamerasiga kiritiladi. Uzlüksiz ishlashni ta'minlash va haroratni samarali nazorat qilish uchun quvvati 10 kVt bo'lgan qo'shimcha issiqlik manbaidan foydalanilgan (4-rasm). Yangi choy barglarining boshlang'ich namligi 87% bo'lib, namlikni 54% gacha pasaytirish zarur bo'lgan. Agar quritish kamerasidagi harorat 50°C dan pasaysa yordamchi qizdirgich qo'shiladi. Havo oqimining tezligi $15,1 \text{ m}^3/\text{min}$. Choyning boshlang'ich massasi $10,03 \text{ kg}$, oxirgi massasi $2,86 \text{ kg}$ ni tashkil etgan.

Ikki yo'lli quyosh havo kollektorida havo dastlab qora absorber plastinadan o'tadi, keyin issiqlik uzatish yuzasini oshiruvchi qovurg'alar tizimidan o'tkaziladi,

natijada havoning harorati sezilarli ortadi. Sopian va boshqalar [13] sig'imi 300 kg bo'lgan quritish tizimini ishlab chiqishgan. Tizimning asosiy komponentlari quyosh kollektorlari massivi, yordamchi qizdirgich, ventilyator va quritish kamerasidan iborat. Kameraning o'lchamlari quyidagicha: uzunligi $4,8 \text{ m}$, kengligi 1 m va balandligi $0,6 \text{ m}$. To'rtta kollektor ketma-ket o'rnatilgan (5, a-rasm). Kollektorning maydoni $11,52 \text{ m}^2$, havoning massaviy sarfi $0,05\text{-}0,12 \text{ kg/s}$, quritishning o'rtacha harorati 50 dan 65°C gacha. Tizim dengiz suv o'tlarini quritish uchun ishlatiladi. Ochiq havoda quritish sharoitida odatda $10\text{-}14$ kun zarur bo'ladi. Dengiz o'tlarining boshlang'ich va oxirgi namligi 90% va 10% ni tashkil etadi. O'rtacha quyosh radiatsiyasi 544 Vt/m^2 va havo oqimining tezligi $0,06 \text{ kg/s}$ bo'lganda quritish vaqti 14 soatni tashkil etgan. Massasi 40 kg bo'lgan material uchun kollektor va quritish tizimining samaradorligi mos ravishda 37% va 27% ni tashkil etgan.

Bilvosita aktiv gibrid quyosh-elektrik quyosh quritgichi. Gibrid turidagi quyosh quritgichlarida quyosh kollektoridan tashqari havoni qo'shimcha qizdiruvchi manba mavjud bo'ladi, natijada qurituvchi havoning umumiy harorati sezilarli ortadi. Ushbu quritish tizimi uzluksiz quritish va quyosh nurlanishi mavjud bo'lmaganda ham ishlaydi. Mirzaei va boshqalarning [14] tadqiqotida uzluksiz aktiv gibrid quyosh-elektrik quritgichining tahlili keltirilgan (5, b-rasm).



5-rasm. Bilvosita quyosh quritish tizimlari.

Gibrid quyosh-elektrik quritgich quyosh kollektori, quritish kamerasi, ventilyator, rezistivli qizdirgich (quvvati 3,75 kVt) va harorat rostlagichidan tashkil topgan. Quyosh havo kollektorining maydoni 2,45 m² va 31° burchak ostida oʻrnatilgan. Absorberining qalinligi 2 mm, shaffof qoplamasining qalinligi 5 mm, tashqi tomoni polistirol materiali bilan izolyatsiya qilingan. Havo shisha va absorber orasidan oʻtkaziladi. Quyosh kollektori bevosita quritish kamerasiga ulangan. Quritish kamerasining oʻlchami 1,65x0,60x1,0 m boʻlib, ichiga oltita lotok joylashtirilgan va har bir lotokning maydoni 0,4 m². Lotokning korpusi yogʻochdan tayyorlangan va oʻrta qismi simli toʻr bilan qoplangan. Quritish kamerasining eshigidan yoʻqotilishni kamaytirish uchun eshigi germetik yopilgan. Quyosh quritgichida quritish jarayonida havoning haroratini rostlash uchun yordamchi qizdirgich oʻrnatilgan. Havoni dastlabki qizdirish quyosh nurlanishi hisobiga amalga oshiriladi, agar harorat talab etilgan haroratdan past boʻlsa, u holda elektrik qarshilik yordamida qoʻshimcha qizdiriladi, keyin tortuvchi ventilyator yordamida mahsulot atrofidan oʻtkaziladi. Tortuvchi ventilyatorning diametri 20 sm boʻlib, havoning massaviy sarfini tanlash uchun klapan yordamida qoʻl orqali boshqariladi. Havoni bir xilda taqsimlanishini va mahsulot namligini toʻliq nazorat qilish uchun ventilyator lotkaning ostida joylashtirilgan.

Xulosa. Quyosh energiyasi potentsiali eng koʻp qoʻllaniladigan sohalardan biri qishloq xoʻjalik mahsulotlarini quyosh energiyasi yordamida quritishdir. Rivojlangan mamlakatlarda meva va sabzavotlarni quritish vaqtidagi yoʻqotilish ishlab chiqarishning 30-40% ni tashkil qiladi. Yuqorida koʻrib chiqilgan har xil turdagi quyosh quritgichlari orasida shkaf turidagi quyosh quritgichlari quritish tezligi va sifati boʻyicha ustun ekanligini koʻrsatadi. Katta miqdordagi qishloq xoʻjalik mahsulotlarini quritishda esa issiqxona turidagi quyosh quritgichlaridan foydalanish quritish tizimining samaradorligini ortishiga olib keladi. Yuqoridagi tahlillardan kelib chiqib samaradorligi yuqori boʻlgan quyosh quritgichlarini tanlash quritilayotgan qishloq xoʻjalik mahsulotlarni turiga, iqlim sharoitiga va qurilmaning konstruksiyasiga bogʻliq ekanligi aniqlandi.

Adabiyotlar

- [1]. A. Tiwari. A Review on Solar Drying of Agricultural Produce. J Food Process Technol. V.7, I.9, 10006232016, 2016.
- [2]. A. Tiwari. A Review on Solar Drying of Agricultural Produce. J. Food Process Technol. 2016, 7, 1000623.
- [3]. H. El Hage, A. Herez, M. Ramadan, H. Bazzi, M. Khaled. An investigation on solar drying: A review with economic and environmental assessment. Energy, 157, 2018. – p. 815–829.
- [4]. N.M. Ortiz-Rodriguez, M. Condor, G. Duran, O. Garcia-Valladares. Solar drying Technologies: A review and future research directions with a focus on agro-industrial applications in medium and large scale. Appl. Therm. Eng. 2022, 215, 118993.
- [5]. Y. Li, H.F. Li, Y.Y. Dai, S.F. Gao, L. Wei et al. Experimental investigation on a solar assisted heat pump in-store drying system. Appl Therma Eng 31, 2011. – p. 1718-1724.

- [6]. M.I. Ismail, N.A. Yunus, H. Hashim, H. Integration of solar heating systems for low-temperature heat demand in food processing industry-A review. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2021, 147, 111192.
- [7]. P. Singh Chauhan, A. Kumar, P. Tekasakul. Applications of software in solar drying systems: A review. *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 51, 2015. – p. 1326-1337.
- [8]. H. Essalhi, M. Benchrifa, R. Tadili, M.N. Bargach. Experimental and theoretical analysis of drying grapes under an indirect solar dryer and in open sun. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 49, 2018. – p. 58-64.
- [9]. A. Kumar, K.U. Singh, M.K. Singh, A.K.S. Kushwaha, A. Kumar, S. Mahato. Retracted: Design and Fabrication of Solar Dryer System for Food Preservation of Vegetables or Fruit. *J. Food Qual.* 2023, 9760148.
- [10]. S. Tiwari, G.N. Tiwari, I.M. Al-Helal. Development and recent trends in greenhouse dryer: A review. *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 65, 2016. – p. 1048-1064.
- [11]. M. Sharma, D. Atheaya, A. Kumar, A. Recent advancements of PCM based indirect type solar drying systems: A state of art. *Mater. Today Proc.*, 47, 2021. – p. 5852-5855.
- [12]. A.K. Prasad, M.L. Singh. Design and analysis of different types of solar collector for solar air dryer: A review. In *Proceedings of the 2022 1st IEEE International Conference on Industrial Electronics: Developments & Applications (ICIDEA)*, Bhubaneswar, India, 15–16 October 2022. – p. 169-174.
- [13]. K. Sopian, M.A. Alghoul, E.M. Alfegi, M.Y. Sulaiman, E.A. Musa EA. Evaluation of thermal efficiency of double pass solar collector with porous-nonporous media. *Renew Energy* 34, 2009. – p. 640-645.
- [14]. S. Mirzaei, M. Ameri, H. Morteza pour. Comparative energy-exergy and economic-environmental analyses of recently advanced solar photovoltaic and photovoltaic thermal hybrid dryers: A review. *Dry. Technol.*, 41, 2022. – p. 655-706.

ROTORI QISQA TUTASHTIRILGAN ASINXRON MOTOR VALIDAGI YUKLAMA O'ZGARISHI ASOSIDA QUVVATINI AVTOMATIK BOSHQARISH

J.S. Olimov, S.G'. Shirinov

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti,
Tel.: +998933732328(c), e-mail: olimovjasur2328@gmail.com, Tel.: +998942261313(c),
[\(Qabul qilindi 16.08.2024 y.\)](#)

Annotatsiya. Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motor o'zining ishonchlik, chidamlilik va iqtisodiy samaradorlik nuqtai nazaridan afzalliklari tufayli sanoat korxonalarida keng qo'llaniladi. Shu bilan birga, uning kamchiliklaridan biri shundaki, aktiv va reaktiv quvvat sarfini muvozanatlashtira olmasligi sababli quvvatni yo'qotish omillari o'zini namoyon qiladi. Ayniqsa, qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motor yuklanmagan (salt) ish holatda yoki dastlabki ishga tushirish vaqtida, quvvat koeffitsiyenti yoki foydali ish va unumdorlik keskin kamayadi. Shuning uchun, qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorning quvvat koeffitsiyentini yaxshilash keyingi maqolar uchun dolzarb mavzu bo'lib, bir necha yillardan beri qiziqarli echimlarni o'z ichiga olib kelmoqda. Ushbu maqolada ikki turdagi boshqarish tizimini umumlashgan (chastota konvertori va bashoratli momentni boshqarish) sistemasi keltirib o'tilgan. Ushbu maqolaning asosiy yo'nalishi yuqorida aytib o'tilgan ikkita tizimdan foydalangan holda qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorni boshqarish tizimini loyihalash, turli nazorat usullarining ishlashini tahlil qilish va simulyatsiya va eksperimental natijalarni taqqoslash orqali ushbu usullarni nazariy tahlilini yoritgan.

Tayanch so'zlar: qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motor, moment, sirpanish koeffitsiyenti, samaradorlik, boshqarish algoritmlari, chastota o'zgartirgich, o'zgaruvchan tok, kuchlanish manbasi invertori, pulsatsiyalanuvchi kuchlanish, bashoratli regulyator.

Аннотация. Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором широко применяется на промышленных предприятиях благодаря своим преимуществам по надежности, долговечности и экономичности. При этом одним из его недостатков является то, что коэффициенты потерь мощности проявляются из-за невозможности сбалансировать потребление активной и реактивной мощности. Особенно в асинхронном двигателе с короткозамкнутым ротором в ненагруженном (солевом) рабочем состоянии или во время первоначального запуска коэффициент мощности или полезная работа и КПД резко снижаются. Поэтому улучшение коэффициента мощности асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором является актуальной темой для следующих статей, уже несколько лет содержащих интересные решения. В данной статье представлена система, объединяющая два типа систем управления (преобразователь частоты и прогнозирующее управление крутящим моментом). Основное внимание в этой статье уделяется разработке системы

управления короткозамкнутым асинхронным двигателем с использованием двух упомянутых выше систем, анализу эффективности различных методов управления и сравнению результатов моделирования и экспериментов с теоретическим анализом этих методов.

Ключевые слова: асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, крутящий момент, коэффициент скольжения, КПД, алгоритмы управления, преобразователь частоты, переменный ток, инвертор напряжения, пульсирующее напряжение, прогнозирующий регулятор.

Abstract. The short-circuited rotor asynchronous motor is widely used in industrial enterprises due to its advantages in terms of reliability, durability, and cost-effectiveness. At the same time, one of its disadvantages is that power loss factors manifest themselves due to the inability to balance active and reactive power consumption. Especially in short-circuited rotor asynchronous motors at unloaded (salt) operating conditions or during the initial start-up, the power coefficient or useful work and efficiency are drastically reduced. Therefore, improving the power coefficient of the asynchronous motor with a short-circuited rotor is a relevant topic for the next articles, and has been containing interesting solutions for several years. This article presents a system that summarizes two types of control systems (frequency converter and predictive torque control). The main focus of this paper is to design a short-circuited induction motor control system using the two systems mentioned above, to analyze the performance of different control methods, and to compare the simulation and experimental results with the theoretical analysis of these methods.

Key words: asynchronous motor with short-circuited rotor, torque, slip coefficient, efficiency, control algorithms, frequency converter, alternating current, voltage source inverter, pulsating voltage, predictive regulator.

Kirish. Elektr motorlar zamonaviy va rivojlanayotgan jamiyatimizning asosiy ishlab chiqarishdagi vositasi sanaladi. Statistik ma'lumotlarga ko'ra, sanoati rivojlangan mamlakatlarda ishlab chiqarilgan umumiy elektr energiyasining yarmidan ortig'i elektr motorlari tomonidan iste'mol qilinadi (1-jadval). Shu sababli, sanoatda asosiy yuritma sifatida qo'llaniluvchi o'zgaruvchan quvvatli qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motoriga talab yuqoridir va u yuklama doimiy bo'lmagan (turg'unmas) jarayon uchun juda mos keladi. Zamonaviy detektorlar va sensorlar yordamida biz rejalashtirilgan loyihamizni bajarish imkoni mavjuddir. Avvalo, dastlab elektr motorning ish holatini bir necha sabablarga ko'ra o'rganish zarurdir. Masalan: ba'zi ishlab chiqarishlarda elektr motorning tezligi muhim ahamiyatga ega, boshqa sohalarda esa valdagi yuklama juda o'zgaruvchan, shuning uchun bu masala muayyan hisob-kitoblarni talab qiladi [1].

Jadval 1.

Elektr energiyasi iste'mol ko'rsatgichi.

Energiyadan foydalanish	Iste'mol qilingan umumiy elektr energiyasining %	Ilovadagi elektr motorlar tomonidan iste'mol %
Mustaqil ish rejimli motorlar	22.6	22.6
Sovutish va havo bilan ishlash	12	11.4
Maishiy qurilmalar	12	7.5
Kichik jihozlar	11.5	2.3
Kommunal xizmatlarning shaxsiy foydalanishi, temir yo'llar, energetika organlari	8	6.9
Havo isitish	7	1.8
Yoritish	15.5	-
Elektroliz va issiqlik jarayoni	6	-
Suvni isitish	5	-
Jami	~100%	52.5%

2. Materiallar va metodlar

2.1. Asinxron motorlarning matematik xarakteristikalar

Induksion yuhud asinxron motorlarning ish holatini boshqaradigan asosiy matematik munosabatlarni tushunish muhimdir. Tushuntirish uchun ishlatiladigan ba'zi asosiy munosabatlar quyida keltirilgan: [2]

2.1.1. Yuklama

Asinxron motor tomonidan ishlab chiqarilgan moment quyidagi formula (1) bilan ifodalanadi:

$$T = \frac{5250 \times HP}{N_{rpm}} \quad (1)$$

Bu yerda: HP = ot kuchi, hp, N_{rpm} = boshqaruv tezligi, rpm.

2.1.2. Sirpanish koeffitsiyenti

O'zgaruvchan tokning chastotasi bilan stator ichidagi magnit maydonning aylanish tezligini ifodalaydi. Rotor bu maydon orasida statordagi magnit maydonga nisbatan sekinroq aylanish bilan harakat qiladi. Tezlikdagi bu farq sirpanish deb ataladi [2].

$$\% Slip = \frac{N_s - N}{N_s} \quad (2)$$

Bu yerda: N_s = sinxron tezlik, N = hisoblangan rotordagi tezlik.

2.2. Sanoatdagi elektr motor yuklamasining ifodasi

Hozirgi vaqtda ishlab chiqarish sanoatida qo'llaniladigan ko'plab asinxron motorli yuritmalar katta hajmga ega. Motorni o'rnatish bo'yicha qaror qabul qilishda zavod muhandislari tomonidan amalga oshiriladigan hisob-kitoblar, odatda, sirpanish koeffitsiyenti va yuklamani aniqlash texnikasiga asoslanadi. Yuklanish koeffitsiyenti 60-80% da optimal yuklama darajasidan pastga tushganda, asinxron motorlarning samaradorligi pasayishni boshlaydi. Ko'rinib turibdiki, agar asinxron motorlarning validagi yuklama 70% gacha bo'lsa, vosita samaradorligi yuqori bo'ladi.

2.3. Asinxron motor samaradorligini oshirish uchun qo'llaniladigan usullar.

Asinxron motor harakatini boshqarish va tezlikni sozlash ko'plab jarayonlarda, xoh maishiy yoki sanoat jarayonlarida talab qilinadigan asosiy parametrdir. Ushbu maqsadlar uchun ishlatiladigan tizimlar drayverlar deb ataladi. Elektron drayverlar tegishli tezlikni kuzatish usullaridan foydalangan holda asinxron motorining tezligini nazorat qilish uchun turli xil detektorlar va boshqaruv algoritmlaridan foydalanadi. Umuman olganda, elektr motorining quvvatini sozlashning turli usullari mavjud bo'lib, ularning afzalliklari va kamchiliklari bilan bugungi kunda ham keng qo'llaniladi. Asosiy va keng tarqalgan usullardan biri chastota konvertori orqali quvvatni boshqarish bo'lib, u tezlikni o'zgartirish zarur bo'lgan ko'p hollarda qo'llaniladi [3, 4].

3. Natijalar va muhokama

3.1. Chastotani o'zgartiruvchi asinxron motorli boshqaruv tizimi.

Asinxron motorning tezligini nazorat qilish o'zgaruvchan kuchlanish va chastotali manbalardan foydalanishni talab qiladi. 50 yoki 60 Hz chastotali quvvat bilan ta'minlanadigan chastotali konvertorlar bunga misoldir. O'zgaruvchan chastotali kuchlanish manbasini olish uchun biz boshqariladigan kuchlanish manbasi invertori bilan birlashtirilgan kuchlanish rektifikatorini (o'zgaruvchan tokni o'zgarmasga aylantirish) amalga oshirishimiz kerak. AC (50 Hz) kuchlanishni

doimiy kuchlanishga aylantirish uchun rektifikator ishlatiladi, inverter esa doimiy kuchlanishni o'zgaruvchan chastotali kuchlanishga aylantira oladigan boshqariladigan qurilma vazifasini bajaradi. Diodlarni ish shartlari uch fazali kuchlanish egri chizig'idan chiqish pulsatsiyalanadigan kuchlanishini beradi.

$$V_{out} = \frac{3}{\pi} \left(\int_{\pi/6}^{\pi/2} (V_1 - V_2) dt + \int_{\pi/2}^{5\pi/6} (V_1 - V_2) dt \right) \quad (3)$$

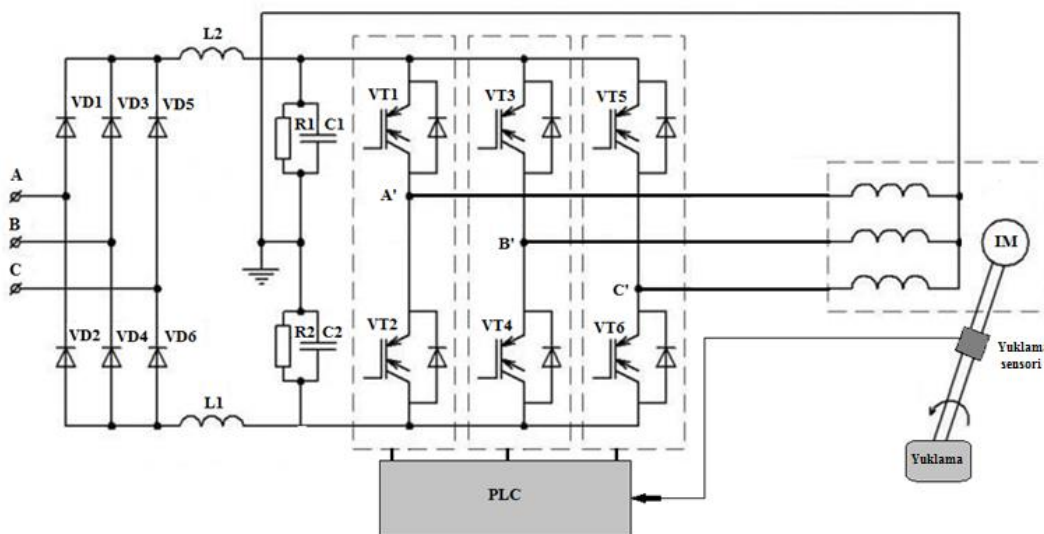
$$V_{out} = -\frac{3V_m}{\pi} [-1.73 - 0.86 + 0.86] \quad (4)$$

$$V_{out} = 1.65V_m = 1.65 \cdot \sqrt{2} \cdot V_{rms} \quad (5)$$

Kuchlanish rektifikatori – yarim o'tkazgichli diodlar to'plamidan foydalangan holda o'zgaruvchan tokni to'g'ridan-to'g'ri o'zgarmas tok oqimi manbaiga aylantirish uchun ishlatiladigan statik quvvatli elektron qurilma. Uch fazali tizimda to'liq 2,5 sikl (davr)li to'liqin (pulsatsiya)li rektifikatorni qurish uchun oltita diod ishlatiladi. Ko'rsatilgandek, yuqoridagi sxemada rektifikator diodlar bilan antiparallel ulangan to'liq boshqariladigan tranzistorlar (IGBT / MOSFET) to'plami (inverter) ishlatiladi. Invertorning ishlash printsipli o'zgaruvchan tok hosil qilish uchun o'zgarmas tok oqimi manbaining musbat va manfiy qutblari o'rtasida juda tez o'tishga asoslanadi va bu o'tish tezligi bazaga etkazib beriladigan signal tezligiga bog'liq. Quvvat manbai inverterining chiqish tok oqimi (2- rasm) da ko'rsatilgan.

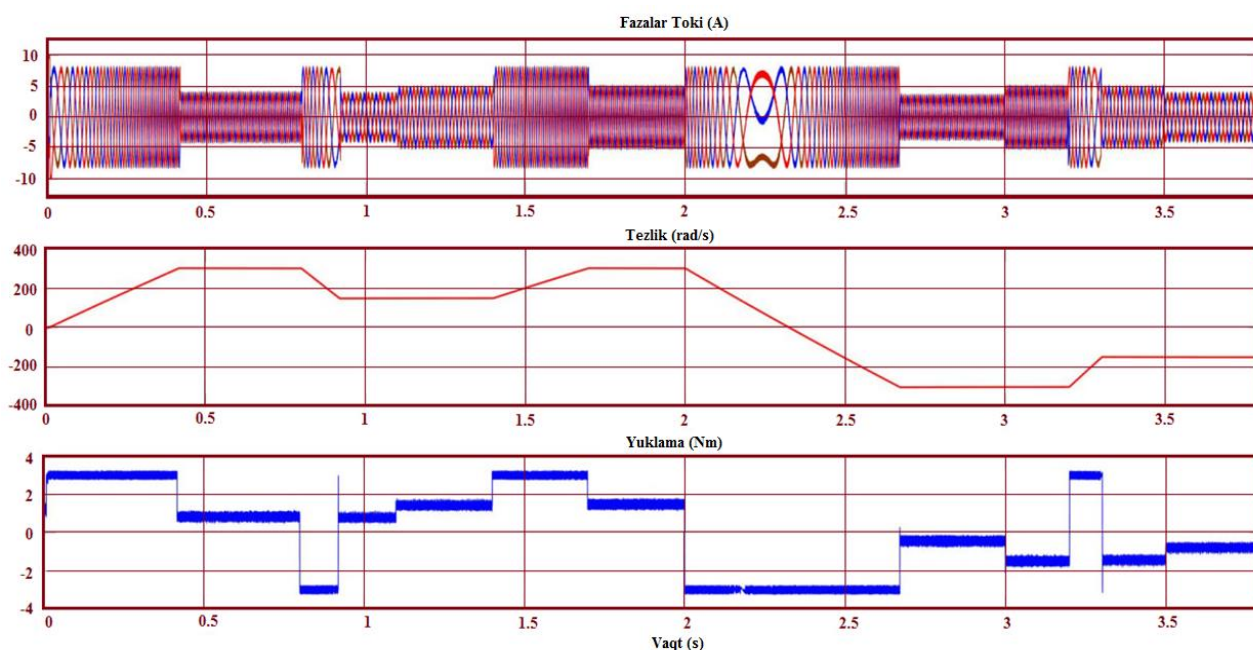
3.2. Yuklamaga tayyangan holda motor quvvatini avtomatik rostlash.

Yuklama asosida boshqarish sxemasi orqali bilvosita asinxron motor drayverining tezlikni boshqarish tizimi (1-rasm) ko'rsatilgan. Quyidagi sxemada asinxron motorning rotoriga yuk tushishi natijasida rotorning tezligi o'zgarishini ko'rish mumkin. Tezlik o'zgarishining tahlili regulyatorga uzatiladi va tahlil qilinadi. Natijada, joriy boshqaruvchida hosil bo'lgan tok oqimi i_{qs} mos ravishda qanday chastota hosil qilish kerakligi haqida invertorga mantiqiy signal uzatadi. Shuni esdan chiqarmaslik kerakki, valdagi momentning haddan tashqari ko'tarilishi uzatiladigan chastotaning keskin o'sishiga olib keladi va statordagi tok oqimning oshishiga hamda shikastlanishga olib kelishi mumkin. Shuning uchun, albatta, himoya choralarini ko'rish kerak [5].



1-rasm. Yuklamaga tayyangan holda motor quvvatini avtomatik rostlash sxemasi.

FCS-MPC orqali motor boshqaruvining kompyuter simulyatsiyalari MATLAB/Simulink dasturi asosida amalga oshiriladi. Simulyatsiyalar tajriba holatida amalga oshirish bosqichidan oldin tayyorgarlik bosqichi sifatida yuqoridagi dastur asosida sinovdan o'tkaziladi. Turli ish sharoitlarida asinxron motor uchun fazalar aro tok oqimlari, val tezligi va elektromagnit moment quyidagi (7-rasm)da tasvirlangan. Simulyatsiya bosqichi uchun umumiy yondashuv tizimni va bashorat qiluvchi boshqaruvchini iloji boricha yaqinroq modellashtirish va aniq qiymatlarga asoslangan bo'lishi kerak. Simulyatsiyada eksperimental amalga oshirishda ishlatiladigan motorning aniq parametrlari asinxron vosita modeli uchun o'rnatiladi. Haqiqiy kalitlarga ega bo'lgan 2L-VSI modeli qo'llaniladi, chunki asosiy e'tibor inverter samaradorligiga emas, balki boshqaruv sifatiga qaratilgan [1]. Boshqarish harakati "MPC-modelli bashoratli boshqaruv" deb nomlangan quyi tizim ostida amalga oshiriladi. MPC bloki oldindan belgilangan yoki dasturlashtirilgan boshqaruv sikli asosida jarayonni boshqaradigan ishga tushirilgan quyi tizim sifatida modellashtirilgan. Shunday qilib, tezlik va yuklama bir-biriga mutanosib ravishda baholanadi va tok oqimi bilan quvvat iste'moli doimiy nazorat ostida bo'ladi. Qoniqarli raqamli aniqlik uchun simulyatsiya qadaminig o'lchami yoki tezligi 1 ms ga o'rnatiladi. Chunki jarayon haqidagi ma'lumotlarning sekin holatda boshqaruvchiga uzatilishi ish jarayonida ba'zi muammolarni keltirib chiqaradi, masalan, valdagi yukning keskin o'zgarishi tufayli dvigatel tezligiga ta'sir qiladi [6, 7].



2-rasm. Turg'unmas yuklama sharoitlarida asinxron motor uchun fazalar aro tok kuchi, val tezligi va elektromagnit moment.

Yuqoridagi grafikda ko'rsatilganidek, dvigateldagi tok kuchi qiymati doimiy nazorat ostida bo'lishi kerak. Buning sababi shundaki, yuklama o'zgarishi tufayli iste'mol toki qiymatining keskin o'sishi stator cho'lg'amlariga zarar yetkazadi. Shunday qilib, bizning loyihamiz uchun quyidagi tenglamalar foydali bo'lib, tenglamada stator (6) va rotordagi (7) magnit oqim asosiy parametrlar bilan tavsiflanadi. Tenglama (8) rotor va stator o'rtasidagi magnit oqimning munosabatini ko'rsatadi [8, 9].

$$\frac{d\Phi_s}{d\tau} = V_s - R_s I_s \quad (6)$$

$$\frac{d\Phi_s}{d\tau} = R_r \frac{L_m}{L_r} I_s - \left(\frac{R_r}{L_r} - j\omega_s \right) \Phi_r \quad (7)$$

$$\Phi_r = \frac{L_m}{L_r} \Phi_s + \sigma L_s I_s \quad (8)$$

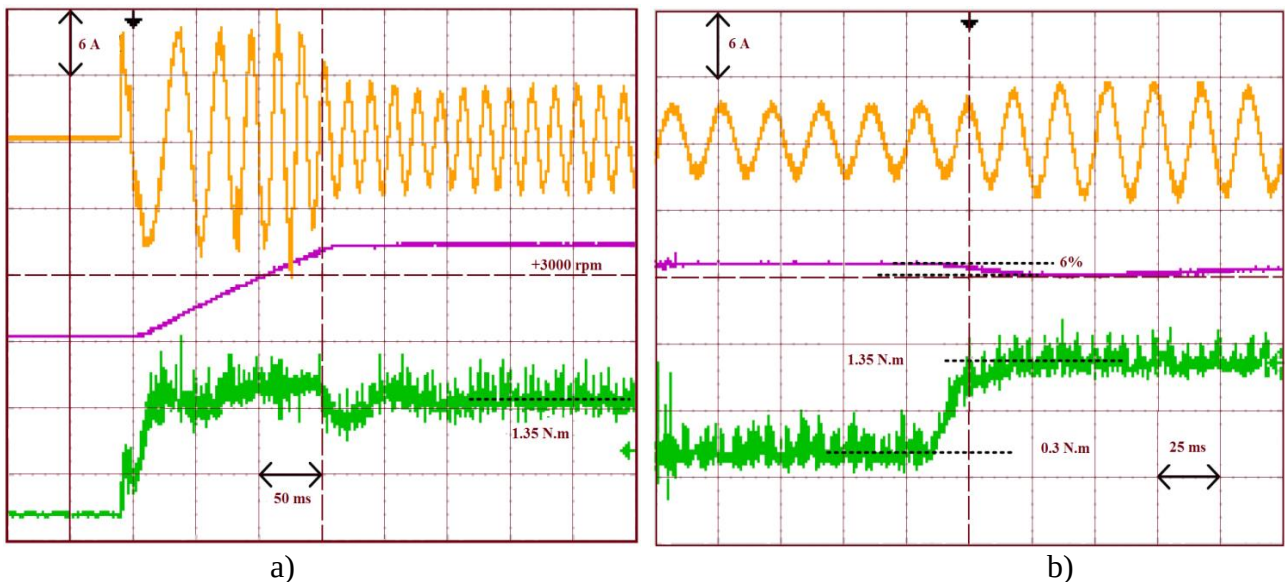
Bu yerda $\sigma = 1 - \frac{L_m^2}{L_s L_r}$ magnit oqim omili sifatida aniqlanadi.

Quyidagi tartibni qo'llash uchun motor tok kuchining qiymatini va yuklamani bir-biriga bog'lash muhimdir. Buning sababi shundaki, biz shuni bilamizki, yuklamaning ortishi tok oqimi qiymatining oshishiga olib keladi. Shuning uchun joriy qiymatni doimiy ravishda kuzatib borish kerak. Quyidagi tenglama orqali biz ikkita asosiy parametr, stator tok oqimi I_s va valdagi yuklama T_{sh} o'rtasidagi bog'liqlikni ko'rishimiz mumkin [10, 11].

$$I_s(k+1) = \left(1 + \frac{T_{sh}}{\tau_\sigma} \right) \cdot I_s(k) + \frac{T_{sh}}{\tau_\sigma + T_{sh}} \cdot \frac{1}{R_\sigma} \left(\left(\frac{k_r}{\tau_r} - k_r \cdot j \cdot w(k) \right) \cdot \Phi_r(k) + v_s(n) \right) \quad (9)$$

Bu yerda: τ_σ = vaqt, R_σ = qarshilik, k_r = induktivlik koeffitsiyenti, τ_r = rotor vaqti, $w(k)$ = rotor tezligi, $v_s(n)$ = kuchlanish vektori.

Tajriba natijasida yuqori aniqlikda dvigateldagi tezlik va yuklama o'zgarishlarini aniqlash va tahlil qilish va shu orqali motorimizning optimal ishlashini ta'minlash orqali ijobiy natijaga erishishimiz mumkin. Ya'ni, odatdagi ish rejimining grafiklari va yangi tajriba o'rtasidagi taqqoslashni ko'rib chiqsak, biz dvigatelimizdagi tok kuchi va valning tezligi odatdagidan kichikroq diapazonda o'zgarishini ko'rishimiz mumkin (3-rasm). Bu shuni anglatadiki, motor optimal ish rejimida ijobiy iqtisodiy ko'rsatkichlarni namoyish etadi.



3-rasm. Oddiy ish rejimi (a) asosida joriy (to'q sariq), tezlik (binafsha) va yuklama (yashil) natijalari. Yangi tajriba (b) asosida joriy (to'q sariq), tezlik (binafsha) va yuklama (yashil) natijalari.

Asinxron motor validagi yuklamaning o'zgarishi haqidagi ma'lumot nazorat moslamasi ya'ni moment o'zgarishi to'g'risidagi signal o'z vaqtida uzatilmasa, statoridagi tok qiymati keskin o'zgarishi sodir bo'ladi. Shuning uchun bu tajribada tok, kuchlanish va quvvat koeffitsiyenti o'zgarishlarini tahlil qiluvchi kodlovchi detektor, moment sensori va datchiklarning aniqligi hamda ularning signallarni boshqaruvchiga uzatish tezligi nihoyatda muhim [12].

4. Xulosa

Xulosa qilib aytish kerakki, chastotani o'zgartiruvchi va prognozli yuklama regulyatori orqali asinxron motorlarni boshqarish usullari keng tarqalgan bo'lib, ikkala usul orqali ham yuqori samaradorlikka erishish mumkin. Albatta, bu usullardan foydalanish motorning ishlash sharoitiga bog'liq. Ammo ba'zi jarayonlarda vosita validagi yuklamaning qiymati doimiy ravishda o'zgaradi. Natijada, vosita uch xil yuksiz (salt), nominal va yuklama rejimida ishlaydi. Dvigatelning ushbu ish rejimida bashoratli momentni boshqarish moslamasining umumlashtirilgan ko'rinishi samarali natijalarga erishishga imkon beradi. Bu shuni anglatadiki, agar bizning asinxron motorimiz valiga yuklama ortib ketsa, aniq tahlil natijasi sensorlar orqali uzatiladi va ma'lumotlar boshqaruvchi kontroller orqali tahlil qilinadi va keyin buyruq chiqish signali orqali invertorga uzatiladi. Natijada, biz bir qator afzalliklarga ega bo'lamiz, masalan, qo'zg'alish tok oqimini kamaytirish, ortiqcha aktiv va reaktiv quvvat sarfini qisman cheklash, quvvat koeffitsiyentini biroz oshirish, tezlikni nazorat qilish va bir qator himoya funktsiyalarini amalga oshirish imkoni tug'iladi.

Adabiyotlar

- [1]. Ilker Sahin, "Model Predictive Torque Control Of An Induction Motor Enhanced With An Inter-Turn Short Circuit Fault Detection Feature", The Graduate School Of Natural And Applied Sciences Of Middle East Technical University, (2021)
- [2]. Subodh Chaudhari, "Load-based energy savings in three-phase squirrel cage induction", West Virginia University, (2004)
- [3]. Jasurjon S. Olimov, Sherzod Sh. Fayziyev, Feruz M. Raximov, Ahror U. Majidov, and Bobur Q. Muxammadov, "Controlling power of short circuited induction motor via modern sensors without speed change", Navoi State University of Mining and Technologies, Navoi, Uzbekistan, GEOTECH-2023.
- [4]. Khaled Abdalla Almezghwi, "Direct Torque Control Of Induction Motor Using Fuzzy Logic". Nicosia, 2015.
- [5]. Fuzi Lftisi, B.Sc, M.Sc. "Intelligent Control of Induction Motors". Faculty of Engineering & Applied Science Memorial University of Newfoundland. May (2019)
- [6]. Ihor Kozakevych, And Kyrylo Budnikov, "Induction Motor Drive Direct Torque Control And Predictive Torque Control Comparison Based On Switching Pattern Analysis". Automatic Electromechanical Systems In Industry And Vehicles Department, 11 Vitalii Matusevych Str., Kryvyi Rih, 50027, Ukraine. ICSF (2021)
- [7]. Olimov J.S., Raximov F.M. "Design and development of short circuited induction motor": Proceedings of the 4-international conference on integrated innovative development of zarafshan region: achievements, challenges and prospects dedicated to the 65- Anniversary of Navoi Mining and Metallurgical Company, Volume II, November 16-17, 2023. Navoi, Uzbekistan.
- [8]. Olimov J.S., Eshmirzayev M.A. "Controlling power of induction motor via modern sensors without speed change": Proceedings of the 6-international conference on integrated innovative development of zarafshan region: achievements, challenges and prospects dedicated to the 65- Anniversary of Navoi Mining and Metallurgical Company, Volume II, November 16-17, 2023. Navoi, Uzbekistan.
- [9]. Yanmei Yao, "Study of Induction Machines with Rotating Power Electronic Converter", Doctoral Thesis Stockholm, Sweden (2016)
- [10]. Zhi SHANG, "Simulation and Experiment for Induction Motor Control Strategies Simulation and Experiment for Induction Motor Control Strategies", Windsor, Ontario, Canada (2011)
- [11]. Ibadullaev, M., Tovbaev, A.N. "Research of Ferr-Resonance Oscillations at the Frequency of Subharmonics in Three-Phase Non-Linear Electric Circuits and Systems", //E3S Web of Conferences, 2020, 216, 01113 https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2020/76/e3sconf_rses2020_01113.pdf
- [12]. Tovbaev A., Boynazarov G., Togaev I. "Improving the quality of electricity using the application of reactive power sources", E3S Web of Conferences 390(4):06032 DOI: [10.1051/e3sconf/202339006032](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339006032) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339006032>.

UO‘K 662.997

KO‘P FUNKSIYALI GELIOTEKNIK QURILMANI INKUBATSIYA REJIMIDA TADQIQ QILISH

G‘.N. Uzoqov, O.A. Quziyev

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti,
uzoqov66@mail.ru, quziyevolmosbek57@gmail.com
(Qabul qilindi 16.08.2024 y.)

Annotatsiya. Avtonom energiya iste'molchilarini uzluksiz energiya bilan ta'minlash va energiya samaradorligini oshirishda qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish dolzarb hisoblanadi. Ushbu maqolada 1000 ta tuxumni talab etilgan harorat va namlikda inkubatsiya qilishga mo'ljallangan ko'p funktsiyali kombinatsiyalashgan geliotexnik qurilmaning inkubatsiya rejimida tadqiq qilish natijalari keltirilgan. Ishlab chiqilgan ko'p funktsiyali geliotexnik qurilma inkubator kamerasi, quyosh paneli, quyosh suv isitish kollektori, tuxum patnisi, harorat va namlik datchigi, suv idishi va sovutish ventilyator tizimidan iborat. Ishlab chiqilgan geliointkubatorni dastlabki sinov tadqiqotlarida tovuq tuxumlari ishlatilgan. Tajribalar shuni ko'rsatdiki, inkubatsiyaning dastlabki 18 kunida qurilmada 37,5 °C haroratda va 60 % nisbiy namlikda va keyin harorat 36,5 °C ga tushirilgan va nisbiy namlik 70 % gacha oshirish imkoniyati yaratilgan. Atrof-muhit harorati geliointkubatorning ichki haroratga ko'proq ta'sir qiladi va ichki haroratni nostatsionar o'zgartiradi. Inkubatsiya sinovi davomida o'rtacha 37,6 °C haroratda va nisbiy namlikning 65 % da o'rtacha inkubatsiya darajasi 67,40 %, 59,02 %, 8,14 % va 84,96 % ni tashkil etdi. Inkubatorning ishlash natijalariga ko'ra, geliointkubator qurilmasidan kichik va o'rta parrandachilar tomonidan samarali foydalanish mumkin.

Kalit so'zlar. Tabiiy inkubatsiya, sun'iy inkubatsiya, quyosh paneli, quyosh kollektori, harorat va namlik rejimi.

Аннотация. Важно использовать возобновляемые источники энергии для обеспечения автономных потребителей энергии непрерывной энергией и повышения энергоэффективности. В данной статье представлены результаты исследований в режиме инкубации многофункционального комбинированного гелиотехнического устройства, рассчитанного на инкубацию 1000 яиц при необходимой температуре и влажности. Разработанное многофункциональное гелиотехническое устройство состоит из инкубационной камеры, солнечной панели, солнечного коллектора для нагрева воды, лотка для яиц, датчика температуры и влажности, резервуара для воды и системы вентиляторов охлаждения. Куриные яйца использовались в первоначальных тестовых исследованиях разработанного гелиоинкубатора. Эксперименты показали, что в течение первых 18 дней инкубации прибор содержался при температуре 37,5 0C и относительной влажности 60%, а затем температуру снижали до 36,5 0C и давали возможность повысить относительную влажность до 70%. Температура окружающей среды оказывает большее влияние на внутреннюю температуру гелиоинкубатора и изменяет внутреннюю температуру нестационарно. Во время инкубационного теста при средней температуре 37,6 °C и относительной влажности 65 % средние показатели инкубации составили 67,40 %, 59,02 %, 8,14 % и 84,96 %. По результатам работы инкубатора гелиоинкубаторное устройство может эффективно использоваться малыми и средними птицеводами.

Ключевые слова: естественная инкубация, искусственная инкубация, солнечная панель, солнечный коллектор, режим температуры и влажности.

Abstract. It is important to use renewable energy sources to provide autonomous energy consumers with continuous energy and increase energy efficiency. This article presents the results of research in the incubation mode of a multifunctional combined heliotechnical device designed to incubate 1000 eggs at the required temperature and humidity. The developed multifunctional heliotechnical device consists of an incubator chamber, a solar panel, a solar water heating collector, an egg tray, a temperature and humidity sensor, a water tank and a cooling fan system. Chicken eggs were used in the initial test studies of the developed helioincubator. Experiments showed that during the first 18 days of incubation, the device was kept at a temperature of 37.5 0C and 60% relative humidity, and then the temperature was lowered to 36.5 0C and the relative humidity was allowed to increase to 70%. The ambient temperature has a greater influence on the internal temperature of the helioincubator and changes the internal temperature non-stationarily. During the incubation test, at an average temperature of 37.6 °C and 65% relative humidity, the average incubation rates were 67.40%, 59.02%, 8.14% and 84.96%. According to the performance results of the incubator, the helioincubator device can be effectively used by small and medium-sized poultry farmers.

Key words: *natural incubation, artificial incubation, solar panel, solar collector, temperature and humidity regime.*

KIRISH

O'zbekistonda parrandachilikni rivojlantirish borasida bir qator hukumat qarorlari va me'yoriy hujjatlar qabul qilindi, jumladan, 2018-yil 13-noyabrdagi "Parrandachilikni yanada rivojlantirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida"gi PQ-4015 sonli qarori hamda 2021-yil 14-iyundagi "Parrandachilikni rivojlantirish va tarmoq oзуqа bazasini mustahkamlashga qaratilgan qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida"gi PQ-5146-son qarori hamda O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi "2022-2026-yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi PF-60-sonli Farmonida sohani rivojlantirish bo'yicha ustuvor vazifalar belgilab berilgan [1,2]. Natijada, respublikamizda oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash, shuningdek, parrandachilikni rivojlantirish va tarmoqning oзуqа bazasini yanada mustahkamlash hamda parrandachilik yo'nalishidagi tadbirkorlik subyektlarini qo'llab-quvvatlash tizimi shakllantirildi.

FAO ma'lumotlariga ko'ra, 2022-yilda jahon bo'yicha 132 mln tonna parranda go'shti va 1,5 trln donadan ortiq (86,9 mln.tonna) tuxum ishlab chiqarilgan bo'lsa, parranda go'shti ishlab chiqarishning o'rtacha yillik o'sish sur'ati 4-6 % ni, tuxum ishlab chiqarish esa 1,5-2% ni tashkil etdi. Jahon bo'yicha parranda go'shti jami yetishtirilgan go'sht hajmida 2020-2021-yillarda 39 %dan ortiqni tashkil etdi va go'sht ishlab chiqarish hajmida yetakchi o'ringa chiqdi. Parranda go'shti ishlab chiqaruvchi yetakchi mamlakatlar sifatida AQSh (20 mln t.), Xitoy (15 mln t.), Braziliya (14 mln t.)ni keltirish mumkin. Tuxum ishlab chiqarishda yetakchi mamlakatlar sifatida Xitoy (38,2 %), Hindiston (8 %), Yevropa Ittifoqi mamlakatlari (6,8%)ni keltirib o'tish mumkin. Bozor munosabatlari mamlakatlar xo'jalik yuritish tizimini yanada takomillashtirib borishni, iste'molchilar talablarini hisobga olgan holda mahsulot ishlab chiqarish raqobatbardoshligini rag'batlantirib borish zaruriyatini keltirib chiqardi [3].

1-jadvalda O'zbekistonda so'yish uchun yetishtirilgan parrandalar (tirik vaznda)ning viloyatlar kesimida taqsimlanishi keltirilgan [4].

So'yish uchun yetishtirilgan parrandalar (tirik vaznda)ning viloyatlar kesimida taqsimlanishi

1-jadval (ming tonnada).

Klassifikator	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
O'zbekiston Respublikasi	79,4	90,7	99,7	133,5	173	205,2	181,1	220,7	265,7	303,9
Qoraqalpog'iston Respublikasi	2,8	5,1	7,9	8,9	7,5	4,2	4,2	4,6	4,6	5,1
Andijon viloyati	3,8	3,8	4,1	4,9	8,1	12,6	12,3	29,7	29,7	31,4
Buxoro viloyati	3,3	3,4	3,7	4,5	5,7	11,2	10,9	16,4	21,2	30,9
Jizzax viloyati	2,4	2,5	2,6	3,5	4,6	4,6	4,8	10,5	8,2	9,6
Qashqadaryo viloyati	2,9	3	3,2	3,2	3,8	3,7	3,6	3,7	4,1	4,8
Navoiy viloyati	4,7	5,5	5,5	5,7	1,6	4,3	5,3	6,1	7,5	9
Namangan viloyati	2,8	2,8	3	6,4	10,2	11,3	12,4	10,9	22,2	38,4
Samarqand viloyati	19,1	22,9	23,4	32,2	57,9	64,9	45,7	51	64,5	56,3
Surxondaryo viloyati	2,5	2,7	2,7	2,8	2,5	1,6	2	2,9	2,7	2,9
Sirdaryo viloyati	0,6	0,7	0,7	1	4,7	7	3	4,3	4,4	5,8
Toshkent viloyati	23,3	26	27,3	41,8	44,2	56	52	54,3	61,9	66,6
Farg'ona viloyati	4,3	4,3	7,1	9	18,7	20	21,2	22,3	24,3	24,4
Xorazm viloyati	6,9	8	8,5	9,6	3,5	3,8	3,7	4	10,4	18,7
Toshkent shahri	0	0	0	0	0,001	0,001	0,002	0,004	0,01	0,01

Parrandachilikni rivojlantirishda tuxum ochirish inkubatorlarini joriy qilish muhim ahamiyatga ega. Inkubatsiyaning asosan ikki turi mavjud: tabiiy va sun'iy inkubatsiya. Tabiiy va sun'iy inkubatsiya o'rtasidagi eng muhim farq shundaki, tabiiy inkubatsiyada ona tovuq tuxumni sun'iy inkubatsiyada bo'lgani kabi iliq havo bilan o'rab olishdan ko'ra, aloqa orqali issiqlikni ta'minlaydi. Sun'iy tuxum inkubatori - bu fermerlarga tuxumdan jo'ja ochirish imkoniyatini beruvchi uskuna bo'lib, tovuq tuxumi, kurka tuxumi, bedana kabi parranda tuxumlarini inkubatsiya qilish uchun harorat, namlik va ventilyatsiyani boshqaradigan kamerali qurilmadir.

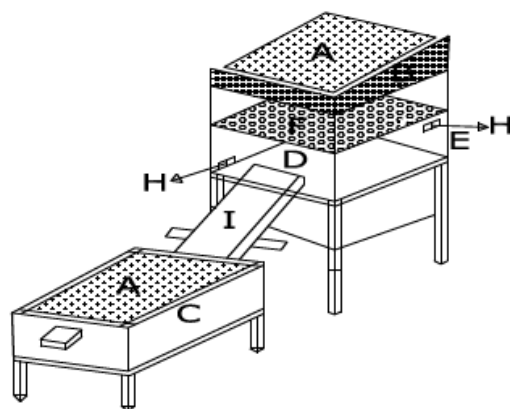
Nigeriya Maykl Okpara nomidagi qishloq xo'jaligi universiteti professori Tosin Paul tomonidan yaratilgan Ko'mir bilan isitiladigan tuxum inkubatorini ko'rib chiqamiz, Ko'mir bilan isitiladigan tuxum inkubatorini loyihalash va ishlab chiqarish uchun yumshoq po'lat burchakli novda, 3 mm kvadrat quvur, chorak novda, karton material, 2 mm yumshoq po'lat plitalar, shisha tolalar, elektrodlar, mentesa va murvat juftlari, eshik tutqichi, harorat o'lchagich, chelak bo'yoq (yashil), burner, ko'mir, galvanizli temir parcha materiallardan foydalanilgan [4].

Inkubator ramkasi uchun yumshoq po'lat burchakli novda ishlatilgan. Burchak paneli yordamida korpus ramkasi uchun ishlatiladigan o'lcham vertikalda 805 mm va gorizontol tomonda 24 mm. Karton material issiqlikni yomon o'tkazuvchanligi sababli izolyatsiyalash materiali sifatida ishlatilgan. 300 °C bo'yicha 0,064 J/sm² (°C/m) issiqlik o'tkazuvchanligi bilan atrofdagi issiqlik yo'qotilishini minimallashtirish uchun inkubator kamerasining devorlari uchun ishlatiladi. Ushbu jarayonda tuxumni to'g'ridan-to'g'ri ramka bilan yoqish ehtimoli yo'q qilinadi. Plita, shuningdek, inkubatsiya kamerasida atrofdagi havoga issiqlik tarqatuvchi vazifasini bajaradi. Isitish kamerasidagi isitiladigan havo inkubatsiya jarayoni sodir bo'lishi uchun tuxum saqlanadigan inkubatsiya kamerasi devorlari yonida yaratilgan bo'shliqdan tabiiy drift orqali quvur orqali oqadi.

Ko'mir bilan isitiladigan tuxum inkubatori 63 % samaradorlik bilan qurilgan. Inkubator tabiiy inkubatsiya shartlarini takrorlaydi. Shuning uchun tovuq va boshqa parrandachilik mahsulotlarini inkubatsiya qilish uchun tavsiya etiladi. Mashinaning portativligi, sezgirligi, ishonchliligi va ishlashining soddaligi oilaviy parrandachilik uchun ishonchli tuxum inkubatori bo'lib chiqqan [5].

Nigeriya Qishloq xo'jaligi universiteti Qishloq xo'jaligi va atrof-muhit muhandisligi bo'limi tomonidan yaratilgan parranda tuxumlarini inkubatsiya qilish uchun passiv quyosh tizimli inkubatori quyosh energiyasini saqlashning bir necha usullari mavjud. Duffie va Beckman, (1980). Bularga sezgir va yashirin yoki yashirin issiqlik sifatida saqlash kiradi. Oqilona issiqlikni saqlashning afzalligi shundaki, energiyani saqlash uchun materiallar mahalliy darajada mavjud va arzon. Tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki, saqlash muhiti harorati 45,56 °C bo'lsa, o'lchangan 83 °C gacha bo'lgan absorber plitasi harorati va prognoz qilingan 122 °C [6].

Inkubator orqali havo aylanishi tabiiy shamollatish orqali amalga oshiriladi. Atrofdagi (toza) havo kirish teshiklari (inkubatorning shamol tomonida joylashgan) orqali to'plangan quyosh energiyasi bilan isitiladigan tizimga kiradi. Bu kollektorning pastki va yuqori uchlaridagi havo o'rtasidagi harorat farqiga olib keladi. Inkubatorga tabiiy shamollatish yoki havo almashinuvini



1-rasm. Passiv quyosh tizimli inkubator qurilmasi.

ta'minlash uchun kichik kirish teshiklari taqdim etilgan. Embrion rivojlanishida normal havo almashinuvi talab qilinadi va odatda jo'jalar chiqqan boshlaganda ortadi. Embrion kislorodni oladi va yon mahsulot sifatida karbonat angidrid hosil qiladi. Noxush hidlarni va ortiqcha namlikni yo'qotish va ichki havoning turg'unligini oldini olish uchun shamollatish kerak bo'ladi [7].

Efiopiya Oromiya qishloq xo'jaligi tadqiqot instituti, Asella qishloq xo'jaligi muhandisligi tadqiqot markazi olimi Abulasan Kabaradin tomonidan yaratilgan elektr va kerosinli tuxum inkubatori ishlab chiqish va ishlashini baholash uchun ishlatiladigan materiallar: Gigrometr, Termostat, 60 Vt lampochkalar, 200 Vt

lampalar, Ventilator, parranda to‘r simi, qatlamli yog‘och, MDF, Ikkita shisha, kerosin bo‘lagi, mixlar, elektr sim, suv idish, harorat sozlagichi va boshqa qurilmalardan iborat [8].

Bir vaqtning o‘zida 150 ta tuxumni inkubatsiya qilish imkoniyatiga ega bo‘lgan elektr va kerosin bo‘laklari bilan ishlaydigan inkubator tayyor bo‘lgan materiallardan ishlab chiqilgan va tabiiy ravishda birlashtirilgan koekoek tuxumlari bilan sinovdan o‘tgan [9]. Ushbu eksperiment natijasiga ko‘ra, ishlab chiqilgan inkubator har bir sinovdan o‘tgan sinov uchun yuqori foizli inkubatorni beradi, bu mashinaning yuqori samarali va samarali ekanligini ko‘rsatadi degan xulosaga kelish mumkin [10, 11].

CN205082469U “Quyosh energiyasi asisdagi inkubatori” foydali modeli olingan bo‘lib, u inkubator qutisidan iborat bo‘lib, u quyidagilar bilan tavsiflanadi: inkubator korpusi yuqoridan pastgacha surish-tortishish turidagi toshbaqa qobig‘ining ko‘pligi bilan ta‘minlangan; lyukka qutisining korpus bo‘shlig‘ining yuqori qismi avtomatik doimiy harorat bilan mahkam o‘rnatiladi, boshqaruv qutisi inkubator qutisining yuqori qismiga joylashtiriladi, boshqaruv qutisiga batareya va aqlli kontroller joylashtiriladi; quyosh paneli boshqaruv qutisining yuqori qismiga o‘rnatilgan va quyosh paneli quyoshga buriladi. Ijobiy va salbiy qutblar mos ravishda batareya platasining musbat elektrod terminali va batareyaning salbiy terminali bilan elektr bilan bog‘langan. taxta; batareyaning musbat va manfiy qutblari akkumulyatorning musbat elektrod terminali va akkumulyatorning manfiy terminali bilan mos ravishda aqlli boshqaruvchida elektr bilan bog‘langan.

Material va metodlar

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, mavjud inkubatorlarni harorat-namlik rejimini ta‘minlashda elektr energiya, ko‘mir, kerosin va boshqa yoqilg‘ilardan foydalaniladi ko‘p funksiyali kombinatsiyalashgan geliotexnik qurilmada quyosh energiyasidan foydalanish taklif qilingan. Ko‘p funksiyali kombinatsiyalashgan geliotexnik qurilma metal ramada o‘rnatilgan quyosh panellari, zaryadini boshqarish moslamasi, boshqaruvchi kontroller, elektr akkumulyatorlari va bir fazali inverter, inkubator qutisi, tuxum tagligi, tuxum saqlagich, namlik saqlagich idishi, tuxumni avtomatlash aylantirish setkasi, tuxumlarni avtomatik aylantirish dvigateli, havo almashish ventilyatori, Hvo almashish ventilyatori, namlikni saqlovchi bak, temperatura va namlik datchigi, lampochka, havo almashish teshiklari, oyna, issiqlik almashinish apparati, quyosh suv qidirish kollektori, metal tayanchga biriktirilgan izolyatorli suv baki, sirkulyatsion nasos, o‘simliklarni quritish tagligi, elektr qizdirgich, izolyatorli suv bakiga o‘rnatilgan elektr suv qizdirish tenti, polietilen quvurlar, elektr kabellardan tashkil topgan [12].

Dizaynni hisobga olish

Inkubator nisbatan arzon va mahalliy fermerlar uchun arzon va turli o‘lchamdagi tuxum qo‘yishga imkon beradigan, tabiiy usullarga nisbatan yuqori sig‘imga ega, mahalliy fermerlar tomonidan ishlatish va texnik xizmat ko‘rsatishda sodda.

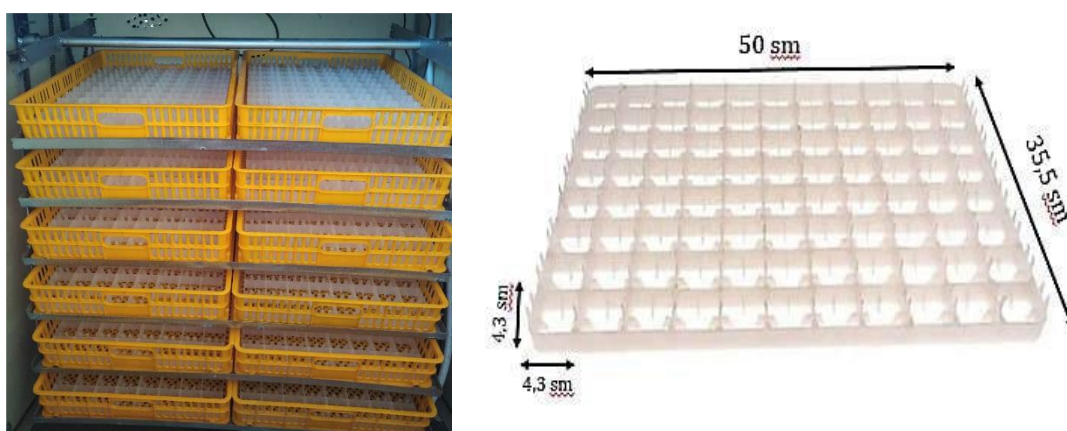
Inkubatorning tavsifi

Inkubator shkafi yoki qutining o‘lchamlari namuna sifatida 200 dona tuxum olib, tuxum bo‘lagining uchta asosiy diametriga qarab belgilandi. 2-rasmdan ko‘rinib turibdiki, inkubator qutisi ikkita bo‘linmaga ega bo‘lib, biri pastki qismida namlatgich, yuqori qismi esa tuxum patnisi joylashtirilgan joy. U 20 mm qalinlikdagi metallardan qilingan. Shkafning ichki qismi devorlar orqali atmosferaga singib ketish va uzatish orqali issiqlik yo‘qotishlarini minimallashtirish uchun suv o‘tkazmaydigan kontrplak bilan qoplangan. Inkubatorning eshigi zanglamaydigan po‘lat va shishadan qilingan. MDF va kontrplak tanlangan, chunki ularning izolyatsion xususiyatlari, ishlab chiqarish qulayligi, chidamliligi va mahalliy bozorda mavjudligi. Ichidagi tuxumlarning ko‘rinishi uchun esa shisha tanlangan.

Tovoqlarda tuxumlarning joylashishi juda muhimdir. Tuxumni inkubatsiya qilish kamerasida tovoqlar ustiga yoyilgan 88 ta tuxum sig‘adigan bitta tuxum patnisi mavjud. 3-rasmdan ko‘rinib turibdiki, tuxum patnisi o‘lchamlari 50sm x 35,5 sm x 4,3 sm. Ishlab chiqilgan inkubatorning tuxum patnisi to‘rtburchaklar shaklida bo‘lib, uning o‘lchamlari tuxumning fizik xususiyatlaridan kelib chiqqan holda belgilanadi.



2-rasm. Inkubator qutisining umumiy ko‘rinishi.



3-rasm. Tuxum tovoqlari umumiy ko‘rinishi va o‘lchamlari.

Belgilangan tuxumlar uzunlik bo‘ylab gorizontal ravishda to‘r simli tuxum tovoqlar ustida to‘rtburchaklar tuxum aylantiruvchi ramkaga joylashtirilgan. Tuxum har olti soat oralig‘ida 45° ga gorizontal ravishda old yoki orqaga aylantiriladi. Tuxumlar embrionning yangi ozuqa moddalarga olishi uchun aylantiriladi, bu embrionning rivojlanishiga imkon berdi va embrionning bir tomondan qobiqqa to‘planishiga yo‘l qo‘ymaydi.

Tuxumning aylanishining buzilishi embrion suyuqliklarning shakllanishini kamaytirishi, shuningdek, embrion qo‘shimchalarining shakllanishi va o‘shiga to‘sqinlik qilishi va shu bilan embrion rivojlanishiga to‘sqinlik qilishi mumkin [13].

Harorat va namlik rejimi.

Issqlik energiyasi tuxumlarning jo‘jalarga muvaffaqiyatli chiqishi va yosh jo‘jalarning yetuklikka qadar o‘shishi uchun asosiy parametr hisoblanadi. Tuxumni inkubatsiya qilishda harorat juda muhim omil hisoblanadi. Bu inkubatsiya davrida juda muhimdir. Optimal haroratdan bir darajadan ortiqcha farq muvaffaqiyatli tug‘iladigan tuxumlar soniga ta‘sir qiladi. Taklif qilingan qurilmada kameradagi issiqlikni quyosh kollektori orqali ta‘minlanadi. Quyosh suv qizdirish kollektorida izolyatorli suv bakidagi suv quyosh ta‘sirida $+75...+80^{\circ}\text{C}$ haroratgacha qiziydi, suv sirkulyatsion suv nasosi vositasida tayanch konstruksiyada joylashgan polietelen quvurlardan inkubatsiya kamerasiga xaydaydi, qizigan suv issiqlik almashinish apparatidan o‘tib kamera ichidagi haroratni $+36...+38^{\circ}\text{C}$ gacha qizitadi, sirkulyatsiya ventilyatori esa kamera ichidagi harorat barcha nuqlarga teng taqsilanishini ta‘minlaydi. Kameradagi harorat va namlik XCLUMA XM-18 datchigi yordamida nazorat qilinadi.

Ko‘p funktsiyali geliotexnik qurilmaning inkubatsiya sifatida foydalanishda tuxumlarni tanlash va ularni 3 kun davomida xona haroratida saqlash muhim hisoblanadi, tuxum saqlagichga

joylashtirilgan tuxumlar kameraga joylanadi va tuxumni avtomatil aylantirish setkasi o'rnatiladi, keyin harorat va namlik datchigi dastlabki 1...4 kunda 37,9 °C harorat va 60...65 % namlik va har 90 minutda tuxumlarni tuxumlarni avtomatik aylantirish dvigateli zanjirli uzatma yordamida aylantirish setkasi orqali 45° burchak orqa va oldinga aylantirish, havo almashish ventilyatori yordamida kamera ichidagi havoni har 90 minutda almashtirib turishga sozlanadi. Jarayon shu tartibda davom etib inkubatsiya davrining 5...11 kunida datchik harorat va namlik 37,6 °C harorat va 55...60 % namlik, inkubatsiya davrining 12...17 kunida datchik 37,2 °C harorat va 60...65 % namlik sozlanadi. Inkubatsiya davrining 18...21 kunida esa datchik 37,2 °C harorat va 70...80 % namlikka sozlanib tuxumlarni tuxumlarni avtomatik aylantirish funksiyasi o'chiriladi hamda tuxumlar tuxum tagligiga o'tkaziladi.



4-rasm. Kameradagi harorat va namlik datchigi.

Tuxum inkubatorini sovutish uchun sun'iy inkubatsiya davrida shamollatish muhim rol o'ynaydi [14], shuningdek, kislorod va karbonat angidrid almashinuvini o'z vaqtida maksimal darajada oshirishga ishonch hosil qiladi. Shuning uchun harorat va namlikning to'g'ri taqsimlanishini ta'minlash uchun inkubatorning chap va o'ng tomonining har bir yuqori bosqichida diametri 20 mm bo'lgan 10 ta havo shamollatish teshiklari mavjud. Shuningdek, havo almashish kameraning orqa yuqori qismida o'rnatilgan havo almashinish ventilyatorlari orqali ham ta'minlanadi.



5-rasm. Ko'p funksiyali geliotexnik qurilmaning umumiy ko'rinishi va inkubatsiya rejimidagi tajriba natijalari.

Ishlab chiqilgan tuxum inkubatorining ishlashini baholash asosiy sifatida quyosh energiyasidan va inkubator uchun qo'shimcha issiqlik manbai elektr energiyasidan foydalangan holda amalga oshiriladi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Ko'p funksiyali geliotexnik qurilmaning inkubatsiya rejimida olingan o'rtacha inkubatsiya harorati va nisbiy namlik 37,6 °C harorat va 65 % muhit sharoitida mos ravishda 26,1 °C va 42,3 % ni tashkil etdi.

Harorat va nisbiy namlik (2-jadval). Kameraning haroratining o'zgarish koeffitsienti 1,43 °C, nisbiy namlikniki esa 7,74 % ni tashkil etdi. Bu sinov davrida olingan inkubatorning nisbiy namligining o'zgarishi barqaror ekanligini ko'rsatdi.

Gelioinkubator qurilmasining issiqlik-texnik parametrlari

2-jadval.

Davr (kun)	Atrof- muhit harorati (°C)	Xona harorati (°C)	Inkubatsiya kamerasidagi harorat (°C)	Atrof- muhit namligi (%)	Xona namligi (%)	Inkubatsiya kamerasidagi namlik (%)	Quyosh kollektoridagi kameraga kirishdagi suv harorati (°C)
1	23	20	37,6	34	55	62	74
2	21	18	37,7	39,3	60	58	68
3	23	18	37,7	38,3	55	63	71
4	23	20	37,7	43,5	55	62	71
5	26	20	37,6	39,8	55	59	76
6	25	20	37,8	36,8	55	59	74
7	26	20	38	30,5	55	60	75
8	30	20	37,6	30	55	60	74
9	28	20	37,9	37,5	55	62	74
10	28	20	37,7	35,3	55	62	81
11	27	20	37,5	34,5	60	61	82
12	28	20	38,2	40,3	57	60	81
13	28	20	37,9	40	56	63	81
14	29	20	38	31,3	55	60	80
15	26	20	38	41	55	60	70
16	26	20	37,8	36,3	57	62	74
17	26	20	37,9	34,3	59	60	71
18	29	20	38,9	38,3	56	60	72
19	25	20	38	44,8	55	62	71
20	24	20	37,9	45,8	56	61	68
21	26	20	37,9	38,5	58	60	70
22	29	20	38	33,8	59	61	72

Tajriba ishlari 2024-yil 1-apreldan 24-aprel kunlari oralig'ida o'tkazildi. O'rtacha inkubatsiya haroratining eng yuqori qiymatiga (38,1 °C) 7-kuni xona harorati 20 °C va atrof-muhit harorati 26 °C da erishildi. 2-jadvalda inkubatsiya davridagi eng muhim qiymatlar keltirilgan. Ba'zi tadqiqotchilar tomonidan harorat inkubatsiyaning eng muhim omili ekanligi haqida xabar berilgan, chunki u inkubatsiyaning miqdori va sifatiga ta'sir qiladi. 37,8 °C doimiy inkubatsiya harorati jo'ja embrionlarining termal gomeostazidir va embrionning eng yaxshi rivojlanishi va chiqishini ta'minlaydi. Ushbu tadqiqotchilar inkubator haroratini 37,4 °C va 37,8 °C oralig'ida saqlash tavsiya

qilinadi. Agar harorat bir necha soat davomida 34 °C dan pastga tushsa yoki 42 °C dan oshsa, o'lim kuzatiladi. Harorat bir necha kun davomida haddan tashqari shu haroratlarning birida uzluksiz qolsa tuxum chiqmasligi mumkin.

XULOSALAR

1. Taklif qilingan ko'p funktsiyali geliotexnik qurilmasi tuxumdan jo'ja olish 90-95 % ga yetkazish imkonini beradi.

2. Qurilmada quyosh energiyadan foydalanish asosida energiya sarfini 50-60 %gacha kamaytirish mumkinligi tajribada aniqlandi.

3. Quyosh energiyasi bilan ishlaydigan ko'p funktsiyali geliotexnik qurilmaning inkubatsiya rejimida samarali inkubatsiya qilish imkoniyatiga ega ekanligi aniqlandi. O'rnatilgan inkubatorning ichki muhiti natijalari tabiiy tuxum inkubatsiyasi talab qiladigan natijalarga yaqin ekanligi aniqlandi. Parrandachilik sanoatida tizimdan foydalanish elektr energiyasi bilan ta'minlash muammosini bartaraf etadi.

4. Ko'p funktsiyali geliotexnik qurilmada bir ochirish mavsumida 1000 kVt gacha elektr energiya tejaladi.

Adabiyotlar.

- [1] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018-yil 13-noyabrdagi "Parrandachilikni yanada rivojlantirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida"gi PQ-4015-sonli qarori.
- [2] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi "Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi PF-60-sonli farmoni.
- [3] <https://stat.uz/uz/> O'zbekiston Respublikasi Prezidenti huzuridagi Statistika agentligi rasmiy sayti
- [4] [Uj, Etoamaihe & Paul, Tosin. \(2023\). Development of a Charcoal-Heated Egg Incubator for Family Poultry Farming. Open Access Journal of Agricultural Research. 8. 10.23880/oajar-16000342.](#)
- [5] [Lourens A \(2001\) The importance of air velocity in incubation. World Poult 17: 29-30.](#)
- [6] [French NH \(1997\) Modeling incubation temperature: the effects of incubator design, embryonic development and egg size. Poultry Sci 76: 124-133.](#)
- [7] [Ahiaba, Ugbede. \(2015\). Development and Evaluation of a Passive Solar System for Poultry Egg Incubation. International Journal of Engineering Research and General Science.](#)
- [8] [Abiola, S. S., Afolabi, A. O., & Dosunmu, O. J. \(2008\). Hatchability of Chicken Eggs as Influenced by Turning Frequency in Hurricane Lantern Incubator. African Journal of Biotechnology, 7\(23\), 4310-4313.](#)
- [9] Boleli, I., Morita, V., Matos Jr, J., Thimotheo, M., & Almeida, V. (2016). Poultry Egg Incubation: Integrating & Optimizing Production Efficiency. Brazilian Journal of Poultry Science, Special Issue 2.
- [10] Mansaray, K. G., and Yansaneh, O. (2015). Fabrication & Performance Evaluation of a Solar Powered Chicken Egg Incubator. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 5(6), 31-36.
- [11] Okonkwo, W. I., Ojike, O., Ezenne, G., Nwoke, O. A., and Ohagwu, C. J. "Energy Sources for Poultry Egg Incubators' Efficiency and Hatchability", Nigerian Journal of Technology, 2024; 43(1), pp. 189 – 197; <https://doi.org/10.4314/njt.v43i1.20>
- [12] <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/055473211/publication/CN205082469U?q=CN205082469U>. Solar energy soft-shelled turtle constant temperature incubator
- [13] Mbawala, S. and Omary, A. (2022) Experimental Performance Evaluation of Geothermal Egg Incubator for Hen Egg. Journal of Power and Energy Engineering, 10, 15-25. doi: 10.4236/jpee.2022.1012002
- [14] Uzodinma, E. O., Ojike, O., Etoamaihe, U. J., and Okonkwo, W. I. "Performance study of a solar poultry egg incubator with phase change heat storage subsystem", Case Studies in Thermal Engineering, vol. 18, issue 100593, 2020. Available: <https://doi.org/10.1016/j.csite.2020.100593>

SUVNING OQIM ENERGIYASI ASOSIDA ISHLOVCHI GIDROTURBINALI NASOS VA ELEKTR ENERGIYA OLIISH TIZIMINING ISTIQBOLLARI

B.B. Boynazarov, M.O. Uzbekov

*Farg'ona politexnika instituti bekzod.ferpi@gmail.com
(Qabul qilindi 11.09.2024 y.)*

Annotatsiya: ushbu maqolada suv oqimining energiyasidan bir vaqtning o'zida gidroturbinali nasos va elektr energiya olish tizimini rivojlantirish istiqbollari o'rganilgan. Tizim suvning kinetik energiyasini

mexanik energiyaga aylantiradigan gidroturbinadan foydalanadi. Ushbu energiya reduktor orqali suv nasosiga va elektr energiya generatoriga uzatiladi. Tadqiqotda ushbu ikki funktsiyali tizim samaradorligi tahlil qilinib, suv resurslarini boshqarish va energiya ishlab chiqarishning optimal sharoitlari aniqlangan. Maqolada turli turbina konfiguratsiyalari, oqim tezliklari va tizim parametrlarini baholab, maksimal energiya olish va suvni ko'tarish samaradorligi uchun eng maqbul sharoitlar aniqlangan. Shuningdek, suv resurslari ko'p bo'lgan hududlarda bunday tizimlarning amaliy qo'llanilishi va tizimni ishlab chiqish formulalari keltirib o'tilgan.

Tayanch so'zlar: oqim energiyasi, gidroturbina, nasos tizimi, elektr energiya, gidroturbinali nasos, generator, suvning kinetik energiyasi, gidroenergiya potensial.

Аннотация: В данной статье исследованы перспективы разработки гидротурбинного насоса и системы получения электроэнергии из энергии потока воды одновременно. В системе используется гидротурбина, которая преобразует кинетическую энергию воды в механическую энергию. Эта энергия передается через редуктор на водяной насос и электрогенератор. В ходе исследования была проанализирована эффективность этой двухфункциональной системы и определены оптимальные условия для управления водными ресурсами и производства энергии. В статье оцениваются различные конфигурации турбин, скорости потока и параметры системы для определения оптимальных условий для максимального извлечения энергии и эффективности подъема воды. Также упоминается практическое применение таких систем и формулы развития систем в регионах с богатыми водными ресурсами.

Ключевые слова: энергия потока, гидротурбина, насосная система, электрическая энергия, гидротурбинный насос, генератор, кинетическая энергия воды, гидроэнергетический потенциал.

Abstract: In this article, the prospects for the development of a hydro-turbine pump and a system for obtaining electricity from the energy of water flow at the same time are studied. The system uses a hydro turbine that converts the kinetic energy of water into mechanical energy. This energy is transmitted through the reducer to the water pump and the electric power generator. In the study, the efficiency of this dual-function system was analyzed, and the optimal conditions for water resources management and energy production were determined. The article evaluates various turbine configurations, flow rates and system parameters to determine the optimal conditions for maximum energy extraction and water lifting efficiency. Also, the practical application of such systems and formulas for system development in regions with abundant water resources are mentioned.

Key words: flow energy, hydro turbine, pump system, electric energy, hydro turbine pump, generator, kinetic energy of water, hydro energy potential.

O'zbekistonda energiyaga bo'lgan talabning ortishi mamlakatning sanoat va iqtisodiyoti uchun muhim masalalardan biriga aylangan. Aholi sonining ko'payishi, urbanizatsiya jarayonlarining tezlashuvi, yangi sanoat tarmoqlarining rivojlanishi, va ayniqsa, iqtisodiy o'sish energiyaga bo'lgan talabning keskin oshishiga olib kelmoqda. Bu esa O'zbekistonning energiya manbalarini diversifikatsiya qilish, energiya ta'minotini barqarorlashtirish va energiya xavfsizligini ta'minlash borasida salmoqli ishlarni amalga oshirish asosiy bazifalardan hisoblanadi.

Mamlakatda qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish imkoniyatlari keng va ularni rivojlantirish bo'yicha sezilarli harakatlar olib borilmoqda. Xususan, quyosh energiyasidan foydalanish imkoniyatlari O'zbekistonda juda katta, chunki mamlakat hududlari yilda ko'p kunlar davomida quyoshli bo'lib, bu energiya manbasidan keng miqyosda foydalanish uchun qulay sharoit yaratadi. Hukumat tomonidan quyosh elektr stansiyalarini qurish bo'yicha bir qator yirik loyihalar amalga oshirilmoqda. Bu loyihalar nafaqat ichki energiya talabini qondirish, balki energiya eksport qilish imkoniyatlarini ham yaratadi.

Biroq, quyosh energiyasi bilan bir qatorda, O'zbekistonda gidroenergetika sohasiga ham katta e'tibor qaratilmoqda. Mamlakatda mavjud bo'lgan katta daryo tizimlari gidroenergetik potensialdan samarali foydalanish imkonini beradi. Gidroelektr stansiyalari (GES) toza va barqaror energiya manbai sifatida O'zbekistonning energetik xavfsizligini ta'minlashda muhim rol o'ynashi mumkin. Kichik va o'rta miqyosdagi GESlar qurilishi orqali mamlakatning energetik mustaqilligini yanada mustahkamlash va atrof-muhitga zarar yetkazmaydigan energiya ishlab chiqarishni ta'minlash mumkin.

O'zbekistonda energiya sohasidagi loyihalarni amalga oshirishda xalqaro tajribani o'rganib, qayta tiklanuvchi energiya manbalarini rivojlantirishni rag'batlantirmoqda. Bu sa'y-harakatlar natijasida mamlakat energiya balansini barqarorlashtirish, energiya mustaqilligini ta'minlash va iqtisodiy barqarorlikni mustahkamlash yo'lida sezilarli yutuqlarga erishishi kutilmoqda. Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan, xususan, quyosh va gidroenergetika sohalarida foydalanish O'zbekistonning energiya ishlab chiqarish quvvatini oshirib, energiya ta'minotini barqarorlashtirish imkoniyatini beradi. Shu asosida mamlakatning ekologik toza va barqaror energiya manbalaridan keng foydalanishi nafaqat ichki bozorni ta'minlash, balki energiya eksporti uchun yangi imkoniyatlar yaratishga xizmat qiladi [1-10].

O'zbekiston Respublikasi hududidagi eng muhim qayta tiklanuvchi energiya manbalarining turlari va miqdorlari (mln.t.n. e.) [1].

1.1-jadval.

Qayta tiklanuvchi energiya manbalari turlari	Yalpi potensial		Texnik potensial		O'zlashtirilgan	
	mln.t. n.e	MVt×s	mln.t. n.e	MVt×s	mln.t. n.e	MVt×s
Quyosh energiyasi	50973	592,9×10 ⁹	176,8	2,08×10 ⁹	-	-
Shamol energiyasi	2,2	25,6×10 ⁶	0,4	4,7×10 ⁶	-	-
Gidroenergiya	9,2	107×10 ⁶	1,8	21×10 ⁶	0,6	7×10 ⁶
Biomassa energiyasi	10,8	125,7×10 ⁶	4,7	54,7×10 ⁶	-	-
Geotermal suv energiyasi	0,4	4,7×10 ⁶	-	-	-	-
Jami	50984,6	593×10 ⁹	179,0	2,1×10 ⁹	0,6	7×10 ⁶

Yuqoridagi jadvaldan ko'rishimiz mumkinki respublikadagi energiya potensialini asosiy qismini quyosh energiyasi tashkil qiladi. Keying o'rinlarda esa biomassa va gidroenergiya tashkil qiladi.

Suvning oqim energiyasi asosida ishlovchi gidroturbinali nasos va elektr energiya olish tizimidan foydalanish katta miqdorada energiya tejalishiga va ekologiyaga chiquvchi zararli gazlarning qisqarishiga sabab bo'ladi. Bunday tizimdan foydalanish uchun dastlabki bajariladigan ishlar ketma ketligi quyidagilardan iborat hisoblanadi:

- tizimni o'rnatish mumkun bo'lgan joylar aniqlanadi;
- aniqlangan joyning geometrik ko'rsatkichlarni aniqlanadi;
- suv oqimining energiyasi aniqlanadi;
- suv xajmining mavsumiy o'zgarish ko'rsatkichlari olinadi;
- mavjud extiyoj nasos va elektr energiya bo'yicha aniqlanadi;
- aniqlangan ma'lumotlar asosida gidroturbinaning loyihalanadi, va ishlab chiqiladi;
- mavjud potensialga mos holda reduktor va nasos hamda elektr generatori tanlanadi.

So'ngi yillarda respublikada ishlab chiqarilayotgan elektr energiya 20 % ga yaqin qismini qishloq xo'jaligi iste'molchilari iste'mol qilayotganidan kelib chiqqan holda bunday tizimni ekinlarni sug'rish va elektr energiyaga bo'lgan talabni qondirish maqsadida ishlatish katta samaradorlikni olib keladi.

Suvning oqim energiyasi asosida ishlovchi gidroturbinali nasos va elektr energiya olish tizimidan foydalanishda quyidagi hisoblash ishlarini amalga oshirish talab etiladi.

Suvning oqim energiyasini aniqlash:

Suv oqimining kinetik energiyasi hisoblanadi, bu energiya gidroturbina tomonidan ishlatiladi.

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot Q \cdot V^2 \quad (1)$$

bu yerda:

E_k – Suv oqimining kinetik energiyasi (W);

ρ - Suvning zichligi (kg/m³);

Q – Suv sarfi (m^3/s);

V – Suv oqimining tezligi (m/s).

Gidroturbinaning quvvatini aniqlash:

Gidroturbina quvvati suvning kinetik energiyasidan olinadi.

$$P_t = \eta_t \cdot E_k \quad (2)$$

bu yerda:

P_t - Gidroturbina quvvati (W);

η_t - Gidroturbina samaradorligi (odatda 80% - 90% atrofida bo'ladi).

Turbina radiusini aniqlash:

Turbina radiusini va boshqa o'lchamlarini aniqlash uchun gidravlik diametr va tezlik tegishli hisob-kitoblar orqali belgilanadi.

$$r = \frac{V}{\omega} \quad (3)$$

bu yerda:

r – turbina radiusi (m);

V – Suv oqim tezligi (m/s);

ω – Turbina burchak tezligi (rad/s).

Turbina pichoqlarining burchagini hisoblash:

Optimal burchakni aniqlash suv oqimi va pichoqlar orasidagi burchakni hisoblashni talab qiladi.

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{V_r}{V_t} \right) \quad (4)$$

bu yerda:

θ – Pichoqlar orasidagi burchak (gradus);

V_r – Nisbiy tezlik (m/s);

V_t – Tangensial tezlik (m/s).

Nasos quvvatini hisoblash:

Gidroturbina nasosni harakatlantiradi va suvni yuqoriga ko'tarish uchun ishlatiladi.

$$P_n = \frac{Q \cdot \rho \cdot g \cdot H}{\eta_n} \quad (5)$$

bu yerda:

P_n – Nasos quvvati (W);

Q – Nasos orqali o'tadigan suv sarfi (m^3/s);

g – Gravitatsiya tezlanishi (9.81 m/s^2);

H - Nasos bosimi (m);

η_n - Nasos samaradorligi.

Elektr energiya hosil bo'lishini hisoblash:

Gidroturbina generator orqali elektr energiya hosil qiladi. Elektr quvvatini hisoblash uchun quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$P_e = \eta_n \cdot P_t \quad (6)$$

P_e - Hosil bo'lgan elektr quvvat (W);

η_n - Generator samaradorligi.

Umumiy tizim samaradorligini aniqlash:

Barcha komponentlarning samaradorliklarini birga hisoblab, umumiy tizim samaradorligini topish mumkin.

$$\eta_{\text{umumiy}} = \eta_t \cdot \eta_n \cdot \eta_e \quad (7)$$

Material tanlash va dizayn:

Turbinaning pichoqlari va boshqa qismlari uchun material tanlash zarur. Masalan, po'lat (steel) markasi bilan aniqlash mumkin.

Qo'shimcha hisoblashlar:

Turbina pichoqlarining og'irligi va markaziy o'q uchun talab qilinadigan materialning og'irligi. Strukturaviy va termal tahlil hisoblari.

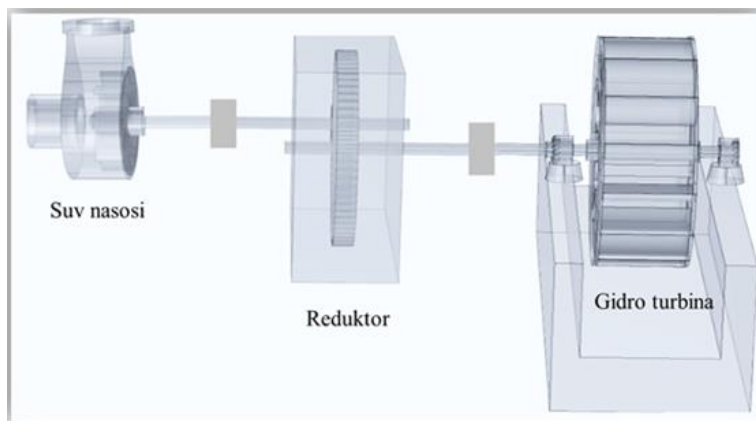
Og'irlikni hisoblash:

Gidroturbina umumiy og'irligi uning komponentlari massasini hisoblash orqali aniqlanadi.

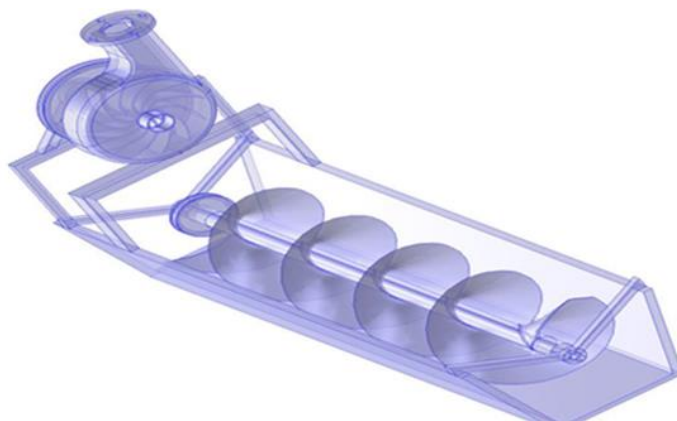
$$m_{\text{umumiy}} = m_{\text{pichoqlar}} + m_{\text{o'q}} + m_{\text{qobiq}} \quad (8)$$

Bu yerda har bir massani hajm va zichlik bilan hisoblash mumkin.

Bu bosqichlar ketma-ketligi va formulalar tizimni to'liq ishlab chiqish uchun zarur hisob-kitoblar ketma-ketligini tashkil qiladi.



1-rasm. Gidroturbinali nasos tizimining umumiy ko'rinishi.



2-rasm. Arximed vintli gidroturbina gidroturbinali nasos tizimining umumiy ko'rinishi.



3-rasm. Mavjud prototipning umumiy ko'rinishi.

Suv oqimi energiyasidan foydalangan holda gidroturbinali nasos va elektr energiya olish tizimining istiqbollari tahlil qilindi. Suv oqimining kinetik energiyasidan foydalanish, ayniqsa, tabiiy resurslardan samarali foydalanish va ekologik toza energiya manbalarini rivojlantirishda muhim ahamiyatga ega. Gidroturbina orqali suv nasosi va elektr generatori bir vaqtning o'zida ishlatilishi energiya samaradorligini oshiradi va operatsion xarajatlarni kamaytiradi. Ushbu tizim, xususan, kichik va o'rta ko'lamdagi gidroenergetik loyihalar uchun qulay bo'lib, qishloq joylarida elektr ta'minotini yaxshilash va suv yetkazib berish tizimlarini rivojlantirishga xizmat qilishi mumkin. Texnik parametrlari va samaradorlik tahlillari orqali, optimal dizayn va foydalanish sharoitlari aniqlanib, tizimning iqtisodiy jihatlari ham yoritiladi. Umuman olganda, maqolada ko'rsatilgan yondashuvlar gidroenergetika sohasidagi barqaror rivojlanish va energiya xavfsizligini ta'minlashda muhim qadam bo'lib, ushbu texnologiyaning kelajakdagi rivoji uchun asosiy yo'nalishlarni belgilab beradi.

Adabiyotlar

- [1]. T.SH. Majidov. Noana'naviy va qayta tiklanuvchi energiya manbalari. Dsrlik, Toshkent 2014.
- [2]. M.M. Muxammadiev va boshqalar. Gidroturbinalar. Toshkent, 2006.
- [3]. www.minenergy.uz
- [4]. Fann, K., & Hsiao, P. (2003). Optimization of loading conditions for tube hydroforming. Journal of Materials Processing Technology, 140, 520-524. [https://doi.org/10.1016/S0924-0136\(03\)00778-7](https://doi.org/10.1016/S0924-0136(03)00778-7).
- [5]. Yang, L., & Zhao, Q. (2019). Forming limit diagrams for tubes with non-uniform thickness in hydro-bulging. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 1-11. <https://doi.org/10.1007/S00170-019-03596-3>.
- [6]. Ahmetoglu, M., & Altan, T. (2000). Tube hydroforming: state-of-the-art and future trends. Journal of Materials Processing Technology, 98, 25-33. [https://doi.org/10.1016/S0924-0136\(99\)00302-7](https://doi.org/10.1016/S0924-0136(99)00302-7).
- [7]. Carravetta, A., Giudice, G., Fecarotta, O., & Ramos, H. (2012). Energy Production in Water Distribution Networks: A PAT Design Strategy. Water Resources Management, 26, 3947-3959. <https://doi.org/10.1007/s11269-012-0114-1>.
- [8]. Esquivel-Sancho, L., Muñoz-Arias, M., Phillips-Brenes, H., & Pereira-Arroyo, R. (2022). A Reversible Hydropump-Turbine System. Applied Sciences. <https://doi.org/10.3390/app12189086>.
- [9]. Venturini, M., Alvisi, S., Simani, S., & Manservigi, L. (2017). Energy Production by Means of Pumps As Turbines in Water Distribution Networks. Energies, 10, 1666. <https://doi.org/10.3390/EN10101666>.
- [10]. Algieri, A., Zema, D., Nicotra, A., & Zimbone, S. (2020). Potential energy exploitation in collective irrigation systems using pumps as turbines: A case study in Calabria (Southern Italy). Journal of Cleaner Production, 257, 120538. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120538>.

UO'K 621.314

ELEKTR TARMOQLARIDA REAKTIV QUVVAT KOMPENSATSIYASI VA UNING ELEKTR ENERGIYASI SIFAT KO'RSATKICHLARIGA TA'SIRINI TIZIMLI TAHLIL QILISH

A.N. Tovboyev, I.B. Tog'ayev

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti,
Tel.: +998913097172 (c), E-mail: tovboyev70@mail.ru
Tel.: +998977966636 (c), E-mail: togayev.islom@mail.ru
(Qabul qilindi 27.09.2024 y.)

Annotatsiya. Mazkur maqolada elektr energiyasining sifat ko'rsatkichlari hamda sifat ko'rsatkichlarining asosini tashkil etuvchi asosiy elementlar hamda kattaliklar, reaktiv, aktiv hamda to'la quvvatning elektr tarmoqlaridagi asosiy tashkil etgan roli, muhimlik darajasi, reaktiv quvvat manbalari, statik kondensatorlar, kommutatsion o'chirgichli reaktorlar, to'yinadigan reaktorlar, va kombinatsiyalangan reaktorlarning elektr energiyasi sifatini oshirishga bog'liqlik darajasi inobatga olinib tahlil qilinadi.

Tayanch soʻzlar: *Elektr taʼminoti tizimining asosiy elementlari, elektr tarmoqlari, reaktiv quvvat kompensatsiyasi, kondensator batareyalariga asoslangan statik tiristorli kompensatorlar, kondensator batareyalari, kommutatsion oʻchirgichli reaktorlar, toʻyinadigan reaktorlar, elektr uzatish liniyalari reaktiv quvvat manbasi sifatida, kombinatsiyalangan reaktiv quvvat manbalari.*

Аннотация. *В данной статье были проанализированы основные элементы и величины, составляющие основу показателей качества электрической энергии, основные составляющие роль реактивной, активной и полной мощности в электрических сетях, степень важности, степень зависимости реактивных источников энергии, статических конденсаторов, реакторов с коммутационным выключателем, реакторов насыщения и комбинированных реакторов от повышения качества электроэнергии.*

Ключевые слова: *тиристорные компенсаторы, конденсаторные батареи, реакторы с коммутационным выключателем, реакторы насыщения, линии электропередачи в качестве источников реактивного питания, комбинированные источники реактивного питания.*

Annotatsion. *In this article, the main elements and values that form the basis of electric energy quality indicators were analyzed, the main components of the role of reactive, active and full power in electric networks, the degree of importance, the degree of dependence of reactive energy sources, static capacitors, reactors with a switching switch, saturation reactors and combined reactors on improving the quality of electricity.*

Key words: *static thyristors, capacitor banks, reactors with a switching switch, saturation reactors, power lines as reactive power sources, combined reactive power sources.*

Kirish. Umuman olganda, elektr tarmoqlari aktiv va reaktiv quvvatni ishlab chiqarish va isteʼmol qilishning tengligini talab qiladi. Istalgan vaqtda aktiv quvvat balansini saqlashning asosiy meʼyoriy koʻrsatkichi oʻzgaruvchan tokning chastotasi boʻlib, u butun tizim mezoni sifatida xizmat qiladi. Koʻrib chiqilayotgan har qanday vaqtda reaktiv quvvat muvozanatini saqlashning asosiy meʼyoriy koʻrsatkichi, kuchlanish darajasi, har bir yuklama birligi va nominal kuchlanishning har bir bosqichi uchun sezilarli darajada farq qiladigan mahalliy mezondir. Garmonikalar elektr jihozlarining ish rejimiga taʼsirini oshiradi, xizmat muddatini qisqartiradi, ularning ishlash rejimiga salbiy taʼsir koʻrsatadi, bu esa isteʼmolchilarning energetik koʻrsatkichlarini yomonlashtiradi. Elektr energiyasi isteʼmolchilarining nosimmetriyasining kelib chiqish sabablari: Elektr tarmoqlarida uch fazali kuchlanishning teng emasligi nosimmetrik yuklanishga koʻra sodir boʻladi. Nosimmetriyani keltirib chiqaruvchi omillarga quyidagilar kiradi:

- Nosimmetrik yuklanish;
- Oʻtkazgichlarning uzilishi;
- Transformatorlarning notoʻgʻri ulanishi;
- Nosimmetrik ishlash rejimida ishlaydigan elektr jihozlar;

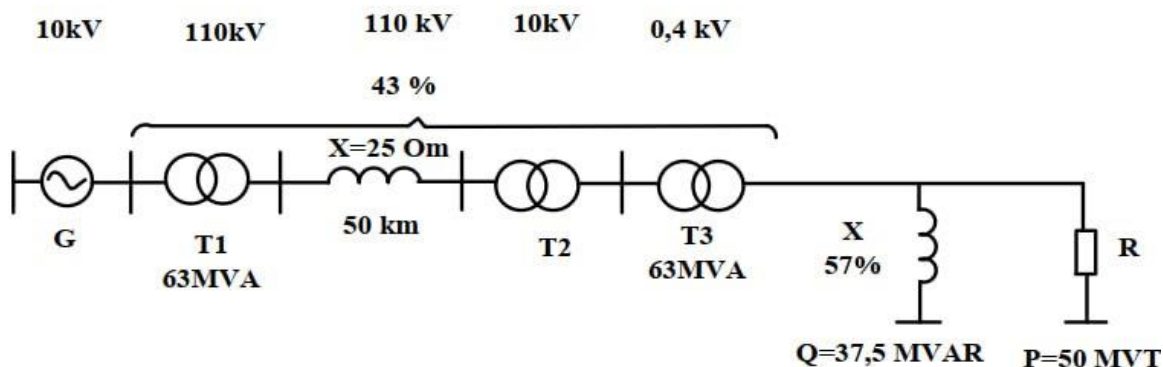
Nosimmetriyani bartaraf etish usullari:

- Nosimmetrik yuklanishni taʼminlash;
- Oʻtkazgichlarning uzilishini tuzatish;
- Transformatorlarni toʻgʻri ulash;
- Nosimmetrik ishlash rejimida ishlaydigan elektr jihozlarni almashtirish;
- Nosimmetriyani kompensatsiya qiluvchi qurilmalarni oʻrnatish [1,2,3].

Asosiy qism. Tizimning tugunlaridagi kuchlanish nominal kuchlanishga nisbatan har xil boʻlishi mumkin, bu reaktiv quvvat balansi, tugunning yuklanishini oʻzgarish jadvali, tarmoq boʻlimlarida kuchlanishning pasayishi, transformatorlarning transformatsiya nisbati reaktiv quvvat kompensatsiya vositalarining ishlash tartibini oʻz ichiga oladi.

10 daqiqa vaqt oraligʻida oʻrtacha hisoblangan, mos ravishda U_0 dan kichik va U_0 dan katta boʻlgan quvvat manbai kuchlanishining qiymatlariga ega. Elektr energiya sifat koʻrsatkichlari uchun quyidagi meʼyorlar belgilanadi: Elektr energiyasini uzatish nuqtasida musbat va manfiy kuchlanish ogʻishlari bir haftalik vaqt oraligʻining 100% davomida nominal yoki kelishilgan kuchlanish qiymatining 10% dan oshmasligi kerak, yaʼni har biri 10 daqiqa davom etadigan oʻlchov oraligʻida boʻlishi kerak. Transformatorlarni oʻz ichiga olgan tarmoq uchastkasi boʻylab

kuchlanishning o'zgarishi uning parametrlariga va ushbu bo'limdagi kuchlanish pasayishini aniqlaydigan va uzatiladigan quvvatga bog'liq. Quvvat liniya uchun bular uning aktiv R va induktiv X qarshiliklari, shuningdek, sig'imli o'tkazuvchanlik b ni ko'rsatadi. Elektr uzatish liniyasi parametrlarining kuchlanish sinfiga bog'liqligi yuqoridagi shaklda ko'rsatilgan. Quvvat manbaiga yaqinroq joylashgan tarmoq qismining boshida kuchlanish har doim uning oxiridagidan yuqori bo'ladi. Bu kuchlanish taqsimoti mazkur sohada kuchlanishning pasayishi bilan bog'liq. Shuning uchun, hatto bir xil nominal kuchlanish bo'lsa ham, uchastkalarining oxirlaridagi kuchlanish og'ishlari boshqacha bo'ladi. Tarmoq elementlarining parametrlari har xil va kuchlanish sinfi bilan belgilanadigan ularning loyihasiga bog'liq (1-rasm).



1-rasm. Elektr ta'minoti tizimida aktiv hamda reaktiv xususiyatdagi iste'molchilarning tarqalish grafigi.

Transformatorlar elektr energiyasini samarali va xavfsiz uzatish jarayonida juda muhim rol o'ynaydi. Ular yuqori kuchlanishni iste'molchilar uchun mos kuchlanishga aylantirishda muhim vosita bo'lib, u tomonidan transformatsiya qilinib, 50km uzunlikdagi elektr uzatish liniyasi orqali 37.5 MVAR reaktiv quvvat hamda 50 MWT aktiv quvvat uzatilishdagi mavjud hisoblangan aniqlanishlarni quyidagi 1-jadvalga kiritamiz.

1-jadval

Variant	Liniya toki	U_n, kV (%)	U_2, kV (%)	P_n, MVt	ΔU_n %
RQM siz	153.2-j199.7 $I_l=252A$	48.3 kV (76%)		29.2	24
RQM 0.4 kV	278-j125 $I_l=305A$	57.9 kV (91%)		53	9
RQM 10 kV	261.8-j76 $I_l=273A$	56.3 kV (89%)	61kV (96%)	50	11
RQM 110 kV	234-j40 $I_l=234A$	53.1 kV (84%)	62.6 kV (90%)	40	14

Chastotalarning iste'molchilar ish rejimi pasayishiga ta'siri:

Elektr tarmog'iga ta'siri:

- Quvvat yo'qotishlarining ortishi: Kuchlanish pasayganda, elektr energiyasini uzatish jarayonida yo'qotishlarning ortishi;
- Elektr dvigatellarida chastota pasayishi motorlarning aylanish tezligini kamaytiradi. Bu, o'z navbatida, ishlab chiqarish jarayonlarida samaradorlikni pasaytirishi va ishlab chiqarishni to'xtatishga olib kelishi mumkin.
- Ba'zi elektr jihozlar chastota o'zgarishiga juda sezgir bo'lishi mumkin. Masalan, elektron jihozlarning ish rejimini buzishga olib kelishi yoki ularning ishlash muddatini qisqartirishga olib kelishi mumkin;

- Chastota pasayganda, baʼzi jihozlarning quvvat iste'moli koʻpayishi mumkin, bu esa energiya sarfini oshiradi;

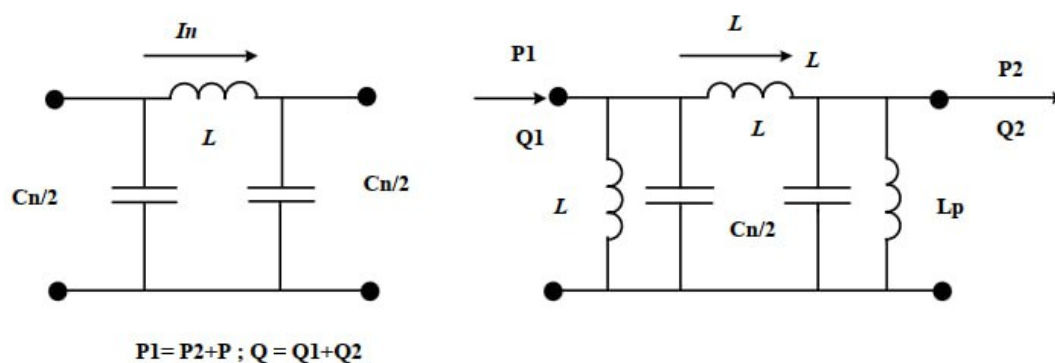
Elektr tarmogʻidagi chastotalarni nazorat qilish va oʻzgarishini minimallashtirish juda muhimdir. Chastota oʻzgarishi elektr tarmogʻi va isteʼmolchilar ishiga salbiy taʼsir koʻrsatishi va koʻplab muammolarga olib kelishi mumkin. Chastota regulyatorlari va elektr generatorlarining samarali boshqaruvi bu muammolarni minimallashtirishga yordam beradi [4,5,6].

2-jadvalda soat 7 dan 23 gacha boʻlgan vaqtdagi reaktiv quvvat koeffitsienti qiymatlari keltirilgan.

2-jadval

Nominal kuchlanish sinflari (kV)	$\operatorname{tg}\varphi$	$\cos\varphi$
110	0.5	0.895
35	0.4	0.928
6	0.5	0.895
0.4	0.5	0.895

Reaktorlar elektr tarmoqlarida kuchlanishning ortiqcha oʻsishi yoki reaktiv quvvatning ortiqcha ekanligi sababli yuzaga keladigan muammolarni bartaraf etish uchun ishlatiladi. Reaktorlarni elektr uzatish liniyalari bilan birlashtirib, ularning samaradorligini oshirish va yoʻqotishlarni kamaytirish mumkin. Reaktiv quvvatning yuqori darajasi elektr tarmoqlaridagi kuchlanishni pasaytiradi, bu esa energiya yoʻqotishlariga va jihozlarning ishlash rejimiga salbiy taʼsir koʻrsatadi. Elektr taʼminoti tizimi muhim elementlarning bir-biri bilan chambarchas bogʻliq boʻlgan murakkab tizimdir. Ushbu elementlarning har biri muayyan vazifani bajaradi va tizimning samarali ishlashini taʼminlaydi. Reaktorlar va kompensatsiya qiluvchi qurilmalar elektr tarmoqlarida yoʻqotishlarni kamaytirish va kuchlanishni barqarorlashtirish uchun ishlatiladi.ning uzatilayotgan aktiv kompensatsiyalanmagan (a) va kompensatsiyalangan (b) 500 kV kuchlanishli havo elektr uzatish liniyasi uzunligi 400 km ga bogʻliqlik egri chizigʻi (2-rasm) da koʻrsatilgan.



2-rasm. Elektr tarmoqlaridagi aktiv hamda reaktiv quvvatni uzatishda induktiv va sigʻim xaraakterli isteʼmolchilarning bogʻliqlik grafigi.

Har xil koʻrinishga ega boʻlgan tarmoq kuchlanishlarining, nominal aktiv va reaktiv quvvatlarga bogʻliqlik jarayonlari 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval

$U_{\text{nom}}, \text{ kV}$	235	345	420	525	765	1100
$Q_0, \text{ MVar}/100\text{km}$	22	40	60	100	240	550
$P_{\text{nom}}, \text{ MVt}$	160	350	590	950	2200	4800

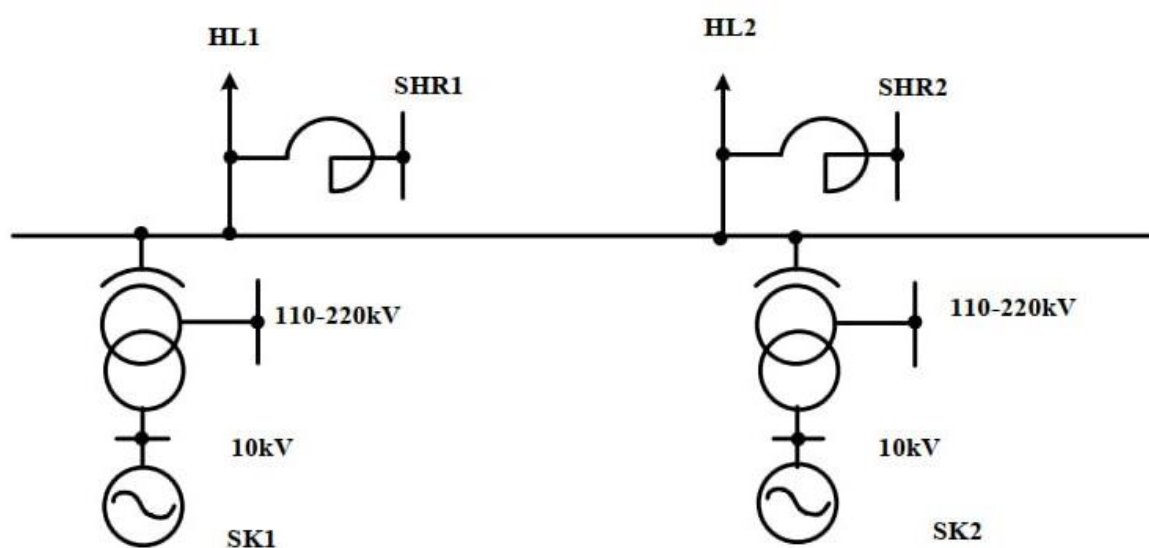
Shuntli reaktor liniyasi va statik tiristor kompensatorlari (STK) oʻrtasidagi ulanish samaradorligi 4-jadvalda koʻrsatilgan. Boshqariladigan shuntli reaktordan farqli oʻlaroq,

STK elektr uzatish liniyasi bo‘ylab aktiv quvvatni tabiiy qiymatdan yuqori uzatishga imkon beradi [7,8,9,10,11].

4-jadval

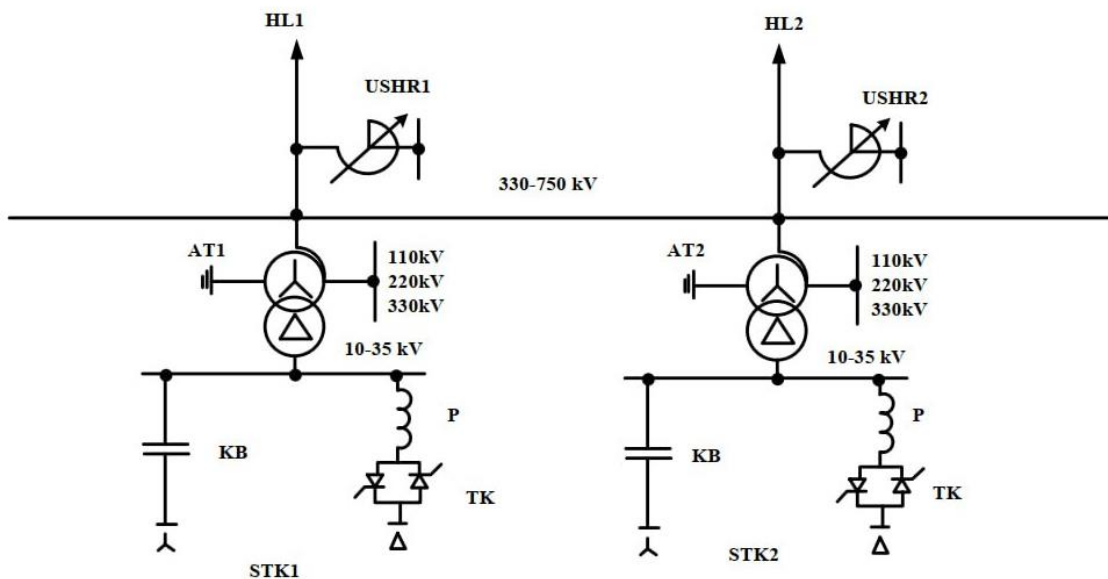
№	δ		0	30°	60°	90°	120°
1	SHR siz	U_2	1.155	1.155	1.0	0.866	-
		P	0	0.577	1.0	1.155	-
2	SHR bilan	U_2	1.0	0.966	0.866	0.707	-
		P	0	0.5	0.866	1.0	-
3	SHR bilan	U_2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
		P	0	0.518	1.0	1.414	1.732

Bu ish ta'minlovchi (transformatorlar) liniyasida maxsus grafik - avariya grafigibo'yicha bajariladi. Avtomatik chastotaviy yuksizlantirish qurilmalari energiya tizimda avariya holati ro'y berganda quvvatga ehtiyoj kattaligida tizim yuklamasini pasaytiradi. Avtomatik chastota rostlash qiymati yuklamaning kamida 50 % iga teng bo'lishi kerak bo'lib, qaysi yuklamalar qaysi hajmda va qaysi vaqtda, qaysi pog'onada har xil chastotali avtomatlar yordamida o'chirilishi ko'zda tutilgan bo'ladi [12,13,14,15,16,17]. 110-750 kV elektr tarmoqlarida reaktiv quvvat kompensatsiyasining asosiy vositalari 3-rasmda ko'rsatilgan.



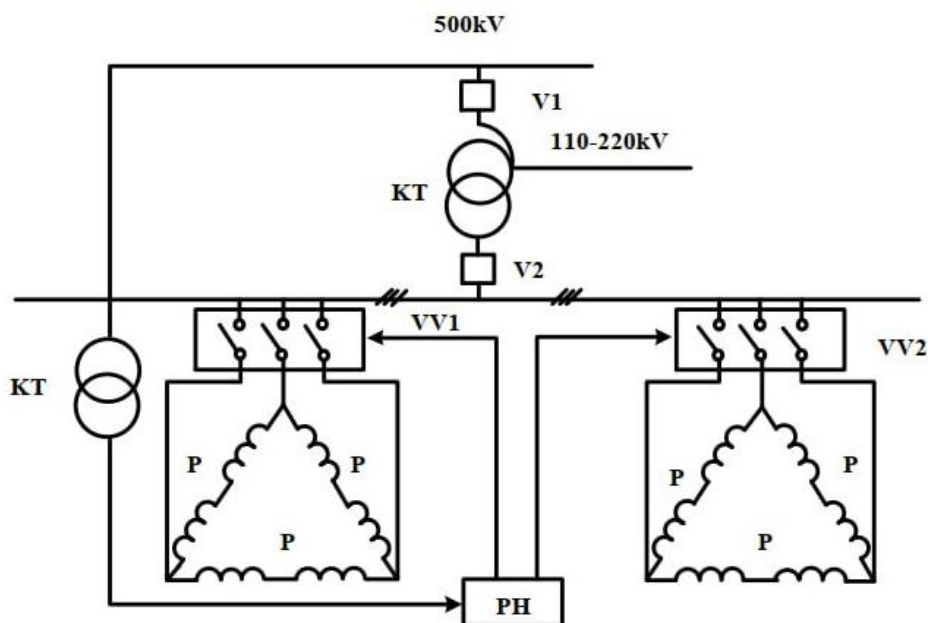
3-rasm. Shunt reaktor tarmoqqa parallel ravishda ulanadi va induktiv reaktiv quvvat hosil qiladi. Bu induktiv yuklar tomonidan iste'mol qilinadigan reaktiv quvvatni qoplashga va tarmoqdagi kuchlanishni ko'tarishga yordam beradi.

Avariya grafigi bo'yicha tizim yuklamasi 15 % gacha navbatma-navbat o'chirilishi rejalangan bo'ladi. Chastota bo'yicha yuklamani kamaytirish chastota bo'yicha avtomatik ravishda qayta ulash bilan birgalikda bajarilishi kerak. Bunda uzilgan iste'molchilarning elektr ta'minoti qayta tiklanadi. Shunt reaktorlar va statik kondensatorlar energiya tizimlarida reaktiv quvvatni kompensatsiya qilish uchun muhim rol o'ynaydi. Shunt reaktorlar yuqori kuchlanishli tarmoqlarda kuchlanishni barqarorlashtirish va transformatorlarni himoya qilish uchun ishlatiladi. Statik kondensatorlar esa past kuchlanishli tarmoqlarda keng tarqalgan, chunki ular kichik, arzon va samarali (5-rasm).



4-rasm. Boshqariladigan shuntli reaktor va kondensator batareyasi birgalikda ishlatilganda, ular dinamik va moslashuvchan kompensatsiya tizimini tashkil qiladi. Bu tizim yuklama o'zgarishiga qarab reaktiv quvvatni moslashtirib, kuchlanishni barqarorlashtirishga imkon beradi.

Yuqori kuchlanishli elektr tarmoqlaridan kuch transformatori tomonidan iste'molchilarga elektr energiyasini tarqalishi va kompensatsiya vositalarining bog'lanish sxemasi (6-rasm) da keltirilgan.



5-rasm. Bir nechta kuch transformatorlari yordamida kuchlanishni taqsimlash va uzatish sxemasi.

Xulosa. Boshqariladigan shuntli reaktor va kondensator batareyasi birgalikda ishlatilganda, ular dinamik, moslashuvchan va samarali kompensatsiya tizimini yaratishga yordam beradi. Bu tizim kuchlanishni barqarorlashtirishga, energiya sarfini optimallashtirishga va elektr tizimini himoya qilishga imkon beradi. Biroq, tizimni o'rnatishning murakkabligi va yuqori investitsiya xarajatlari ham hisobga olinishi kerak. Sinusoidal bo'lmagan aktiv va reaktiv quvvatni hisobga olish ish rejimlari muhim xatolar bilan bog'liq bo'lib, ular 5-6% ni tashkil etadi. Biroq, ko'plab o'lchovlari va tizimlarda mualliflar tomonidan bajariladigan quvvat komponentlari 0,4 - 500 kV,

chiziqli bo'lmagan yuklamalarni o'z ichiga olgan, holda ekanligini ko'rsatdi. Ko'pgina hollarda, o'lchash punktlarida quvvat 0,5% dan oshmaydi va asosiy chastotada quvvat hajmi oshadi. Elektr ta'minoti tizimi ishining sezilarli darajada bog'liqligi bilan kuchlanish tebranishlari ishlash o'zgarishi bo'lishi mumkin ish vaqti va ish miqdori bilan qoplanadi. Elektrotermik qurilmalar kabi ba'zi elektr iste'molchilar uchun elektr ta'minoti tartibga solish ta'siri yuklamaning tartibga solish ta'siridan kamroq bo'lishi mumkin. Bu esa ularning ishlashi kuchlanishning o'zgarishiga kamroq ta'sir qilishini ko'rsatadi. Ijobiy ish rejimiga ega bo'lgan qurilmalar uchun yuklamaning tartibga solish ta'siri energiya yo'qotilishini kuchaytirishi mumkin, chunki ular kuchlanish oshganda ko'proq quvvat iste'mol qiladi. Shuning uchun, energiya samaradorligini oshirish va elektr tizimining ishlashini optimallashtirish uchun qurilmalarning xususiyatlarini va yuklamaning tartibga solish ta'sirini hisobga olish kerak.

Adabiyotlar

- [1]. Sirok S.A., Kashnaya Yu. V., Evgrafov S.A. and so on. The influence of the subabonent load on the degree of loss of electricity in the networks of power supply organizations.// Promishlennaya energy. 2010. №8. P. 9-15.
- [2]. Ataulaev A.O., Sayidov M.K. E3S Web of Conferences, 414, 03006 (2023)
- [3]. A.T. Belenov, V.V. Kharchenko, S.A. Rakitov, Y.V. Daus, I.V. Yudaev, Applied Solar Energy 52(2), 105-108 (2016)
- [4]. Taslimov A., Rakhimov F., Rakhimov F., E3S Web of Conferences, 384, 01037 (2023)
- [5]. Murodov K., Karshibayev A. E3S Web of Conferences, 414, 03012 (2023)
- [6]. Халимов Ф. Х., Евдокунин Г. А., Таджикибаев А. Н. Защита сетей 6 — 10 кВ от перенапряжения. — Санкт-Петербург, 2001
- [7]. Хафизов Р.Р., Гусаков Д.В., Зарипов Р.Ф. Феррорезонансные явления в сетях различного класса напряжения и методы борьбы с ними// Вторая российская молодежная научная школа-конференция «Энергетика, электромеханика и энергоэффективные технологии глазами молодежи» Стратегия энергосбережения в энергетике. г. Уфа 2014 с. 249-250.
- [8]. M. Guzelkaya, I. Eksin, E. Yesil, Engineering Applications of Artificial Intelligence, **16**, 227–236, (2003)
- [9]. Siddique N., Studies in Computational Intelligence, 517, 95–135, (2014)
- [10]. Tovboyev A.N., Togayev I.B., Uzoqov I.Q., Nodirov G.Y., E3S Web of Conferences, 414, 03001 (2023)
- [11]. Togayev, I., Tovbaev, A., Nodirov, G., E3S Web of Conferences, 2024, 525, 03004.
- [12]. Boynazarov, G., Tovbaev, A., Usarov, U., E3S Web of Conferences 2024, 548, 03009.
- [13]. Jumaev, O.A., Ismoilov, M.T. E3S Web of Conferences, 2023, 414, 05008
- [14]. Tovbaev, A., Ibadullayev, M., Davronova, M., E3S Web of Conferences, 2024, 525, 0300
- [15]. D. Mukhitdinov, Y. Kadirov, S. Boybutayev, O. Boeva, U. Babakhonova, Journal of Physics: Conference Series, 2697(1), 012041, 2024
- [16]. Tovboyev, A.N., Mardonov, D.Sh., Mamatazimov, A.X., Samatova, S.S. Journal of Physics: Conference Series, 2021, 2094(5), 052048.
- [17]. Olimov, J.S., Fayziyev, S.S., Raximov, F.M., Majidov, A.U., Muxammadov, B.Q. E3S Web of Conferences, 2023, 414, 03007.

BA'ZI IQTISODIY MASALALARNI YECHISHDA, MAPLE-17 DASTURINING TADBIQLARI

A.I. Karimov

University of Business and Science universiteti, Namangan.

karimovabdusamat@gmail.com, tel. +998939092571

[*\(Qabul qilindi 17.09.2024 y.\)*](#)

Annotatsiya: Ushbu maqolada iqtisodiyotni ba'zi masalarini matematik modellar yordamida tekshirishda, MAPLE-17 dasturini tadbirlari keltirilgan. Jumladan kichik biznes, tadbirkorlik va firmalardagi ishlab chiqarish jarayonlarini matematik modellashtirishda, chiziqli algebra tenglamalar sistemasidan foydalanishga to'g'ri keladi. Ma'lumki chiziqli algebra tenglamalar sistemasini analitik yo'l bilan Kramer, Gauus va matritsalar usulida yechiladi.

Agar chiziqli algebra tenglamalar sistemasi uchunchi tartibgacha bo'lsa, ularni yechish ko'p vaqt olmaydi. lekin sistemadagi tenglamalar soni to'rtta va undan ko'p bo'lsa, ularni yechish juda ko'p vaqt sariflashga to'g'ri keladi.

Bunday hollarda MAPLE sistemasidan foydalanish na faqat soha mutaxasislariga, balki shu sohada ta'lim oluvchi talabalarga ham juda katta qulayliklar tug'diradi. Maqolada namunaviy masalalarni MAPLE-17 dasturidagi yechimlari va ularni dastur matnlari keltirilgan.

Qalit so'zlar: iqtisod, masala, matematika, model, dastur, sonlar, usul, tenglama, sistema, yechim, matritsa, determinant, Gauss, jadval.

Annotation: This article presents the use of the MAPLE-17 program in the study of certain economic issues using mathematical models, in particular, in the mathematical modeling of production processes in small businesses, entrepreneurship, and firms. It is necessary to use a system of linear algebra equations. It is known that a system of linear algebra equations can be solved analytically using the Cramer, Gauss and matrix methods. If the system of linear algebra equations is third order, then solving them will not take much time.

In such cases, the use of the MAPLE system brings great convenience not only to experts in the field but also to students studying in this field. The solution to typical problems in the MAPLE-17 program and the texts of their programs are presented in the article.

Key words: economics, problem, mathematics, model, program, numbers, method, equation, system, solution, matrix, determinant, Gauss, table.

Аннотация: В данной статье представлено применение программы MAPLE-17 при исследовании некоторых вопросов экономики с помощью математических моделей, в частности, при математическом моделировании производственных процессов в малом бизнесе, предпринимательстве и на фирмах. необходимо использовать систему уравнений линейной алгебры. Известно, что система уравнений линейной алгебры решается аналитически методом Кремера, Гаусса и матриц. Если система уравнений линейной алгебры третьего порядка, то их решение не займет много времени.

В таких случаях использование системы MAPLE приносит большое удобство не только специалистам в данной области, но и студентам, обучающимся в этой области. Решение типовых задач в программе MAPLE-17 и тексты их программ представлены в статье.

Ключевые слова: экономика, задача, математика, модель, программа, числа, метод, уравнение, система, решение, матрица, определитель, Гаусс, таблица.

1. Kirish. Modellashtirish har xil sohalarda uchraydigan jarayon va hodisalarni o'rganish, ularni tahlil qilish uchun keng tarqalgan qo'lay usuli bo'lib qolmoqda. Hozirgi paytda ilmiy izlanishlarda, iqtisodiy masalarni yechishda, injenerlik amaliyotida modellashtirishning juda ko'p usulilari mavjud. Naturada (tabiatan) o'tqaziladigan tajribalar endilikda katta miqdordagi sarf xarajatni va vaqtни talab qilishi ma'lum bo'lib qolmoqda.

Bundan tashqari tashkiliy va texniqaviy qiyinchiliklar vujudga kelmoqda. Bunday sharoitda injenerlik hisoblarda nafaqat yuqori aniqlik, shuning bilan birga, hisoblash usulini ro'li oshib, ularning yordamida hal qilinadigan muammolar soni ko'paymoqda [1-4].

Bu ho'l o'z navbatida hisoblash usulilarini takomillashtirish va uning imkoniyatlaridan samarali foydalanishni taqozo etadi. Umum tizimdagi muammolarni tez hal qilish va zarur natijalarni yuqori aniqlikda olishda zamonaviy hisoblash mashinalari va shaxsiy kompyuterlar vositalarida foydalanish qo'l keladi.

Bunday vositalar yordamida murakkab jarayonlarni modellashtirish asosida o'rganish borasida imitatsiya usulilari keng qo'llanib kelmoqda. Shuning uchun hozirgi paytda matematik modellashtirish - EHMni qo'llash bilan birgalikda, hozirgi zamon informatsion texnologiyasiga asoslanadi.

2. Asosiy qism. Malumki matematik model - o'rganilayitgan obektni matematik formula yoki algoritmi ko'rinishdagi ifodasidir. Hozirgi paytda iqtisodiy jarayonlar va unda ko'riladigan ko'p masalalar matematik madellashtirish yodamida yechilmoqda.

Iqtisodiy tizimlarning turli faoliyatini o'rganish uchun har-xil modellardan foydalaniladi. Iqtisodiy taraqqiyotni eng umumiy qonuniyatlari, matematik modellar yordamida tekshiriladi.

Iqtisodiy model-iqtisodiy obektning soddalashtirilgan nusxasidir. Modelning hayotiligidagi, uni modellashtirilgan obektga aynan mos kelishi muxim ahamiyatga egadir. Modelda tekshirilayotgan jarayonni eng xarakterli belgilari aks ettiriladi.

Jumladan kichiq biznes, tadbirkorlik va firmalardagi ishlab chiqarish jarayonlarini matematik modellashtirishda, chiziqli algebradagi tenglamalar sistemasidan foydalanishga to'g'ri keladi. Ma'lumki chiziqli algebra tenglamalar sistemasini analitik yo'l bilan Kramer, Gauss va matritsalar usulida yechiladi.

Agar chiziqli algebra tenglamalar sistemasi uchunchi tartibgacha bo'lsa, ularni yechish ko'p vaqt olmaydi. Ammo lekin sistemadagi tenglamalar soni to'rta va undan ko'p bo'lsa, ularni yechish juda ko'p vaqt sarflashga to'g'ri keladi.

Bunday hollarda MAPLE[5] sistemasidan foydalanish na faqat soha mutaxasislariga, balki shu soxada ta'lim oluvchi talabalarga ham juda katta qulayliklar tug'diradi. MAPLE-17 sistemasi kompyuterda turli yo'nalishdagi: iqtisodiyot, mexanika, fizika, muhandislik masalalarini analitik va sonli usulda yechimlarini aniq, tez, samarali hal etish uchun mo'ljallangan. Unda 4000 dan ortiq buyruqlar mavjud bo'lib, bu buyruqlar matematika fanining Algebra, Geometriya, Matematik tahlil, Matematik statistika kabi turli soha masalalarini hal etishga mo'ljallangan. MAPLE-17 sistemasining ishchi maydoni uch qismga bo'linadi:

- a) kiritish maydoni,
- b) chiqarish maydoni.
- c) matnli izoxlar maydoni.

Quyida iqtisodiy masalarni yechishda, MAPLE-17 dasturini tadbirlarini ko'rib chiqamiz.

3. Namunaviy masalalar.

1-amaliy masala. Quyidagi chiziqli algebraic tenglamalar sistemasini Kramer, Gauss va matritsa usullarida yechilish namunasi ko'rib chiqamiz.

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + x_3 = 8, \\ x_2 + 3x_3 + x_4 = 15, \\ 4x_1 + x_3 + x_4 = 11, \\ x_1 + x_2 + 5x_4 = 23 \end{cases}$$

I) Kramer usulining MAPLE-17 dastur matni:.

- 1) with(Student[Linear Algebra]);
a11:= 1; a12:= 2; a13:= 1; a14:= 0; a21:= 0; a22:= 1; a23:= 3;
a24:= 1; a31:= 4; a32:= 0; a33:= 1; a34:= 1; a41:= 1; a42:= 1;
a43:= 0; a44:= 5; b1:= 8; b2:= 15; b3:= 11; b4:= 23;
 - 2) A := <<(a11, a21, a31, a41), <<(a12, a22, a32, a42), <<(a13, a23, a33, a43), <<(a14, a24, a34, a44)>>>>;
 - 3) Ax := <<<<(b1, b2, b3, b4), <<(a12, a22, a32, a42), <<(a13, a23, a33, a43), <<(a14, a24, a34, a44)>>>>; Ay := <<<<(b1, b2, b3, b4), <<(a13, a23, a33, a43), <<(a14, a24, a34, a44)>>>>; Az := <<<<(b1, b2, b3, b4), <<(a12, a22, a32, a42), <<(a14, a24, a34, a44)>>>>; At := <<<<(b1, b2, b3, b4), <<(a11, a21, a31, a41), <<(a12, a22, a32, a42), <<(a13, a23, a33, a43), <<(a14, a24, a34, a44)>>>>>>>>;
 - 4) A0 := Determinant(A); A1 := Determinant(Ax); A2 := Determinant(Ay); A3 := Determinant(Az); A4 := Determinant(At); x := A1/A0; y := A2/A0; z := A3/A0; t := A4/A0;
 - 5) A0=108; Ax=108; Ay= 216; Az= 324; At=432;
- Javob: x=1; y=2; z=3; t=4;

II) Gauss usulining MAPLE-17 dastur matni:

- 1) with(Student[Linear Algebra]);
a11:= 1; a12:= 2; a13:= 1; a14:= 0; a21:= 0; a22:= 1; a23:= 3;

a24:= 1; a31:= 4; a32:= 0; a33:= 1; a34:= 1; a41:= 1; a42:= 1;
a43:= 0; a44:= 5; b1:= 8; b2:= 15; b3:= 11; b4:= 23;

- 2) A := <<(a11, a21, a31, a41), <, >(a12, a22, a32, a42), <, >(a13, a23, a33, a43), <, >(a14, a24, a34, a44)>>;
 - 3) b := <, >(8, 15, 11, 23);
 - 4) Gaussian Elimination(A);
 - 5) Reduced Row Echelon Form(<, >(A, b));
- [[1,0,0,0,1],[0,1,0,0,2],[0,0,1,0,3],[0,0,0,1,4]]
- Javob: x=1; y=2; z=3; t=4;

III) Matritsa usulining MAPLE-17 dastur matni:

- 1) with(Student[Linear Algebra]);
a11:= 1; a12:= 2; a13:= 1; a14:= 0; a21:= 0; a22:= 1; a23:= 3;
a24:= 1; a31:= 4; a32:= 0; a33:= 1; a34:= 1; a41:= 1; a42:= 1;
a43:= 0; a44:= 5; b1:= 8; b2:= 15; b3:= 11; b4:= 23;
 - 2) A := <<(a11, a21, a31, a41), <, >(a12, a22, a32, a42), <, >(a13, a23, a33, a43), <, >(a14, a24, a34, a44)>>;
 - 3) Bn := Vector([b1, b2, b3, b4]); AT := 1/A
 - 4) X:= LinearSolve(AT, Bn); M0 := A . AT; X1:= AT. Bn; Tsh := A . X1-Bn;
- Javob: x=1; y=2; z=3; t=4;

2-amaliy masala. Beton zavodi uch xil xom ashyoni ishlatib uch xil turdagi maxsulot ishlab chiqaradi. Ishlab chiqarish xarakteristikalari jadvalda berilgan. Ishlab chiqarish hajmini aniqlang.

1-jadval

Xom ashyo turlari	Mahsulot turlari bo'yicha xom ashyo sarflari			xom ashyo zahirasi(tonna)
	1(plita donada- x_1)	2(latok donada- x_2)	3(yo'l barderi donada- x_3)	
1(armatura)	6	4	5	2400
2(sement)	4	3	1	1450
3(shag'al)	5	2	3	1550

Masalaga mos keluvchi chiziqli algebra tenglamalar sistemasi quydagicha yoziladi:

$$\begin{cases} 6x_1 + 4x_2 + 5x_3 = 2400 \\ 4x_1 + 3x_2 + 1x_3 = 1450 \\ 5x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 1550 \end{cases}$$

Bu masalani matritsa usulida yechilgan.

Matritsa usulining MAPLE-17 dastur matni:

- 1) with(Student[Linear Algebra]);
a11:= 6; a12:= 4; a13:=51; a21:= 4; a22:= 3; a23:= 1;
a31:= 5; a32:=20; a33:=31; b1:=2400; b2:= 1450; b3:= 1550;
A:= <<(a11, a21, a31), <, >(a12, a22, a32), <, >(a13, a23, a33)>>;
 - 2) Bn := Vector([b1, b2, b3]); AT := 1/A
 - 3) X:= Linear Solve(AT, Bn); M0 := A . AT; X1:= AT. Bn; Tsh := A . X1-Bn;
- Javob: x=150 dona; y=250 dona; z=100 dona;

3-amaliy masala. Tajriba yo'li bilan aniqlangan tasodifiy miqdorlar: ipni g'altakka o'rash tezligi – X, hamda unda hosil bo'luvchi taranglik kuchi –Y orasidagi bog'lanishni statistik qiymatlari quydagi jadvalda keltirilgan.

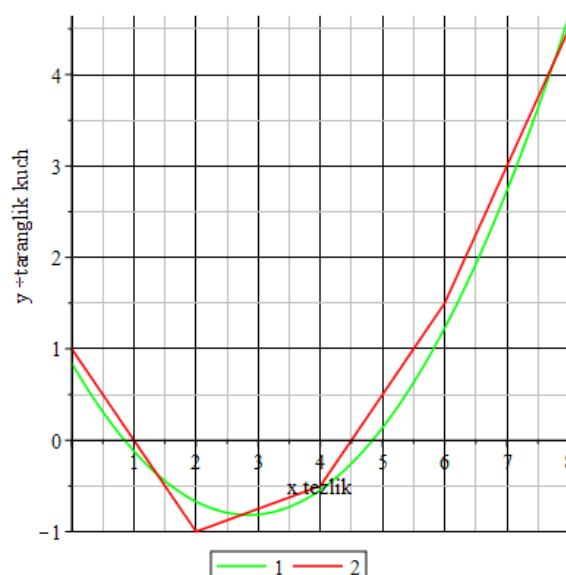
X	0	2	4	6	8
Y	1	-1	-0.5	1.5	4.5

Eng kichik kvadratlar usulida, jadvaldan foydalanib X va Y orasidagi bog'lanishni emperik funksiyasini MAPLE-17 dasturi tuzilsin va tegishli grafiklar olinsin..

Dastur matni:

```
with(plots); n := 5; x := [0, 2, 4, 6, 8]; yx := [1, -1, -0.5, 1.5, 4.5]; sum_x2 := sum(x[i]^2, i = 1 .. 5);
sum_y1 := sum(yx[i], i = 1 .. 5); sum_x1 := sum(x[i], i = 1 .. 5); sum_x3 := sum(x[i]^3, i = 1 .. 5);
sum_x4 := sum(x[i]^4, i = 1 .. 5); sum_xy := sum(x[i]*yx[i], i = 1 .. 5); sum_xy2 := sum(x[i]^2*yx[i], i = 1 .. 5);
b1 := sum_xy2; b2 := sum_xy; b3 := sum_y1; a11 := sum_x4; a12 := sum_x3; a13 := sum_x2;
a21 := a12; a22 := a13; a23 := sum_x1; a31 := a13; a32 := a23; a33 := n;
with(Linear Algebra); A := `<|>`(`<,>`(a11, a12, a13), `<,>`(a21, a22, a23), `<,>`(a31, a32, a33)); Bn :=
Vector([b1, b2, b3]); AT := 1/A; X := Linear Solve(AT, Bn); M0 := A . AT; X1 := AT . Bn; Tsh := A .
X1-Bn; X1[1], X1[2], X1[3];
z := proc (t) options operator, arrow; X1[1]*t^2+X1[2]*t+X1[3] end proc; c1 := plot(z(t), t = 0 .. 8,
color = green);
c2 := plot([[0, 1], [2, -1], [4, -0.5], [6, 1.5], [8, 4.5]], color = red); display(c1, c2);
```

Jadval asosid tuzilgan emperik funksiya : $y = 0.2 * x^2 - 1.17 * x + 1.0$ (1-grafik) va berilgan nuqtalar bo'yicha olingan grafik(2-grafik) 1-rasmda keltirilgan.



1-Rasm.X va Y tasodifiy miqdorlar ortasidagi bog'lanish grafiklari.

Xulosalar

1. Iqtisodiy masalarni yechishda matematik modellashirishni ahamiyati bayon qilingan.
2. Iqtisodiy masalarni yechishda MAPLE-17 dasturini tadbirlari namunaviy masalalarda keltirilgan.
3. Ko'rilgan masalar uchun MAPLE-17 dasturini matnlari keltirigan.
4. Yuqorida keltirilgan dasturlar asosida turli iqtisodiy masalarni tez yechish imkoniyti mavjud.

Adabiyotlar

- [1]. Harek Capillski and Tomasz Zastawniak. Mathematics for Finance. An Introduction to Financial Engineering. Springer 2003. 317 p.
- [2]. David G. Luenberger, Yinyu Ye. Linear and Nonlinear Programming. Springer, 2008. 551
- [3]. Xashimov A.R., Xujaniyazova G.S. Iqtisodchilar uchun matematika. O'quv qo'llanma. T.: "Iqtisod-moliya". 2017. 386 b
- [4]. A.Karimov.,Iqtisodchilar uchun amaliy matematika fanidan o'quv qo'llanma.2024y,Namangan,
- [5]. Т.Г. Кузьмичева. Методы решения математических задач в Maple, Белгород,2001.

- [6]. 5. Karimov A. I., Ismanov M. Mathematical Modeling of Heat Flux Distribution in Raw Cotton Stored in Bunt //Engineering. – 2020. – Т. 12. – №. 08. – С. 591-599.

УДК 621.314.088

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕВЕРСИВНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НА БАЗЕ УПРАВЛЯЮЩЕГО АВТОМАТА

Д.Е. Ускенбаев¹, С.А. Мендыбаев¹, Ё.К. Тошмуродов²

¹Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина. Астана

²Каршинский институт ирригации и агротехнологий национального исследовательского
университета “ТИИИМСХ” г. Карши, Узбекистан.

(Получена 19.10.2024 г.)

Аннотация. В статье, на базе управляющего автомата разработана логическая часть системы управления реверсивного вентильного преобразователя с естественной токовой внешней характеристикой, получивший название токопараметрический преобразователь, представляющий собой параметрический источник тока, преобразующий систему трехфазных э.д.с. в систему трехфазных токов, к выходу которого присоединены управляемые вентильные комплекты; синтезирован граф автомата, обеспечивающий реализацию основных режимов работы преобразователя; получены основные логические уравнения; разработана принципиальная схема автомата; рассмотренные в статье материалы могут быть использованы при практическом проектировании источников питания потребителей электрической энергии.

Ключевые слова: токопараметрический преобразователь, параметрический источник тока, вентильный комплект.

Annotatsiya. Maqolada boshqaruv avtomati asosida tabiiy oqim tashqi xarakteristikasiga ega bo'lgan teskari klapanli konvertorni boshqarish tizimining mantiqiy qismi ishlab chiqilgan bo'lib, u oqim-parametrik konvertor deb ataladi, bu parametrik oqim manbai hisoblanadi. uch fazali emfs tizimi, boshqariladigan valflar to'plamlari ulangan uch fazali oqim tizimiga; konvertorning asosiy ish rejimlarini amalga oshirishni ta'minlovchi avtomat grafigi sintez qilindi; asosiy mantiqiy tenglamalar olinadi; mashinaning sxematik diagrammasi ishlab chiqilgan; Maqolada muhokama qilingan materiallar elektr energiyasi iste'molchilari uchun quvvat manbalarini amaliy loyihalashda qo'llanilishi mumkin.

Tayanch so'zlar: oqim-parametrik konvertor, parametrik oqim manbai, vana to'plami.

Abstract: In the article, on the basis of a control automaton, a logical part of the control system of a reversible valve converter with a natural current external characteristic has been developed, called a current-parametric converter, which is a parametric current source that converts a system of three-phase emfs, into a three-phase current system, to the output of which controlled valve sets are connected; the automaton graph was synthesized, providing the implementation of the main operating modes of the converter; basic logical equations are obtained; a schematic diagram of the machine was developed; The materials discussed in the article can be used in the practical design of power supplies for electrical energy consumers.

Key words: current-parametric converter, parametric current source, valve kit.

Актуальность. Современный уровень состояния промышленных объектов транспортной сети характеризуется ростом единичной мощности технологического оборудования. Это предъявляет все возрастающие требования к источникам и преобразователям электрической энергии по их надежности и экономичности, Производство и распределение электрической энергии в основном осуществляется на переменном токе при частоте 50 Гц. В тоже время более 40% производимой электрической энергии потребляется на постоянном токе.

В транспортных сетях, на промышленных предприятиях, в карьерах и рудниках широко используются электровозы с различными напряжениями питания постоянного тока. Для преобразования переменного тока в постоянный широко используются полупроводниковые преобразователи. Полупроводниковые преобразователи обеспечивают регулирование

скорости вращения тяговых двигателей, посредством системы управления тиристорами.

Применение полупроводниковых приборов приводит к ухудшению качества электрической энергии в промышленных электрических сетях, в силу нелинейности их вольт – амперных характеристик (ВАХ). Поэтому разработка высокоэффективных и надежных преобразователей, является важной и актуальной задачей. Целый ряд потребителей требует плавного регулирования выпрямленного тока и возможности его реверса [1, 2]. Одним из путей решения поставленных задач является применение токопараметрических преобразователей (ТПП), имеющих естественную токовую внешнюю характеристику и коэффициент мощности близкий к единице [3 - 11].

Токопараметрические преобразователи образуют класс преобразователей тока, в отличие от традиционных схем, являющихся преобразователями напряжения. Для преобразователей напряжения первичным источником служит сеть переменного тока с низким выходным сопротивлением. Для ТПП первичным источником является параметрический источник тока (ПИТ), с высоким выходным сопротивлением, преобразующий систему трехфазных э.д.с. в систему трехфазных токов. К выходу параметрического источника присоединены встречно – параллельно включенные управляемые вентильные комплекты (ВК), собранные по мостовой схеме (рисунок 1).

Новый класс схем потребовал новых методов исследований, новых принципов построения преобразователей, с возможностью реверса тока нагрузки. Надежная работа токового преобразователя существенно зависит от его системы управления. Поэтому разработка и синтез функциональных узлов системы управления является важной и актуальной задачей.

Основные функции системы управления (СУ) токопараметрического преобразователя обуславливаются особенностями его работы [3, 4, 6]. Система управления ТПП должна преобразовывать совокупность входных управляющих и вспомогательных сигналов в сигналы управления тиристорами. Управляющие сигналы могут быть цифровыми и аналоговыми. Сигналы управления, синхронизированные генератором тактов, должны обеспечивать отпирание вентилей в последовательности необходимой для формирования выходного тока, напряжений требуемой формы - алгоритмическая функция системы управления.

Целью статьи явилась разработка алгоритмической функции системы управления ТПП реализуется в логическом устройстве, выполненного в виде управляющего автомата. Управляющий автомат, в зависимости от комбинаций входных сигналов, обеспечивает надежное функционирование системы управления преобразователя. В общем случае, задача синтеза управляющего автомата заключается в построении

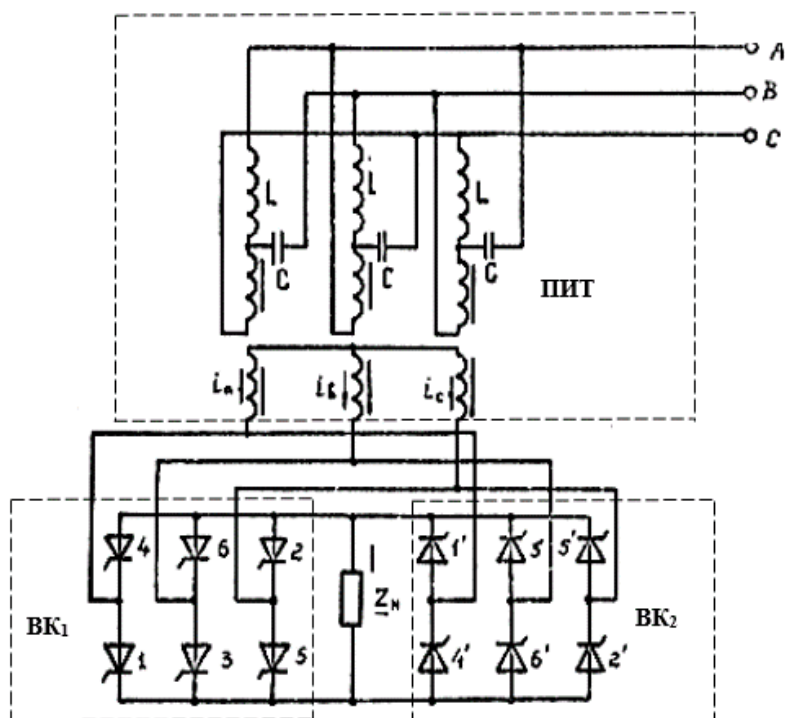


Рисунок 1 – Силовая схема токопараметрического преобразователя.

сложного автомата из более элементарных автоматов.

Разработка логической части системы управления реверсивного преобразователя на базе автомата включает следующие основные этапы:

1) определение количества внутренних состояний автомата в совокупности его переходов и выходов;

2) выбор элементарного автомата, в качестве которого использованы логические устройства с двумя устойчивыми состояниями ($J - K$ триггер);

3) составление обобщенной таблицы переходов, выходов и функций возбуждения синтезирующей схемы;

4) определение, на базе составленной таблицы переходов, логических выражений для функций возбуждения

элементарных автоматов, и функций выходов синтезируемого автомата;

5) минимизация полученных выражений, описывающих структуру

синтезированной схемы и их запись применительно к выбранному базису базису, в качестве которого использованы основные логические элементы $И - НЕ$, $ИЛИ - НЕ$.

Согласно перечисленным этапам, проведен синтез управляющего автомата, в соответствии с временной диаграммой тока нагрузки токопараметрического преобразователя, приведенной на рисунке 2.

В таблице 1 В соответствии с временной диаграммой тока нагрузки, заданы требуемые режимы работы преобразователя и интервалы времени их организации. Моменты времени $t_1 \div t_9$ соответствуют переходу фазных токов через ноль.

Таблица 1

Режимы работы токопараметрического преобразователя

Интервалы времени	$t_1 - t_2$	$t_2 - t_3$	$t_3 - t_4$	$t_4 - t_5$	$t_5 - t_6$	$t_6 - t_7$	$t_7 - t_8$	$t_8 - t_9$
Режимы работы	5	1	4	3	7	2	6	3

временной диаграммы тока нагрузки следует, что после **режима 4** (плавный спад тока нагрузки i_n к нулю) наступает **режим 3** (пауза в токе нагрузки, $i_n = 0$). При этом, **режим 3** может быть реализован двумя способами. Обозначим алгоритм реализации паузы по первому способу - **режим 3а**, а по второму способу **режим-3б**.

Алгоритм	Порядок работы клапанов					
3а	1 2' 2 3'	2 3' 3 4'	3 4' 4 5'	5 6' 6 1'	1 2' 2 3'	...
3б	1' 2 2' 3	2' 3 3' 4	3' 4 4' 5	5' 6 6' 1	1' 2 2' 3	...

Кроме этого следует учесть то, что от алгоритма **4** переходим к алгоритму **3а**, а переход к алгоритму **3б** происходит от алгоритма **6**. Необходимо также отметить, что с учетом специфики работы ТПП (коммутация только нулевых значений тока), принципиально невозможен непосредственный переход от **3а** к алгоритму **5** и от **3б** к **7**. Во избежание нежелательных перенапряжений в схеме, последовательность алгоритмов при их переходах должна быть следующей:

3а — 3б — 5
3б — 3а — 7

Существуют еще два принципиально невозможных перехода в силу выше указанных причин. Это переходы от алгоритма 6 к алгоритму 7 и от алгоритма 4 к алгоритму 5, т.е. между двумя полуволнами тока нагрузки необходима нулевая пауза. Учет наложенных запретов реализуется в устройстве задатчика режима, с помощью которого осуществляется управление работой преобразователя. Реализация алгоритмов и переходы от одного к другому осуществляются в зависимости от значений входных тактовых сигналов T_1 и T_2 . В таблице переходов (таблица 3) приведена зависимость алгоритмов и их переходов от значений сигналов T_1 и T_2 .

Информация, содержащаяся в таблице 3, заложена в устройстве памяти преобразователя. С помощью автомата, у которого каждое состояние соответствует определенному алгоритму, переходы осуществляемые под действием сигналов T_1 и T_2 Соответствие между состояниями автомата и алгоритмами переключения вентилей ТПП приведено в таблице 4. *Граф* управляющего автомата, ориентированного относительно таблиц 3 и 4, представлен на рисунке 3. Вершины графа соответствуют состояниям автомата.

Стрелками на графе автомата указаны переходы из одного состояния в другое в зависимости от входных сигналов T_1 и T_2 . Как видно из временной диаграммы тока нагрузки, переход от одного алгоритма переключения вентилей к другому происходит в момент естественной коммутации вентилей, то есть в момент равенства нулю какого-либо из фазных токов, следовательно и переключения автомата должны происходить строго в эти моменты. Для выполнения этих условий используются тактовые импульсы.

Поскольку управляющий автомат имеет восемь состояний, для его реализации необходимо три триггера. В качестве элементарных автоматов используются синхронные $J - K$ триггеры, построенные на базе основных логических элементов $И - НЕ$. Функция возбуждения $J - K$ триггера приведена в таблице 5. В таблице 6 приведено соответствие между состояниями автомата и выходами Q_i триггеров.

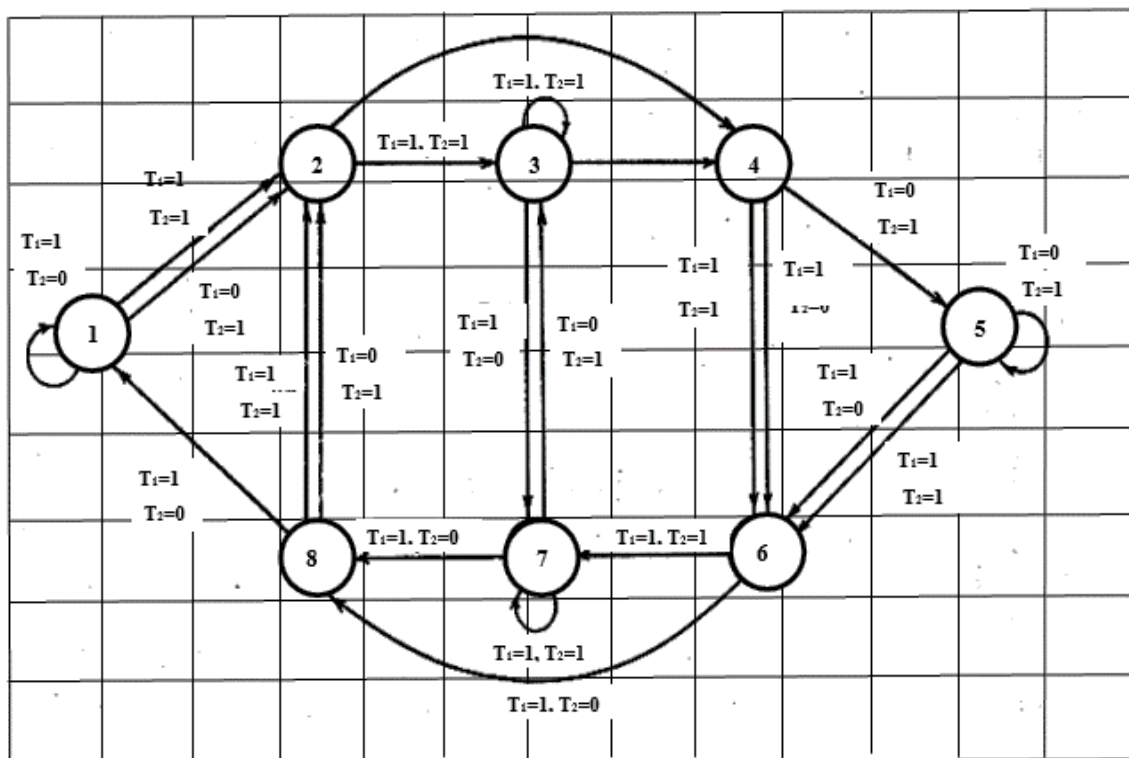


Рисунок 3 - Граф управляющего автомата системы управления преобразователя.

Таблица 3.

Таблица переходов управляющего автомата

<i>Алгоритм</i>	T_1	T_2	<i>Алгоритм к которому надо перейти</i>
1	1	0	1
1	1	1	4
1	0	1	4
2	1	0	6
2	1	1	6
2	0	1	2
3a	1	0	3b
3a	1	1	3a
3a	0	1	7
3b	1	0	5
3b	1	1	3b
3b	0	1	3a
4	1	0	-
4	1	1	3a
4	0	1	7
5	1	0	1
5	1	1	4
5	0	1	4
6	1	0	5
6	1	1	3b
6	0	1	-
7	1	0	6
7	1	1	6
7	0	1	2

Таблица 4

Соответствия между состояниями автомата и алгоритмами переключения вентилей

Алгоритм	1	4	3a	7	2	6	3b	5
Состояние автомата	1	2	3	4	5	6	7	8

Таблица 5

Таблица возбуждения $J - K$ триггера

Q	Q	$q_0(J)$	$Q_1(K)$
0	0	0	b
0	1	1	b
1	0	b	1
1	1	b	0

Таблица 6

Таблица соответствия между состояниями автомата и выходами триггеров

<i>Состояние автомата (F)</i>	Q_1	Q_2	Q_3
1	1	0	0
2	1	0	1
3	0	0	1
4	0	0	0
5	1	1	0
6	0	1	0
7	0	1	1
8	1	1	1

На основании таблиц 3 - 6, составляется кодированная таблица переходов автомата, в зависимости от значений управляющих сигналов T_1 и T_2 (таблица 7), где обозначено: $Q_1 - Q_3$ - состояния автомата до прихода управляющих сигналов T_1 и T_2 (выходы триггеров); $Q_1' - Q_3'$ - состояния автомата после прихода T_1 и T_2 ; $q_{01} - q_{03}$, $q_{11} - q_{13}$ - сигналы, которые необходимо подать на входы триггеров для перевода автомата из состояния $Q_1 - Q_3$ в состояние $Q_1' - Q_3'$; b - неопределенные состояния.

Таблица 7

Кодированная таблица переходов автомата в зависимости от значений управляющих сигналов T_1 и T_2

T_1	T_2	Q_1	Q_2	Q_3	Q_1'	Q_2'	Q_3'	q_{01}	q_{11}	q_{02}	q_{12}	q_{03}	q_{13}
1	0	1	0	0	1	0	0	b	0	0	b	0	b
1	0	1	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	0	0	0	1	0	1	1	0	b	1	b	b	0
1	0	0	0	0	0	1	0	0	b	1	b	0	b
1	0	1	1	0	0	1	0	b	1	b	0	0	b
1	0	0	1	0	1	1	1	1	b	b	0	1	b
1	0	0	1	1	1	1	1	1	b	b	0	b	0
1	0	1	1	1	1	0	0	b	0	b	1	b	1
1	1	1	0	0	1	0	1	b	0	0	b	1	b
1	1	1	0	1	0	0	1	b	1	0	b	b	0
1	1	0	0	1	0	0	1	0	b	0	b	b	0
1	1	0	0	0	0	1	0	0	b	1	b	0	b
1	1	0	1	0	0	1	1	0	b	b	0	1	b
1	1	0	1	1	0	1	1	0	b	b	0	b	0
1	1	1	1	1	1	0	1	b	0	b	1	b	0
1	1	1	1	0	0	1	0	1	b	0	b	1	b
0	1	1	0	1	0	0	0	b	1	0	b	b	1
0	1	0	0	1	0	0	0	0	b	0	b	b	1
0	1	0	0	0	1	1	0	1	b	1	b	0	b
0	1	1	1	0	1	1	0	b	0	b	0	0	b
0	1	0	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	1	0	1	1	0	0	1	0	b	b	1	b	0
0	1	1	1	1	1	1	0	1	b	0	b	b	0
0	1	0	1	1	1	0	0	b	1	0	b	1	b

Состояние схемы, обеспечивающей требуемые связи между триггерами и логической схемой, удобно производить с помощью диаграммы Вейча. Аргументами являются величины T_1, T_2, Q_1, Q_2, Q_3 . Функциями являются сигналы возбуждения элементарных автоматов: $q_{01}, q_{02}, q_{03}, q_{11}, q_{12}, q_{13}$. После минимизации, путем определения коэффициентов и склеивания соответствующих клеток на диаграмме Вейча, получаем систему логических уравнений, описывающих структуру синтезированной схемы в следующем виде:

$$\begin{aligned} q_{01} &= Q_2 \cdot \bar{T}_2 \vee \bar{Q}_3 \cdot \bar{T}_1 = \overline{Q_2 \cdot T_2} \cdot \overline{Q_3 \cdot T_1} \\ q_{11} &= Q_3 \cdot Q_2 \vee Q_3 \cdot Q_2 \cdot T_1 = \overline{Q_2 \cdot Q_3} \cdot \overline{Q_2 \cdot Q_3 \cdot T_1} \\ q_{02} &= \bar{Q}_3 \cdot \bar{Q}_1 \vee Q_3 \cdot \bar{T}_2 = \overline{Q_3 \cdot Q_1} \cdot \overline{Q_3 \cdot T_2} \\ q_{12} &= Q_3 \cdot Q_1 \vee Q_3 \cdot \bar{T}_1 = \overline{Q_3 \cdot Q_1} \cdot \overline{Q_3 \cdot T_1} \\ q_{03} &= Q_2 \cdot \bar{Q}_1 \vee \bar{Q}_2 \cdot Q_1 \cdot T_2 = \overline{Q_2 \cdot Q_1} \cdot \overline{Q_2 \cdot Q_1 \cdot T_2} \\ q_{13} &= \bar{Q}_2 \cdot \bar{T}_1 \vee Q_1 \cdot \bar{T}_2 = \overline{Q_2 \cdot T_1} \cdot \overline{Q_1 \cdot T_2} \end{aligned}$$

Принципиальная схема управляющего автомата, синтезированная на основании минимизированной системы логических уравнений приведена на рисунке 4.

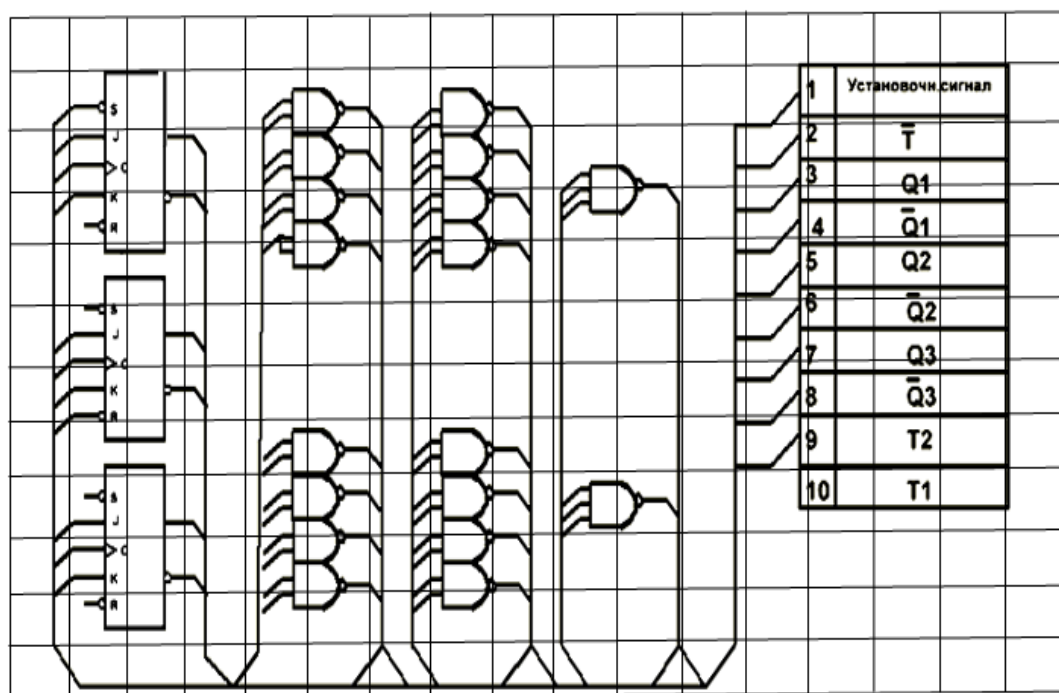


Рисунок 4 – Принципиальная схема управляющего автомата.

Заключение

В статье выполнен синтез логической части системы управления вентильного преобразователя (ВП) на базе управляющего автомата. На основании синтеза логической части системы управления ВП поставлены и решены следующие основные задачи:

- 1) определены внутренние состояния автомата в совокупности его переходов и выходов;
- 2) выбран тип элементарного автомата;

- 3) составлены таблицы переходов, выходов и функций возбуждения синтезируемой схемы;
- 4) построен граф управляющего автомата системы управления преобразователя;
- 5) определены логические выражения функций возбуждения элементарных автоматов и функций выходов синтезируемого автомата;
- 6) выполнена минимизация полученных логических уравнений, описывающих структуру синтезированной схемы;
- 7) выбран элементный базис записи минимизированных логических уравнений;
- 8) согласно решенным задачам, проведен детальный синтез управляющего автомата.

Разработанная система управления, построенная на базе автомата показала высокую надежность работы, что было подтверждено физическим моделированием реверсивного преобразователя. Исследования, проведенные в статье могут быть использованы при практическом проектировании систем управления полупроводниковыми преобразователями.

Список литературы.

- [1]. Мендыбаев С.А., Исенов С.С., Айболатова А.К. Анализ вентильных преобразователей с характеристиками источников тока. В сборнике МНТК «Технические и математические науки». Москва, 2016 г.
- [2]. Сальников В.Г. и др. Тиристорная преобразовательная техника в цветной металлургии. - М.: 1997 г.
- [3]. Mendybayev Sergazy , Akimzhanov Temirbulat, Zhumazhanov Serik, Sarsikeev Ermek. Valve converter with steeply falling external characteristics. III International Conference "Cognitive Robotics" IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 516 , 2019 г.
- [4]. Mendybayev Sergazy, Sarsikeev Yermek , Kapanova Damei. WITH NATURAL CURRENT CHARACTERISTICS CONTROL OF VALVE CONVERTERS. MATEC Web of Conferences 155. 01047| (2018) 1ME&T2017.
- [5]. Issenov Sultan, Issenov K, Mendybayev Sergazy. Mealy Automaton for Microprocessor Control Device Development of Algorithm Flow Graph, Mealy Automaton of Microprogram Graph and Mathematical Models. INTERNATIONAL SIBERIAN CONFERENCE ON CONTROL AND COMMUNICATIONS (SIBCON), 2017
- [6]. Ускенбаев Д.Е. Мендыбаев С.А. Исследование переходных режимов источника тока на математической модели. Вестник КАТУ имени С.Сейфулина №3 , 2020
- [7]. Способы регулирования тока нагрузки вентильного преобразователя . Научный журнал «Интернаука» №28(32), декабрь 20017 г., Москва
- [8]. Суер К. Силовая электроника. - М.: 2015 г.
- [9]. Мендыбаев С.А., Иванова Е.В. Классификация вентильных преобразователей с характеристиками источников тока. В сборнике МНТК «Эффективное и качественное использование электроэнергии». . Екатеринбург, 2012 г.
- [10]. Мендыбаев С.А., Исенов С.С. Способы регулирования тока нагрузки вентильного преобразователя. Вестник ПГУ №1, 2018.
- [11]. Сенчанский А.Д., Смелянский М.Я. Электрические промышленные печи. М.: 1987г.
- [12]. Обухов С.Г., Чаплыгин Е.Е., Мендыбаев С.А. Системы управления токопараметрическими вентильными преобразователями.- В книге: Преобразователи частоты для электропривода. К.:1993 г.

ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ СОПЛА ГИДРОТУРБИНЫ

М.О. Узбеков, С.Р. Урмонов

Ферганский политехнический институт,
Sanjarmirzo0021@mail.ru тел: 91 667 00 21
(Получена 10.07.2024 г.)

***Аннотация.** Данная статья освещает современное значение возобновляемых источников энергии, фокусируясь на микрогидроэлектростанциях и научных исследованиях в этой области. В работе описывается микрогидроэлектростанция, разнообразие гидротурбин и анализ существующих конструкций с выявлением их недостатков. Проанализированы новые рекомендации и математические основы для будущих научных исследований в данной сфере. Полученные*

результаты экспериментов и моделирования сопоставляются с текущими моделями, что позволяет выявить преимущества предлагаемых конструкций и оптимизировать использование микрогидроэлектростанций в энергетической инфраструктуре.

Ключевые слова: реактив турбина, сопло, микро ГЭС, низкий напор, колесо Сегнера

Abstract. This article highlights the current importance of renewable energy sources, focusing on microhydroelectric power plants and scientific research in this field. The paper describes microhydroelectric power plants, a variety of hydraulic turbines and an analysis of existing designs, identifying their shortcomings. New recommendations and mathematical foundations for future scientific research in this area are analyzed. The obtained experimental and simulation results are compared with current models, which allows us to identify the advantages of the proposed designs and optimize the use of microhydroelectric power plants in the energy infrastructure.

Keywords: reactive turbine, nozzle, micro hydroelectric power station, low pressure, Segner wheel

Annotatsiya. Ushbu maqola qayta tiklanadigan energiya manbalarining dolzarb ahamiyatini ta'kidlab, mikrogidroelektr stansiyalari va ushbu sohadagi ilmiy tadqiqotlarga e'tibor qaratadi. Maqolada mikrogidroelektr stansiyalar, turli xil gidravlik turbinalar va mavjud loyihalar tahlili, ularning kamchiliklari aniqlangan. Bu yo'nalishda kelgusida ilmiy izlanishlar uchun yangi tavsiyalar va matematik asoslar tahlil qilingan. Olingan eksperimental va simulyatsiya natijalari joriy modellar bilan taqqoslanadi, bu esa taklif etilayotgan loyihalarning afzalliklarini aniqlash va energetika infratuzilmasida mikrogidroelektr stansiyalardan foydalanishni optimallashtirish imkonini beradi.

Tayanch so'zlar: Reaktiv turbinasi, soplo, mikro GES, past bosim, Segner g'ildiragi

Согласно статистическим данным, в 2021 г. мировая производственная мощность возобновляемых источников энергии составляла 2147 МВт, из них гидроэнергетическая – 2043 МВт, ветровая – 1 МВт, солнечная – 104 МВт [1]. В частности, в области гидроэнергетики к 2030 г. прогнозируется увеличение общей мощности гидроэнергетических объектов до 1555 тыс. МВт, т.е. увеличится на 17 процентов. При этом прогнозируется, что ввод новых мощностей превысит 380 000 МВт, а ввод старых ГЭС превысит 150 000 МВт.

Под влиянием климатических изменений в 2021 году из-за нехватки воды объем производства электроэнергии на базе гидроэлектростанций в Узбекистане снизился на 23% от годового уровня, такая ситуация наблюдалась не только в Узбекистане, но и в странах Средней Азии [2]. В то же время в последние два года Узбекистан возобновил импорт электроэнергии из соседних стран Центральной Азии для удовлетворения потребностей населения и промышленности, особенно в период пика зимней нагрузки

По данным Министерства энергетики, согласно концепции Республики Узбекистан, к 2030 году рост потребления электроэнергии в Узбекистане ожидается на уровне 110 млрд кВтч. Концепция предусматривает увеличение доли возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в выработке электроэнергии в стране с 11 процентов к 2030 году. Установлено, что 5 % приходится на солнце, 3 % на ветер и 3,8 % на гидроэнергетику.

Поскольку уклоны основных частей водных источников, таких как реки, притоки, притоки и оросительные системы в мире невелики, строительство в них малых ГЭС нанесет ущерб большим площадям обрабатываемых земель и окружающей среде. В таких местах есть много мест, где можно создать напор воды в низком диапазоне 1,5-5 метров, где можно построить и использовать тысячи микро-ГЭС [4].

Хотя создается множество типов активных и реактивных типов рабочих колес микроГЭС, работающих в указанных выше низконапорных источниках воды, их широкое применение не является удовлетворительным. Причина в том, что существующие рабочие колеса активного типа в основном состоят из водяных колес, и частота вращения этих колес мала в зависимости от скорости потока воды. Для увеличения частоты вращения до достаточного уровня элементы передачи, такие как редукторы и шкивы, используются каскадным образом. При этом наблюдаются большие потери энергии. При уменьшении размеров рабочего колеса и увеличении его частоты крутящий момент уменьшается за счет уменьшения силового плеча.

Анализируя исследования, проведенные на микроГЭС с активным рабочим колесом, результаты эксперимента, проведенного в зависимости от количества и формы лопастей водяного колеса, показывают, что водопотребление 6-лопастного варианта вертикальной криволинейной лопасти достигнут КПД 53,983 %, вариант с наклонными лопастями с 6 лопастями имеет КПД 57,197 %. С увеличением количества лопастей эффективность снижается.

Считается, что разное количество лопастей изменяет эффективность водяного колеса из-за изменения поведения потока между лопастями.

Однако научных доказательств, объясняющих это явление, очень мало.

В работе [6] разработано устройство преобразования энергии малых потоков воды с небольшими расходами и напорами в электроэнергию. Устройство содержит водяное колесо из жестко соединенных барабана, боковых стенок, лопаток и ступицы, жестко скрепленной спицами с барабаном, соединенное механической посредством редуктора с электрогенератором.

В работе [7] гидравлическая энергия генерирующая установка содержит корпус с отверстием для поступления воды, расположенным с напорной стороны вода входной канала, отверстие для выхода воды, расположенное с его низкой стороны, проток, обеспечивающий связь отверстий, плиту для сбора воды, вертикальную осевую турбину, генератор и подвижный затвор. Плита расположена на краю отверстия и собирает воду в отверстие посредством захвата и накопления воды, текущей по гидроканалу.

Также были разработаны много разных конструкции активных водяных колес и усовершенствованы. Но все эти конструкции имеют недостатки, указанные выше для активных рабочих колес.

Если мы посмотрим на эволюцию типов гидротурбин, то увидим интересный исторический фон реактивных гидротурбин. До 1832 г. были разработаны различные устройства и механизмы для использования энергии воды, пригодные для обмолота зерна, подъема воды, но они не производили электричества, так как до этого времени не был создан электрический генератор. Использование энергии воды осуществлялось в простом водяном колесе (от активного гидромотора).

Водяное колесо могло работать только при низком давлении воды в равнинных реках. Хотя в источниках воды имелись источники энергии с большим напором, использовать их через водяное колесо было технически невозможно. Единственной возможностью использования энергии таких источников воды высокого давления было создание гидравлического двигателя, эффективно работающего при высоких давлениях, принципиально отличного от водяного колеса.

Работа Даниила Бернулли «Гидродинамика», опубликованная в 1738 году, натолкнула на идею использования струйных гидроэлектростанций для поглощения энергии источников воды высокого давления [9]. В этой работе Бернулли обобщил ряд своих исследований по гидравлике и гидродинамике и создал уравнение, устанавливающее связь между давлением и скоростью в каждой точке течения несжимаемой жидкости.

Уравнение Бернулли не только отражало закон сохранения гидравлической энергии и превращения статической и динамической энергий давления друг в друга, иными словами, обосновывало возможность построения двух различных классов гидродвигателей. Бернулли разработал теорию струйного действия, которая объяснила струйное действие силой, возникающей при протекании воды через отверстие в стенке сосуда.

Реактивное рабочее колесо, основанное на теории Бернулли, впервые применил в 1745 году английский механик Д. Построен Баркером, затем использовался в 1747-1750 гг. В этот период венгерский физик Я., работавший в Геттингенском университете. А. Сегнер создал устройство под названием «Колесо Сегнера», которое явилось прообразом реактивного гидродвигателя. Сначала он создал цилиндрический гидромотор с двумя патрубками для отвода воды, а позже и с четырьмя патрубками отвода. В государственном

парке Хопатконг, штат Нью-Джерси, США, на рис. 1 показана сопловая гидротурбина, построенная на основе «колеса Сегнера».



Рисунок 1. Сопло гидротурбины, установленное в государственном парке Хопатконг.

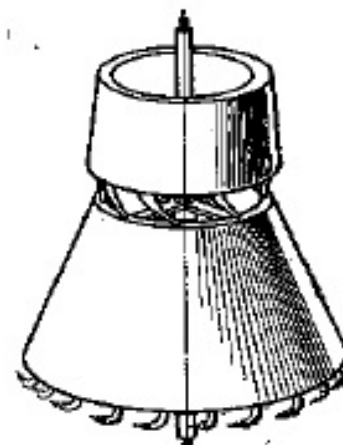


Рисунок 2. Гидравлическая турбина Эйлера.

В 1750-1754 годах Л. В своей первой лекции в Берлинской академии наук Эйлер проанализировал процессы в колесе Зегнера и показал большие практические возможности реактивного двигателя Сегнера, его преимущества перед другими гидравлическими машинами. В этот период он предложил разработанную им конструкцию. Это была переходная конструкция от первоначальной формы колеса Зегнера к гидравлической турбине (рис. 2).

К настоящему времени внимание вернулось к гидротурбинам на основе «колеса Зегнера». Потому что гидротурбина Фрэнсиса, разработанная на основе теории Эйлера, не работает эффективно при низких давлениях, а гидротурбины типа Каплана эффективно работают при давлениях выше 7-8 метров водяного столба.

Например, в работе [10] разработано рабочее колесо содержащий лопасти и вал, на который установлены верхний и нижний несущие диски, между которыми установлены трубчатые лопасти, изогнутые в виде колен, выходы трубчатых лопастей ориентированы горизонтально по касательным к окружности нижнего диска. Причем лопасти выполнены в виде отрезков труб, входные верхние участки которых расположены вертикально.

Конструкция [11] состоит из лопаточного аппарата, статора с отражателями, рабочего колеса, выполненного в виде ступицы с верхним и нижним ободьями, рабочее колесо снабжено дополнительными отводящими каналами. В проточной части статора выполнены отражатели, а в ободьях – сквозные окна, при этом проточная часть статора размещена коаксиально между ободьями, а отводящие каналы ориентированы выходными отверстиями к отражателям.

Конструкция [12] реактивной гидравлической турбины, содержит рабочее колесо крыльчатками жестко закрепленную к дну цилиндра, каналы для оттока воды и статор с отражателями. С целью повышения КПД за счет улучшения реактивной отдачи и упрощения конструкции корпус рабочего колеса выполнен в виде цилиндра, лопасти и каналы для оттока воды расположены на одной горизонтальной плоскости дна рабочего цилиндра, каналы для оттока воды представляют собой прямоугольные в сечении трубы, расположенные перпендикулярно внутреннему радиусу рабочего колеса, имеющее выходное сопло, позволяющее перпендикулярно направить выходящего из сопло потока воды на касательную плоскость, вогнутого и вертикально установленного кругло-цилиндрического

отражателя. Его эффективность составила 67% в эксперименте, проведенном при напоре воды 2 метра и расходе воды 200 л/с.

В работе устранены недостатки работы [12], путем установки внутреннего направляющего устройства в рабочее колесо. Также усовершенствована сопловая реактивная турбина, эффективно работающая в водоисточниках низкого давления, за счет установки внутреннего направляющего устройства. Проанализированы результаты 3-го эксперимента установлено, что КПД и скорость гидротурбины выше прототипа на 16-25 % в зависимости от напора воды. При напоре воды 2 метра и расходе воды 200 л/с его эффективность гидротурбины составила 76,3 %.

В исследованиях - имеются дефекты, соответствующие их конструктивному строению. В них водовыпускной канал, геометрические формы сопла, соотношение между скоростями потока воды, входящего и выходящего из канала или сопла, энергия по геометрической форме. изменение его параметров, зависимость от количества форсунок или водоотводящих каналов не объяснены. Поэтому в данной статье ставится задача определить геометрическую форму сопла гидротурбины и ее технические характеристики в зависимости от параметров гидротурбины.

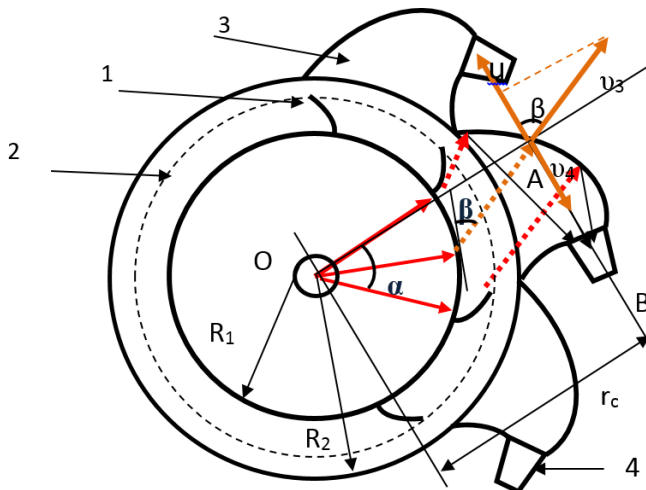


Рисунок 3. Вид сверху на горизонтальное сечение реактивного сопла рабочего колеса гидротурбины.

В частности, в работах оно проводилось на струйной гидротурбине с соплом. Общая схема горизонтального сечения рабочего колеса гидротурбины в виде сверху в НИР представлена на рис. 3.

На рис. 3 видно, что часть воды, поступающая в сопло рабочего колеса со скоростью v_3 , взаимодействует с точкой A и выходит из сопла с абсолютной скоростью v_4 . Поток воды в вертикальной трубе радиуса R_1 , растекаясь от центра по радиусу, направляется в водоприемный канал сопла 3 через 1-й направляющий аппарат.

При работе в динамическом равновесии пусть абсолютная скорость воды, поступающей в сопло, равна v_3 , а линейная скорость точки, находящейся на расстоянии R_2 от центра цилиндра, равна u . Поток воды ударяется о внутренние стенки сопла 3 со скоростью v_3 под углом φ относительно нормали к нему.

В результате удара на рабочее колесо действует реактивная сила в направлении скорости u , пропорциональная косинусу угла. Поток воды, возвращающийся от внутренней стенки сопла, выходит из сопла через коническую перегородку с углом конусообразования $30^\circ-35^\circ$. Для расчета реактивной силы Φ_A , создаваемой водой, выходящей из сопла рабочего колеса, определяется изменение импульса поступающей и выходящей воды в нем и сила, действующая на сопло в точке A, выражается следующим образом:

$$F = \rho S_3 v_3^2 \left(\cos \beta + \sqrt{\frac{S_3}{NS_4} \left(1 - \frac{S_3}{S_4} \right) + 1 - \frac{1}{2} (\xi_{S6} + \xi_2)} \right); \quad (1)$$

Эта расчетная мощность представляет собой мощность, вырабатываемую одним соплом, и определяется путем умножения общей реактивной мощности на количество сопел. При этом абсолютная скорость струи воды, выходящей из сопла, рассчитывается по следующей формуле:

$$v_4 = v_3 \sqrt{\frac{4S_3}{\pi d_6^2} \left(\frac{4S_3}{\pi d_6^2} - 1 \right) + 1 - \frac{1}{2} \left(\frac{0,25\lambda}{2} \frac{1}{2} \left(1 - \frac{\pi d_6^2}{4S_3} \right) + \left(1 - \frac{4S_3}{\pi d_6^2} \right)^2 \right)}; \quad (2)$$

$$v_3 = \frac{\Gamma}{\tau} e^{i(\alpha_2 - \beta)} + v_2 e^{i(\alpha_2 - \alpha_1)} \quad (3)$$

Где,

$$\tau = \frac{\pi d_2}{k}; \quad \Gamma = \frac{\pi v_2 \sin \alpha_1}{\pi d_2} = \frac{l v_2 \sin \alpha_1}{d_2};$$

Здесь v_3, v_4 – скорость воды при входе в сопло; v_2 – скорость воды при выходе из направляющего аппарата; S_3, d_6 – соответственно поверхность входа сопла и диаметр выходного отверстия сопла; α_1 и α_2 – углы входа и выхода воды в направляющем аппарате; l и τ – длина и шаг лопасти, соответственно; β – угол установки направляющих лопаток относительно радиальной направления.

Формулы (1)-(3) показывают, что реактивная сила, создаваемая в насадке, скорость воды, выходящей из насадки, зависит от угла установки β направляющей лопатки относительно радиального направления. Геометрическая форма сопла обеспечивает угол удара струи воды о внутренние стенки сопла и направление сопла назад к выходному окну воды, так что направленный поток воды создает реактивную силу за счет равномерного поворота в сопло. В соответствии с напором и расходом воды в этих гидротурбинах изменяются геометрические размеры и количество сопел. При расположении входа потока воды в форсунки по периметру рабочего колеса и большом расстоянии между форсунками наблюдаются потери энергии в результате сопротивления водоприемников и влияния стенок рабочий цилиндр. Геометрическая форма меняется в зависимости от количества насадок. В зависимости от его геометрической формы изменяются и его энергетические параметры.

Количество сопел гидротурбины может быть четыре и более. Ниже представлен схематический рисунок части рабочего колеса с четырьмя соплами в плоскости ОХЙ (рис. 4).

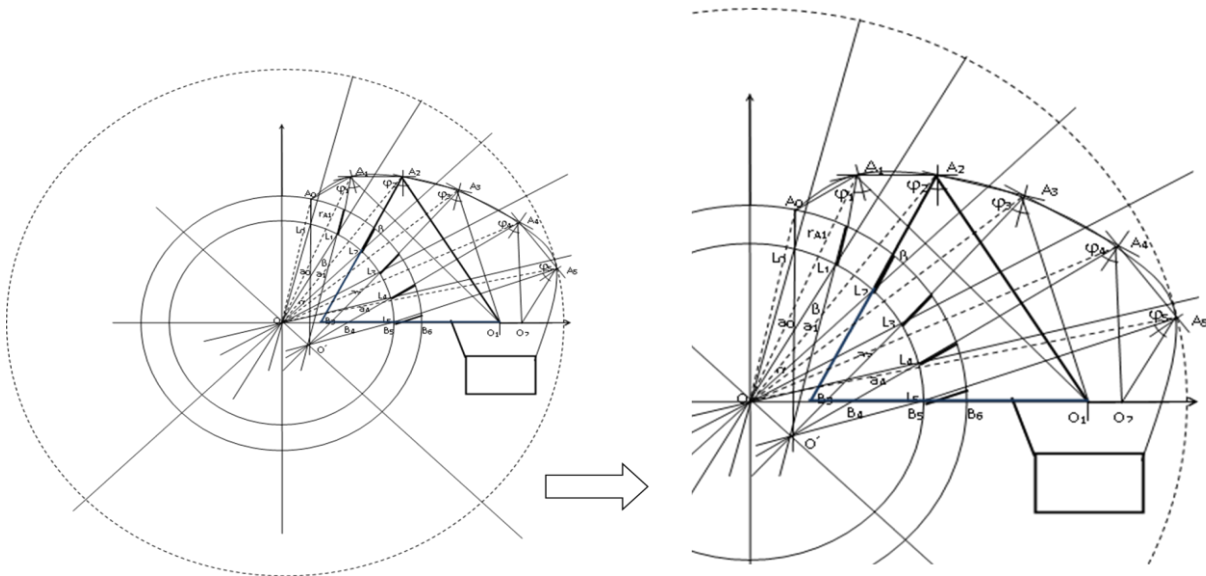


Рисунок 4. Общая схема (горизонтальный разрез) части рабочего колеса четырехсопловой гидротурбины.

Пусть длина направляющих лопаток на рабочем колесе радиусом P_c равна ℓ , а угол, образуемый лопатками с радиальным направлением, равен β (рис. 4). Разделим также угол

90° на 6 частей с углом $\alpha=15^\circ$. Из рисунка видно, что если координаты точек $A_0, A_1, \dots A_n$ определены, то кривая, проходящая через эти точки, определяет форму вида сверху и геометрические размеры кромки сопла. $OA_0, OA_1, \dots OA_n$ определяем сечения в направлении радиуса. Для этого разделяем поток воды из сопла на отдельные небольшие водные пучки. В этом случае можно считать, что она подчиняется закону геометрической оптики, пренебрегая вязкостью воды. Потому что если предположить, что между молекулами в столбе жидкости нет вязкости, то они ведут себя как абсолютно упругое тело, в то время как столб воды также подчиняется этому закону. Поэтому введем соответствующие условия траектории струи воды, то есть поток воды от направляющих аппаратов должен ударять о внутренние стенки сопла таким образом, чтобы струя воды, возвращаясь от стенки при угле ϕ , не пересекаясь с соседними струями воды, направлен в соответствующую точку в сторону выходного окна сопла. Пусть поток воды из точки O поступает в точки $A_0, A_1, \dots A_n$ через направляющие аппараты $L_0H_0, L_1H_1, \dots L_nH_n$. Пусть пучки воды, вернувшиеся из этих точек, приходят в точки O_1, O_2 насадки. Углы $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_5$ определяются с помощью треугольников $B_1A_1O_1, B_2A_2O_1, \dots, B_5A_5O_2$.

$$\phi_k = \arctg \left(\frac{-p_k + \sqrt{p_k^2 + n_k^2 - m_k^2}}{n_k + m_k} \right) \quad (4)$$

Где:

$$\begin{aligned} n_k &= c_k(c_k - t_k) \\ p_k &= (c_k - z_k)\sqrt{1 - c_k^2} \\ m_k &= n_k + p_k \\ t_k &= \sin((n - k - 1)\alpha + \beta) \\ z_k &= \cos((n - k - 1)\alpha + \beta) \\ c_k &= \cos((n - k - 1)\alpha) \end{aligned}$$

Используя теорему синусов треугольника OL_0B_0 :

$$a_0 = \frac{R_s \sin 5\alpha}{\sin(5\alpha + \beta)} \quad (5)$$

$$b_0 = \frac{R_s \sin \beta}{\sin(5\alpha + \beta)} \quad (6)$$

$$P_c = OL_0, a_0 = B_0L_0, b_0 = OB_0, H_0A_0=0; OA_0 = r_{A_0} = R_s$$

$$y_0 = 0,$$

Из треугольника OL_1B_1 :

$$a_1 = \frac{R_s \sin 4\alpha}{\sin(4\alpha + \beta)} \quad (7)$$

$$b_1 = \frac{R_s \sin \beta}{\sin(5\alpha + \beta)} \quad (8)$$

$$R_{x1} = \frac{Y_1 \sin(\phi_1 + 7\alpha)}{\sin \phi_1} - a_1 \quad (9)$$

$$OA_1 = r_{A1}$$

$$r_{A1} = \sqrt{R_s^2 + R_{x1}^2 + 2R_{x1}R_s \cdot \cos \beta} \quad (10)$$

$$y_1 = B_1O_1, N_1A_1 = R_{x1}$$

Если назвать n числом делений центрального угла, занимаемых одним соплом, то в нашем случае $n=6$. Место, занимаемое для крепления сопла к рабочему цилиндру, составляет 10 % его центрального угла. Следовательно, количество точек $A_0, A_1, \dots, A_n$ меньше n на единицу. Возьмем количество соответствующих треугольников $k=0, 1, \dots, 5$.

Если продолжить расчет, как указано выше, то из формул (4)-(10) получим следующее общее выражение:

$$a_k = \frac{R_s \sin[(n-k-1)\alpha]}{\sin[(n-k-1)\alpha + \beta]}, \quad (11)$$

$$b_k = \frac{R_s \sin \beta}{\sin[(n-k-1)\alpha + \beta]}, \quad (12)$$

$$R_{xk} = \frac{y_k \sin[\varphi_k + (n-k-1)\alpha]}{\sin \varphi_k} - a_k; \quad (13)$$

$$r_{A_k} = \sqrt{R_s^2 + R_{xk}^2 + 2R_s R_{xk} \cos \beta}; \quad (14)$$

$$y_k = OO_j - bk; \quad N_k A_k = R_{xk}; \quad OA_k = r_{A_k}; \quad j=1,2$$

На основе полученных результатов была изготовлена небольшая модель гидротурбины. Теория аналогии используется для сравнения эффективности модели с ее аналогом. Основы теоретических расчетов при заданных пропорциях конструктивной частоты гидротурбин.

В теоретических расчетах $K=0,2$ м³/с, $X=2$ м, давление воды равно $\eta_{G1}=86,2\%$. Исходя из этого, были определены размеры малой гидротурбины. Для условия $\eta_{G1} = \eta_{G2}$ подобные углы и давление воды считались равными:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{d_{11}}{d_{21}} \right)^2 \sqrt{\frac{H_1}{H_2}} \sqrt{\frac{\eta_{G1}}{\eta_{G2}}} = \left(\frac{d_{11}}{d_{21}} \right)^2$$

из этого

$$d_{21} = d_{11} \sqrt{\frac{Q_2}{Q_1}} \sqrt{\frac{H_1}{H_2}} \quad (15)$$

$$\text{При } Q_1 = 0,2 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}, \quad H_1 = 2\text{м} \text{ тогда } d_{11} = 0,222\text{м}, \quad Q_2 = 0,015 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$d_{21} = 0,222 \sqrt{\frac{0,015}{0,2}} \sqrt{\frac{2}{2}} = 0,061\text{м}$$

Радиус рабочего колеса:

$$r_{11} = 0,174, \quad r_{21} = 0,174 \sqrt{\frac{0,015}{0,2}} \sqrt{\frac{2}{2}} = 0,048\text{м}$$

Длина направляющей лопасти:

$$l_{11} = 0,041, \quad l_{21} = 0,041 \sqrt{\frac{0,015}{0,2}} \sqrt{\frac{2}{2}} = 0,011\text{м}$$

Радиус выходного окна воды из сопла:

$$r_{1\text{сop}} = 0,024, \quad r_{2\text{сop}} = 0,024 \sqrt{\frac{0,015}{0,2}} \sqrt{\frac{2}{2}} = 0,0065\text{м}$$

$$d_{2\text{сop}} = 13\text{мм}, \quad s_{2\text{сop}} = 0,0001357\text{м}^2$$

$$S_{2\text{сop}} = N \cdot s_{2\text{сop}} = 12 \cdot 0,0001357\text{м}^2 = 0,00163\text{м}^2$$

Скорость воды, выходящей из сопла:

$$v_{1s} = 6,88 \frac{\text{м}}{\text{с}}, \quad Q_1 = 0,2 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$\frac{v_{1s}}{v_{2s}} = \frac{d_{2s}^2}{d_{1s}^2} \frac{Q_1}{Q_2}, \quad v_{2s} = v_{1s} \frac{d_{1s}^2}{d_{2s}^2} \frac{Q_2}{Q_1} = 6,88 \cdot \frac{0,015}{0,2} \cdot \left(\frac{0,024}{0,0065} \right)^2 = 7,01 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Теоретически рассчитанная скорость при расходе воды 15 л/с:

$$n_s = f \left(\frac{Q}{Q_e} \right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{H_e}{H} \right)^{\frac{3}{4}} = \frac{3,65 n Q^{\frac{1}{2}}}{H^{\frac{3}{4}}} = \frac{3,65 \cdot 817 \cdot \sqrt{0,015}}{2^{\frac{3}{4}}} = 217 \text{ об/мин}$$

Исходя из полученных результатов, высота проектируемого сопла в радиальном направлении уменьшается с увеличением количества сопел. Потому что дуга, проведенная в центральный угол, который должно занимать сопло, становится меньше. В результате радиус кривизны кривой, образованной соединением точек $A_0, A_1, \dots, A_n$, уменьшается. На основании этих результатов, изменяя количество форсунок, можно будет контролировать и рассчитывать силовое плечо рабочего колеса, то есть крутящий момент.

Диаметр водоподводящего цилиндра гидротурбины увеличен в местах, где планируется работа в источниках с большим водопотреблением и малым напором. Эта ситуация приводит к увеличению диаметра рабочего колеса. Превышение критического значения диаметра рабочего колеса приводит к увеличению момента инерции и снижению частоты вращения рабочего колеса. Это, в свою очередь, вызывает чрезмерные потери энергии из-за использования дополнительных шкивов или редукторов.

Список литературы

- [1]. https://ирена.орг//медиа/Филес/ИРЕНА/Агенсий/Публикации/2022/Апр/ИРЕНА_PE_Сапаситй_Статистисс_2022.пдф
- [2]. <https://www.газета.уз/ru/2021/11/09/энергй/>
- [3]. <https://ru.wikipedia.org/wiki/энергетикаУзбекистана#гидроэнергетика>.
- [4]. М.О.Узбеков, Э.М.Бегматов, Способы снабжения электроэнергией в отдалённых районах, Актуальные вопросы энергоэффективности автоматизированных электромеханических и электротехнологических систем, Международная научно-техническая конференция, ТГТУ, Ташкент-2022, Выпуск 2, 3-4 марта 2022 г., 327-329 с.
- [5]. О.О.Бозаров, М.О.Узбеков, Х.А.Эгамбердиев, Э.М.Бегматов, Анализ возможностей использования фото и гидроэнергетических потенциалов для создания сети микроэлектростанции (Парт 1), Научно-технический журнал (СТЖ ФерПИ, 2022, спецвыпуск №5, 82-85 стр. ISSN 2181-7200.
- [6]. Б.М.Иванов, Т.Ю.Подивилина, Б.Б.Семкин, А.А.Блинов, П.Б.Иванова, П.П.Свит, Г.О.Клейн, Устройство для преобразования энергии воды в электрическую энергию. Патент, РУ 2306453 С2 Опубликовано: 20.09.2007 Буллетин. № 26, МПК F03B 7 / 0 0 2006.01.
- [7]. Унно Юджи (ЖП), Гидравлическая энергогенерирующая установка, РУ 2500916 С1, МПК F03B7/00, F03B 15/04(2006.01), Опубликовано: 10.12.2013 Буллетин. № 34
- [8]. М.О.Узбеков, Э.М.Бегматов, Гидроэнергетические ресурсы Ферганской области и возможности их использования. Узбекгидроэнерго №4/2022 ИСНН-С-15351
- [9]. В.А.Никифоровский, Великие математики Бернулли. — М.: Наука, 1984. — 177 п. (История науки и техники).
- [10]. Е.Д.Житников, Трубочатолопастное рабочее колесо, RU C1 2345243, МПК F03B3/12, опубл. 27.01.2009.
- [11]. В.С.Стасов. Реактивная гидротурбина. Патент, RU 2019729. МПК F03B 3/02. опубл. 15.09.1994.
- [12]. Р.У.Алиев, О.О.Бозаров, Р.А.Захидов, Д.Б.Кодиров. Реактивная гидравлическая турбина. Патент, ФАП 01287, ИПС Ф 03 B3/02, Ф 03 B3/12. публ. 20.02.2018.

UO'K 685.348.2:617.3

OYOQNING BOLDIR TOVON BO'G'IMIDAGI PATOLOGIK O'ZGARISHLARNING MORFOMETRIK PARAMETRLAR TAHLILI

M.O. Muhammedova

*Buxoro muhandislik-texnologiya instituti,
mukhammedova_92@mail.ru*

(Qabul qilindi 19.10.2024 y.)

Annotatsiya. Mazkur maqolada oyoq panjasi harakatining dinamikasida fazalar tahlil natijalari keltirilgan. Shuningdek, boldir-tovon bo'g'imidagi patologik o'zgarishlar va ularning kelib chiqish sabablari tahlil qilingan bo'lib, boldir-tovon bo'g'imi patologik holatda bo'lgan oyoq panjasi o'rganilgan. Olingan tahlil natijalari asosida boldir-tovon bo'g'imdagi patologiya darajasi foizlarda belgilangan.

Аннотация. В данной статье приведены результаты фазового анализа динамики движения стопы. Также были проанализированы патологические изменения в голеностопном суставе и причины их возникновения, изучена стопа с патологическим состоянием голеностопного сустава. На основании полученных результатов анализа степень патологии голеностопного сустава определяли в процентах.

Abstract. This article presents the results of a phase analysis of foot movement dynamics. Pathological changes in the ankle joint and the causes of their occurrence were also analyzed, and the foot with a pathological condition of the ankle joint was studied. Based on the results of the analysis, the degree of pathology in the ankle joint was determined as a percentage.

Tayanch so'zlar: tana vazni, boldir-tovon bo'g'imi, sinishlar, deltasimon boylam, immobilizatsiya, yuklama, yurish sikli, deformatsiya, amortizatsiya, faza bosqichi, taglik, pronatsiya, supinatsiya, ortopedik poyabzal, dumalash.

Ключевые слова: масса тела, голеностопный сустав, переломы, дельтовидная связка, иммобилизация, нагрузка, ходовой цикл, деформация, амортизация, фазовая стадия, подгузник, пронация, супинация, ортопедическая обувь, качество.

Keywords: body weight, ankle joint, fractures, deltoid ligament, immobilization, load, walking cycle, deformation, shock absorption, phase stage, substrate, pronation, supination, orthopedic shoe, rolling.

KIRISH

Boldir-tovon bo'g'imi oyoq panjasi bilan boldir orasidagi harakatlanuvchi birikmadir. Uning yon tomonlarida bo'g'imni mahkam ushlab turuvchi uch guruh paylar joylashgan bo'lib, bu paylar noto'g'ri sakrash, tasodifiy yiqilish yoki oyoqning qayrilishi paytida oson jarohatlana Ko'pincha ularning cho'zilishi - biriktiruvchi to'qima tolalarining mikroyoriqlari sodir bo'ladi.

Boldir-tovon bo'g'imi tuzilishi jihatidan murakkab bo'lib, tanadan oyoq panjasiga tayanch yukni o'tkazuvchi konstruksiya hisoblanadi. U uchta suyakdan: katta boldir, kichik boldir va to'piq suyaklaridan tashkil topgan. O'z tuzilishiga ko'ra bu bo'g'im degenerativ-distrofik jarayonlarga uncha moyil bo'lmasa-da, bog'lam apparatining ortiqcha zo'riqishiga olib keladigan noto'g'ri harakatlar oldida zaif hisoblanadi[1,2]. To'piq bog'lamlarining cho'zilishi ko'pincha oyoq ichkariga burilganda, kamroq hollarda esa tashqariga qayrilganda sodir bo'ladi.

Cho'zilishning asosiy sabablari:

- sakrashda oyoqqa noto'g'ri yuklanish;
- notekis, beqaror, sirpanchiq yuzada yurish yoki yugurish;
- tovon bo'g'imiga yon tomondan zarba tegishi, keskin bosim.

Oyoq paylarining cho'zilishi aksariyat hollarda qish mavsumida kuzatilib, bu paytda odamlar muzda yiqilganda, muzlagan zinapoyalardan ko'tarilish va tushishda bexosdan oyoqlarini qayirib oladilar. Shuningdek, boldir boylamlari sport mashg'ulotlari vaqtida ham shikastlanishi mumkin. Odatda bo'g'imning tashqi yuzasidan o'tuvchi paylar guruhi zararlanadi. Tovu bo'g'imi paylarining cho'zilishida og'riq darajasi bevosita shikastlanishning og'irligiga bog'liq bo'ladi. Birinchi yordam ko'rsatishning to'g'ri usuli jarohatdan keyingi asoratlar xavfini kamaytirishga yordam beradi. Davolash jarayoni og'riq qoldiruvchi va yallig'lanishga qarshi dori-darmonlarni qabul qilish, bo'g'imni harakatsizlantirish, hamda eng asosiysi vaqtincha yuklamani cheklash uchun ortopedik poyabzalni o'z ichiga oladi[3,4].

Yallig'lanish bosqichi 2 haftagacha davom etadi, tiklanish bosqichi jarohat olgandan keyin 1 oydan 3 oygacha davom etadi. Cho'ziluvchanlik yarim yil ichida butunlay tuzalib ketadi. Bu vaqt davomida bemorni bo'g'imning shikastlanish belgilari (og'riq, harakatning cheklanishi) bezovta qilishi mumkin.

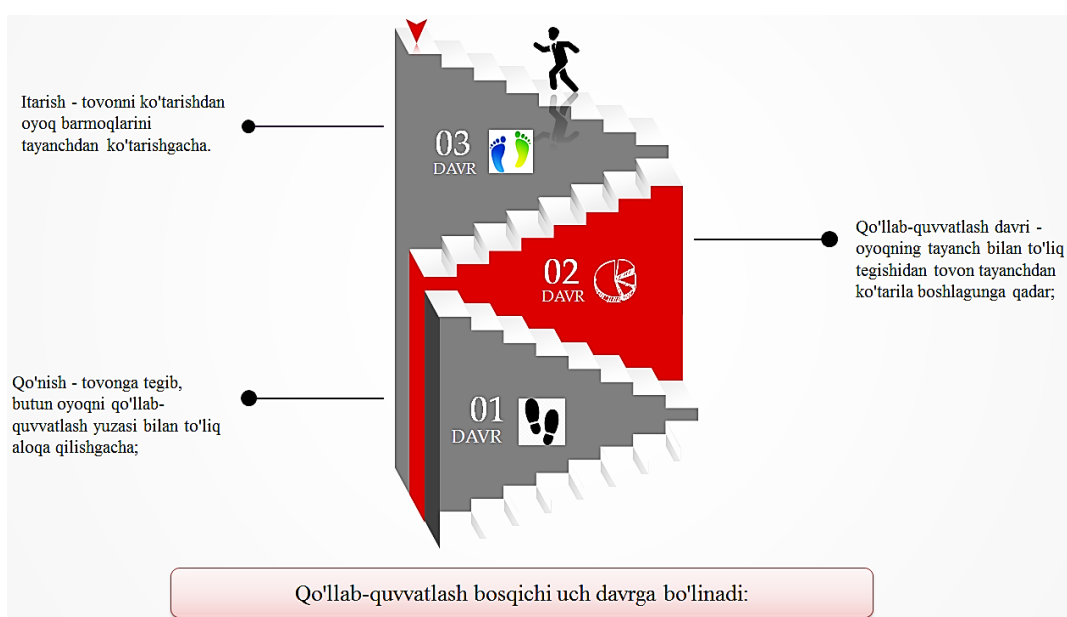
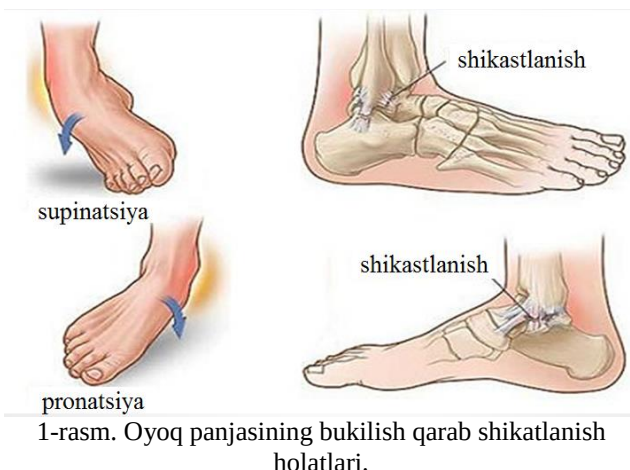
Boldir-tovon bo'g'imi sohasida 3 guruh boylamlar ajratib ko'rsatiladi:

- bo'g'imni tashqi tomondan tovon-kichik boldir va oshiq-kichik boldir boylamlari mahkamlaydi, ularda oldingi va orqa qismlar farqlanadi;
- ichki yuzasida deltasimon boylam joylashgan bo'lib, unda chuqur va yuza qatlamlar ajralib turadi;
- kichik va katta boldir suyaklarini o'zaro birlashtirib turuvchi boldirlararo boylam.

Ko'pincha tashqi-lateral boylam shikastlanadi. Ikkinchi o'rinda o'ng yoki chap deltasimon boylam shikastlanishi uchraydi. Uchinchi o'rinni, odatda, boldir suyaklari orasidagi sindesmoz shikastlanishi egallaydi. Qolgan tuzilmalar ancha kamroq jarohatlanadi. Ushbu holatning belgilari - og'riq, shish va to'qimalarning tarqoq ko'karishi, oqsoqlik yoki shikastlangan oyoq harakatining to'liq cheklanishi [5].

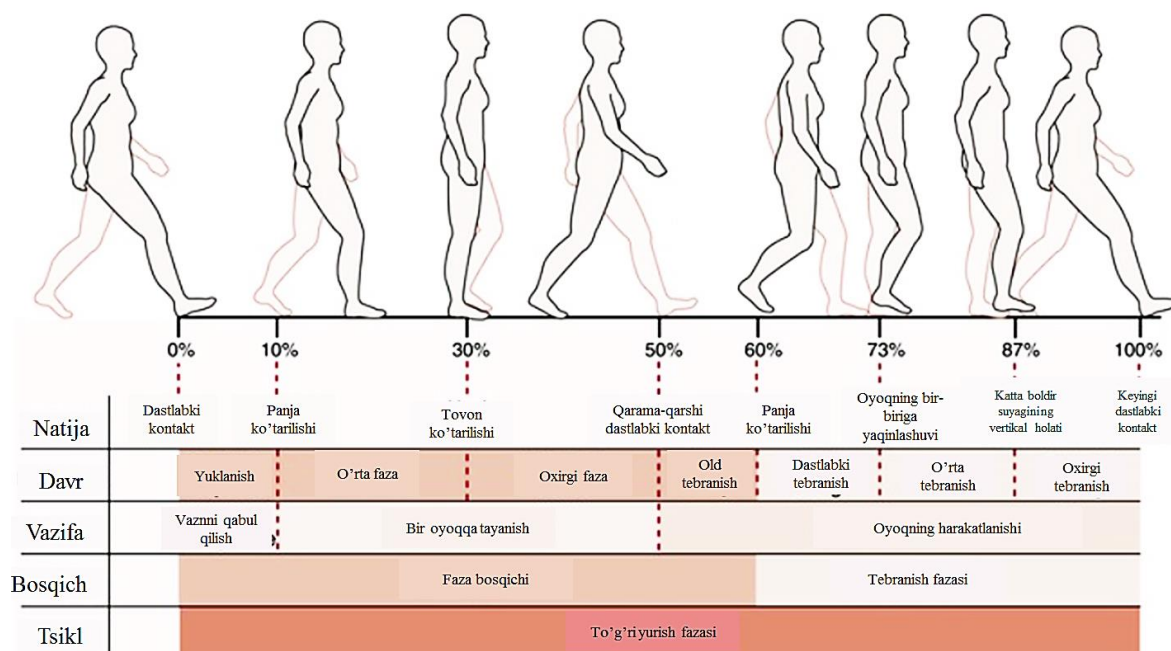
To'piq jarohati- boldir-panja bo'g'imining yumshoq to'qimalariga kichik kuchdagi jismoniy ta'sir bilvosita ta'sir qilganida yuzaga keladi. Bunda muskul tolalarining mayda-mayda yorilib ketishi va to'qimalararo bo'shliqqa qon chiqib turishi natijasida gematoma boshlanadi. Shunga ko'ra, bo'g'im atrofi to'qimalari shishli bo'lib qoladi, bo'g'imga tegish keskin og'riqli bo'ladi va boldir og'rig'i tufayli bo'g'imdagi faol harakatlar hajmi biroz kamayadi (1-rasm).

Boldir-tovon bo'g'imi boylamlarining cho'zilishi-tartibsiz harakat qilinganda boldir-tovon bo'g'imi qayta bukilishi yoki qayrilishi mumkin. Bunday holat bo'g'im uchun g'ayritabiiy bo'lib, boldir-panja boylam apparatining haddan tashqari cho'zilishiga olib keladi. Bog'lamlar cho'zilib yoki uzilib ketishi mumkin. Shuningdek, bo'g'im atrofi yumshoq to'qimalarining shishi kuzatiladi, cho'zilish joyida gematoma bo'lishi mumkin. Ba'zan, qo'shimcha immobilizatsiya uchun bo'g'imni jismoniy zo'riqishdan butunlay olib tashlash uchun "etikcha" texnikasida gipslash qo'llanilishi mumkin. Bog'lamlar cho'zilishi bilan bemorga o'z vaqtida yordam ko'rsatilmagan yoki to'liq ko'rsatilmagan taqdirda, bu boldir-tovon bo'g'imining surunkali nostabilligiga olib kelishi mumkin. Odatdagi chiqishlar boldir-tovon bo'g'imi apparatining surunkali uzilishi oqibatidir. Oyoq panjasidagi chiqish - murakkab va maksimal og'riqli hisoblanadi. Travma paytida oyoq panjasini ichkariga yoki tashqariga burish orqali boldir panjasining bo'g'im yuzalari o'z nisbatini yo'qotadi va bo'g'imda chiqish paydo bo'ladi. Chiqish uchun odatiy hol - oyoq-boldir



deformatsiyasi, bo'g'imda faol harakatlarni amalga oshirish mumkin emas va passiv harakatlarni amalga oshirishga urinishlar juda og'riqli [6].

Oyoq dinamikasi - oyoqqa ta'sir qiluvchi kuchlarning o'zaro ta'sirida paydo bo'lib, oyoq panjasining dinamik tahlili muhim ortopedik mahorat hisoblanadi. Bu statik tekshiruvning dinamik qo'shimchasini ifodalaydi. Yurishning biomexanik mezonlari oyoqlarning o'zgaruvchan faolligini, har bir oyoqning navbatma-navbat surish va o'tkazishni o'z ichiga oladi. Ushbu harakatlar qat'iy muvofiqlik va tananing tuzilishiga muvofiqligi bilan ajralib turadi. Harakat bosqichlarida har bir oyoq panjasi navbatma-navbat tayanch va ko'chirish vazifasini bajaradi. Qo'llab-quvvatlash davrida amortizatsiya va itarish bosqichlari mavjud, o'tish davrida oyoqni ko'tarish va tormozlash davri mavjud.



2-rasm. Yurish tsiklining boshlanish va tugash holati.

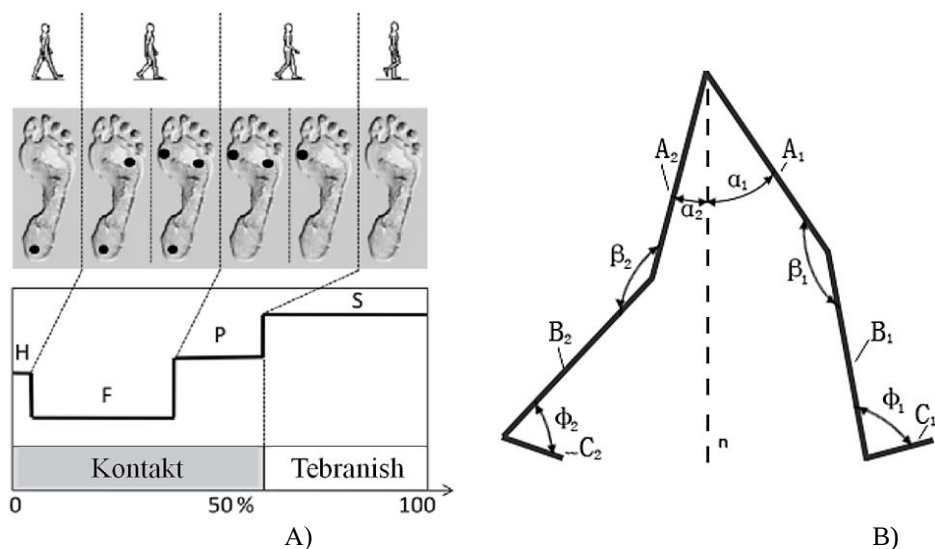
Yurish fazalari haqida gapirganda, oldinga siljish paytida inson harakatlarining butun doirasini nazarda tutamiz. Oddiy tugallangan tsikl ikkita mustaqil bosqichga ega: qo'llab-quvvatlash va uzatish.

Yurish siklining boshida odam oyog'ini tayanch yuzagaga qo'yib, maksimal yuk tovon maydonining tashqi yuqori qismiga tushadi. So'ng oyoqning tashqi qismi bo'ylab dumalash fazasi boradi, yuk butun oyoq panja yuzasi bo'ylab taqsimlanadi va amortizatsiya sodir bo'ladi. Keyingi daqiqada maksimal yuk bo'g'imlarga tushadi, odam oyog'ini tayanchdan ko'tarishga tayyorlanadi va oyoq panjasi tushiriladi.

Yuqoridagi 2-rasmda chap oyoq yerga tekkuncha o'ng oyoqdan boshlangan yurish sikli ko'rsatilgan. Birinchi tovon bilan aloqa qilish 0%, chap tovon bilan kontakt vaqti 50% va o'ng tovonning yana tegish vaqti yurish siklining 100% sifatida ifodalanadi. Oyoqning yerga tegib turishi turg'unlik fazasi, oyoqning yerdan uzoqlashishi esa tebranish fazasi deb ataladi. Turish fazasining tebranish fazasiga nisbati taxminan 6:4 ni tashkil qiladi va yurish tezligi oshgani sayin tebranish fazalarining nisbati ortadi [7].

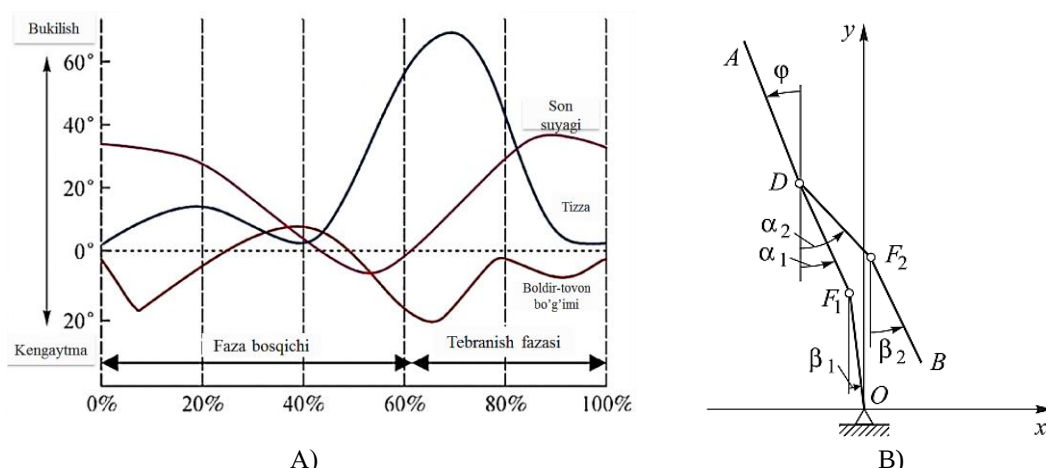
Yurish sikli bu qadam uzunligini bildiradi. Boshqacha qilib aytganda, keyingi o'ng oyoqni olishda o'ng oyoqdan tovonga qadar bo'lgan uzunlikdir. Boshqa tomondan, o'ng tomondan chap tovongacha bo'lgan masofa qadam uzunligi hisoblanadi. Shuningdek, chap oyoqda markazlashtirilgan kengaytma chizig'i va o'ng oyoqda markazlashtirilgan kengaytma chizig'i orasidagi vertikal masofa qadam kengligi deb ataladi. Har bir insonning bo'yi va oyoq uzunligi kabi jismoniy xususiyatlariga qarab turli xil yurish sikli mavjud [8,9].

Yurish fazalarini to'g'ri aniqlanishi kinematik ma'lumotlariga baho berish uchun muhim hisoblanadi. Oyoq panjasiga e'tibor qaratgan holda, har bir yurish tsikli odatda turish va tebranish deb ataladigan ikkita davrga bo'linadi. Turg'unlik oyoqning yerda bo'lgan butun davrini anglatadi, tebranish esa oyoq panjasini harakatga keltirish uchun oyoq havoda bo'lgan vaqtni anglatadi. Oddiy yurish paytida ko'pchilik yurish sikllari quyidagi uchta pastki bosqichning ketma-ketligidan iborat: tovon kontakti (H), tovon va 5-kaft suyaklari kontakti (F), kaft suyaklari kontakti va tovon ko'tarilishi (P), so'ngra oyoq panjasining tebranishi (S) [2]. Oyoq panjasidagi patologik o'zgarishlarni insonning yurish tsikliga baho berib ham aniqlash mumkin.



3-rasm. A) Yurish fazalarining kontakt va tebranish foizlari
B) Antropomorf olti bo'g'inli mexanizm.

Yurish fazalarini to'g'ri aniqlanishi kinematik ma'lumotlariga baho berish uchun muhim hisoblanadi. Oyoq panjasiga e'tibor qaratgan holda, har bir yurish tsikli odatda turish va tebranish deb ataladigan ikkita davrga bo'linadi. Turg'unlik oyoqning yerda bo'lgan butun davrini anglatadi, tebranish esa oyoq panjasini harakatga keltirish uchun oyoq havoda bo'lgan vaqtni anglatadi. Oddiy yurish paytida ko'pchilik yurish sikllari quyidagi uchta pastki bosqichning ketma-ketligidan iborat: tovon kontakti (H), tovon va 5-kaft suyaklari kontakti (F), kaft suyaklari kontakti va tovon ko'tarilishi (P), so'ngra oyoq panjasining tebranishi (S) [2]. Oyoq panjasidagi patologik o'zgarishlarni insonning yurish tsikliga baho berib ham aniqlash mumkin.



4-rasm. A) Tsikl davomida oyoq panjasining sagittal tekislik harakati
B) Yassi besh bo'g'inli antropomorf mexanizmning kinematik chizmasi.

Yurish jarayonida ikki bosqichni - bir tayanch va ikki tayanch bosqichlarini ajratib ko'rsatish mumkin. Keltirilgan ma'lumotlarga ko'ra, inson yurish paytida tayanch nuqtasini hech qachon yo'qotmaydi. Bu harakatlanishning ushbu turi uchun xos xususiyatdir. Tadqiqot doirasida bir tayanch bosqichi qadamning eng ko'p vaqtini, ikki tayanch bosqichi esa eng qisqa vaqt oralig'ini egallaydi deb hisoblanadi.

Hisoblash sxemasida (3 A-rasm) insonning tayanch oyoq'i "1" indeksi bilan, ko'tariladigan oyoq esa "2" indeksi bilan belgilangan. Ushbu modelda bo'g'inlar og'irlikka ega va statik holatda bo'ladi. A, B, C bo'g'inlar mos ravishda son, boldir va oyoq kaftini ifodalaydi. Mexanizmning sagittal tekislikdagi holatini 6 ta burchak koordinatasi - 2 ta mutlaq va 4 ta nisbiy koordinata bilan ifodalash mumkin. Burchaklarning musbat yo'nalishi soat mili yo'nalishiga qarshi hisoblanadi. Shubhasiz, yurish vaqt bo'yicha nisbiy simmetrik harakat hisoblanadi. Bundan kelib chiqib, vaqtga bog'liq burchak funksiyalari haqida quyidagi xulosaga kelamiz:

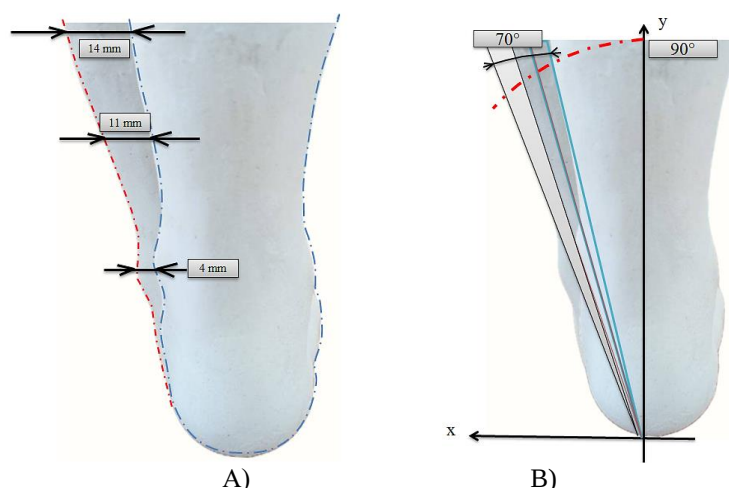
$$\begin{aligned}\alpha_1(0) &= \alpha_2(T) \\ \beta_1(0) &= \beta_2(T) \\ \varphi_1(0) &= \varphi_2(T)\end{aligned}\quad (1)$$

Bu yerda 0 vaqt nuqtasi qadamning boshlanishi, T vaqt nuqtasi esa qadamning tugashi hisoblanadi. T vaqt nuqtasida tayanch oyoq ko'chiriladigan oyoqqa, ko'chiriladigan oyoq esa tayanch oyoqqa aylanadi. Kinematikani o'rganish bosqichida vaqt oralig'ida burchaklarning o'zgarish qonuniyatlari hamda matematik jihatdan bu masala cheksiz ko'p yechimga ega, shu bois aynan tajriba ma'lumotlari muhim ahamiyat kasb etadi.

Yuruvchi odamning mexanik modeli sifatida yassi besh bo'g'inli antropomorf mexanizm ko'rib chiqilgan (4 b-rasm). Mexanizm beshta bo'g'indan - AD tanasi va ikkita bir xil ikki bo'g'inli oyoqdan tashkil topgan. Har bir oyoq son (tayanch oyoqda DF1 va ko'tarilgan oyoqda DF2) hamda boldir (tayanch oyoqda OF1 va ko'tarilgan oyoqda BF2) qismlaridan iborat. Mexanizm bo'g'inlari bir-biri bilan sharnirlar (bo'g'imlar) yordamida birlashtirilgan. Tizza (F1 va F2 nuqtalarda), chanoq-son (D nuqtada) va boldir-tovon (O va B nuqtalarda) bo'g'imlarini o'qlari bo'ylama (sagittal) tekislikka - chizma tekisligiga perpendikulyar bo'lgan bir o'qli sharnirlar deb qabul qilamiz. Inson bo'g'imlarida ishqalanish kam bo'lgani sababli, uni e'tiborga olmay, mexanizm sharnirlarini ideal deb hisoblaymiz.

Qadamning ikki tayanchli fazasi uni bajarish umumiy vaqtining 20 foizidan ko'p bo'lmaganligini hisobga olib, qadam bir tayanchli fazaga keltirilgan. Bu fazada oyoqlardan birining (tayanch) boldir-panja bo'g'imi doimo tayanchda turadi. Mexanizmning frontal tekislikdagi harakatini e'tiborga olinmaydi, chunki yurish paytida odam tana og'irlik markazining frontal tekislikdagi og'ishi atigi 2,5 santimetrga yetadi (odam bo'yi 1,75-2,0 metr bo'lganda, tanasi 1-2 daraja og'adi, xolos). Shunday qilib, sagittal tekislikdagi harakatda beshta erkinlik darajasiga ega bo'lgan besh bo'g'inli antropomorf mexanizmning bir tayanchli qadami ko'rib chiqiladi (bunda tayanch oyoq harakatsiz qoladi).

Agar son, tizza va boldir-tovon bo'g'imlarning burchaklariga yurish siklining funktsiyasi yuzasidan tahlil qilinsa, turg'unlik bosqichidan tebranish bosqichiga o'tish paytida tizzaning egilishi taxminan 60 fut yoki undan ko'proq ekanligini ko'rish mumkin. Shuningdek, aksincha, bemorlarning yurish uslubini tekshirganda, tizza bo'g'imi emas, balki son bo'g'imi eng ko'p egiladi



5-rasm. A) Oyoq panjasidagi pronatsiya shikastlanish holati og'ish burchagining oraliq o'lchamlari; B) Oyoq panjasidagi pronatsiya shikastlanish holati og'ish burchagining oraliq gradusi.

yoki bemor butun oyog'ini cho'zilgan va tos suyagini ko'targan holda yuradi.

Bemor oyog'ining butun og'irligini ko'tarishi kerak bo'lganligi sababli, yurish paytida ko'proq energiya sarflaydi, natijada yurish samarasiz bo'ladi. Shuning uchun, yuqoridagi grafikda ko'rsatilganidek, faqat bo'g'inlar harakati, mushaklarning ishlatilishi va yurish paytida mushaklarning mobilizatsiyasi ketma-ketligi haqida to'g'ri foydalanilsa, bemorning g'ayritabiiy harakatlari va mushaklardan foydalanishni to'g'rilash mumkin.

Agar son, tizza va boldir-tovon bo'g'imlarning burchaklariga yurish siklining funksiyasi yuzasidan tahlil qilinsa, turg'unlik bosqichidan tebranish bosqichiga o'tish paytida tizzaning egilishi taxminan 60 fut yoki undan ko'proq ekanligini ko'rish mumkin. Va aksincha, bemorlarning yurish uslubini tekshirganda, tizza bo'g'imi emas, balki son bo'g'imi eng ko'p egiladi yoki bemor butun oyog'ini cho'zilgan va tos suyagini ko'targan holda yuradi.

Oyoq panjasi bemorning butun og'irligini ko'tarishi sababli, yurish paytida ko'proq energiya sarflaydi, natijada yurish samarasiz bo'ladi. Shuning uchun, yuqoridagi grafikda ko'rsatilganidek, faqat bo'g'inlar harakati, mushaklarning ishlatilishi va yurish paytida mushaklarning mobilizatsiyasi ketma-ketligi haqida to'g'ri foydalanilsa, bemorning g'ayritabiiy harakatlarini va mushaklardan foydalanishni to'g'rilash mumkin.

Adabiyotlar

- [1]. Мазаник Л.Ю. Влияние эффекта термодинамической обратной связи на термографические показатели стоп при сосудистых заболеваниях нижних конечностей // Биомеханика стопы человека // Материалы Международной научно-практической конференции (18 – 19 июня 2008 г.)
- [2]. Stella I. Monye. Sunday A. Afolalu. Joseph F. Kayode. Sunday L. L. Moses E. Emeter. Optimization and Analysis of Female Foot Anthropometry // E3S Web of Conferences 391, 01051 (2023). ICMED-ICMPC 2023
- [3]. Dominic J. F., Jonathon B., Luke K. Foot stiffening during the push-off phase of human walking is linked to active muscle contraction, and not the windlass mechanism // Electronic supplementary material is available online at <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.c.5054614>.
- [4]. Erdemir A, Hamel AJ, Fauth AR, Piazza SJ, Sharkey NA. 2004 Dynamic loading of the plantar aponeurosis in walking. J. Bone Joint Surg. 86-A, 546–552.
- [5]. Farris DJ, Kelly LA, Cresswell AG, Lichtwark GA. 2019 The functional importance of human foot muscles for bipedal locomotion. Proc. Natl Acad. Sci. USA 116, 1645–1650. doi:10.1073/pnas.1812820116
- [6]. Riddick R, Farris DJ, Kelly LA. 2019 The foot is more than a spring: human foot muscles perform work to adapt to the energetic requirements of locomotion. J. R. Soc. Interface 16, 20180680. (doi:10.1098/rsif.2018.0680)
- [7]. Carlson RE, Fleming LL, Hutton WC. 2000 The biomechanical relationship between the
- [8]. tendoachilles, plantar fascia and metatarsophalangeal joint dorsiflexion angle. Foot Ankle Int. 21, 18–25. (doi:10.1177/107110070002100104)
- [9]. О. В. Коннова, О. Ю. Алешкина, В. Н. Николенко. Изменчивость морфометрических параметров стоп при различных формах нижних конечностей // Саратовский научно-медицинский журнал 2014; 10 (4): 600–603.
- [10]. Mandrikov VB, Krauhskin AI, Perepelkin AI, et al. Somatotipologiceskie patterns of human foot morphology. Volgograd scientific and medical journal 2013; (2): 5–8. Russian (Мандриков, В. Б., Краюшкин А. И., Перепелкин А. И. и др. Соматотипологические закономерности морфологии стопы человека. Волгоградский научно-медицинский журнал 2013; (1): 5–8).

УДК 665.6/.7

**НЕФТШЛАМИНИ ФРАКЦИЯЛАРГА АЖРАТИШ ВА ТАЖРИБА
ҚУРИЛМАСИНИНГ РЕЖИМ КЎРСАТГИЧЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ**

З.М. Хаметов¹, А.М. Хурмамаев², Н.К. Юсупова², Н.П. Алимов³

¹Фарғона политехника институти,

²Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академиясининг Умумий ва ноорганик кимё институти,

³Наманган муҳандислик-технология институти

(Қабул қилинди 19.07.2024 й.)

Аннотация. Мақолада, нефтшамларини эритиш учун турли хил эритувчилар (енгил ва оғир нафта, риформат) дан фойдаланиш ва оптимал эритувчини аниқлаш ва оптимал нисбаларини топиш бўйича олиб борилган тажриба натижалари, эритилган нефтшамидан ажралган техник сувларни тозалаш ва ишлаб чиқариш жараёнига қайтариш йўллари тадқиқ қилиш натижалари, техник сувларни тозалаш учун тажриба қурилмасини йиғиш ҳамда филтрлаш қурилмасининг режим-конструктив кўрсаткичларини аниқлаш бўйича олиб борилган тадқиқот натижалари келтирилган.

Таянч сўзлар: техник сув, филтрлаш қурилмаси, эритувчи, нефтшамлар, самарадорлик.

Аннотация. В статье приведены результаты эксперимента по использованию различных растворителей (легкая и тяжелая нефть, реформат) для плавления нефтешламов и определение оптимального растворителя и нахождения оптимального соотношения, результаты исследования способов очистки технической воды. выделенную из расплавленного нефтешлама и возвращающую его в производственный процесс техническую воду, представлены результаты исследований по сборке экспериментального устройства для очистки и определения режимно-конструктивных показателей фильтрующего устройства.

Ключевые слова: техническая вода, фильтрующее устройство, растворитель, нефтешлам, эффективность.

Abstract. In the article, the results of the experiment on the use of different solvents (light and heavy naphtha, reformat) for melting oil sludge and the determination of the optimal solvent and finding the optimal ratio, the results of researching the ways of cleaning technical water separated from the melted oil sludge and returning it to the production process, technical water the results of the research on assembling the experimental device for cleaning and determining the mode-constructive indicators of the filtering device are presented.

Key words: technical water, filtration device, solvent, oil sludge, efficiency.

Нефтни қайта ишлаш заводларининг технологик жараёнларидан ажралиб чиқадиган нефтшамларини қайта ишлаш, утилизация қилиш ва зарарсизлантириш долзарб муаммолардан бири ҳисобланади. Атроф муҳитнинг ифлосланиши асосан нефть ва оқава сувларнинг тўкилиши, нефть қолдиқларининг ёниши ёки тўпланиб қолиши натижасида юзага келади [1-4].

Нефтни қазиб олиш ва қайта ишлаш корхоналарида нефтшамлари нефтни қазиб олиш ва қайта ишлаш вақтида, шунингдек тозалаш иншоотларидаги йиғилган эмульсия ва чўкма аралашмалари оқава сувларни тозалашда ҳосил бўлади. Нефтшамларини утилизация қилиш бўйича экологик тоза технологияларни ишлаб чиқиш долзарб муаммо ҳисобланади [5-10].

Юқорида келтирилган муаммолардан келиб чиқиб, ишлаб чиқариш корхоналаридан келтирилган нефтшамларини қайта ишлаш ва унинг таркибидан ажратиш олинган сув ва механик қўшимчаларни қайта ишлаш йўллари тадқиқи қилиш бўйича тажрибалар олиб борилди. Дастлаб, нефтшамлари эритувчилар ёрдамида эритилди, тажрибалар давомида нефтшамларини эритувчи билан аралаштириш давомийлигини 10 дақиқадан 70 дақиқа оралиғида олиб борилди ва аралаштиришнинг оптимал давомийлиги 60 дақиқа эканлиги аниқланди. Чунки, 60 дақиқа давомида эритилган нефтшамларнинг таркибидаги барча нефтмаҳсулотлари эриб эритувчи таркибига ўтди, 70 дақиқа давомида аралаштириш

найжасида олинган эритма 60 дақиқа давомида аралаштириш давомийлиги найжасида олинган эритма билан деярли фарқ қилмади. Тажриба натижалари келтирилган. 1-жадвалда

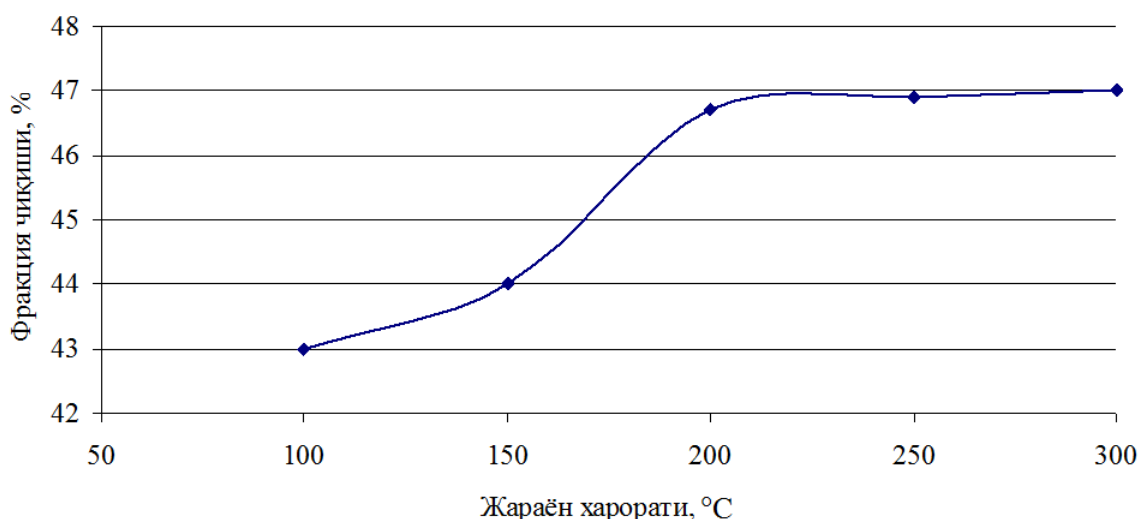
1-жадвал

Нефтшлямини эритувчи ёрдамида эритиш жараёни натижалари
(енгил нефта – 40%, нефтешлями – 60 %, аралаштириш вақти – 60 дақиқа,
аралашма зичлиги – 916 кг/м³)

№	Жараён харорати, °C	Ажралган фракция, %						
		Бензин	Керосин	Дизель ёнилғиси	Сув	Қолдиқ	Йўқотиш	Σ, %
1.	100	43	-	-	41	11,3	4,7	100
2.	150	44	7,4	-	35,3	9	4,3	100
3.	200	46,7	7,48	2,42	31,9	7,4	4,1	100
4.	250	46,9	7,6	3,14	31,7	6,86	3,8	100
5.	300	48,2	7,91	4,71	31,3	4,68	3,2	100

1-жадвалдан кўриниб турибдики, харорат 100°C га кўтарилганда эритилган нефтшлями таркибидан 14 % гача сув ажралди, 11,3 % қолдиқ маҳсулот ҳосил бўлди ва умумий массада 4,7 % йўқотилди. Жараён харорати 150°C кўтарилганда 35,3 % сув, 9 % гача қолдиқ маҳсулот ҳосил бўлди. Жараён харорати 200÷300°C оралиғида сувнинг ажралиши 31,9 % дан 31,3% гача ажралди. Бу шундан далолат берадики, нефтшлямларини эритувчилар билан эритиб, уларнинг таркибидан қимматбаҳо нефтмаҳсулотларини ажратиш имконияти яратилади. Бундан ташқари ҳозирги кунда долзарб муаммолардан бири бўлган сув ҳам нефтшлямлари таркибида сезилари миқдорни ташкил қилади.

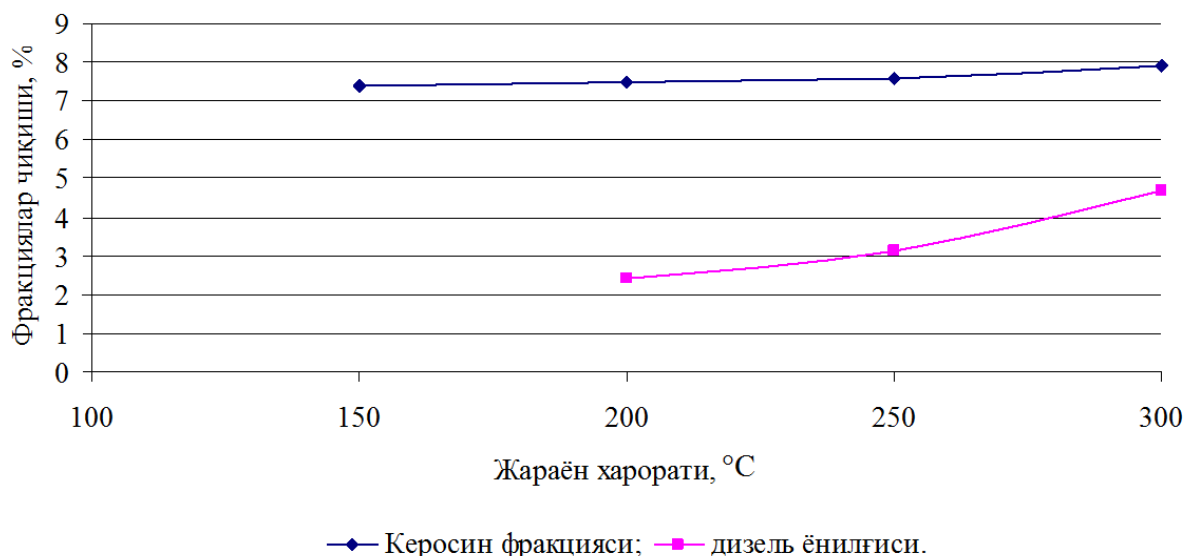
Одатда, бензин фракцияси 35°C дан 205°C хароратларда, керосин фракцияси 150°C дан 315°C харорат оралиғида, дизель ёнилғиси эса 180°C дан 420°C харорат оралиғида ажралади.



1-расм. Хароратга боғлиқ ҳолда бензин фракциясининг ажралиши (эритувчи – енгил нефта).

1-расмдан кўриниб турибдики, 40 % енгил нефта қўшиб эритилган нефтшлямини 100°C гача қиздирилганда бензин фракцияси 43 % ни, 150°C хароратда қиздирилган нефтшлями таркибидан 44 % гача, харорат 200°C га кўтарилганда 46,7 %, 300°C гача кўтарилганда эса 48,2 % бензин фракцияси ажралиб чиқди. Бу шундан далолат берадики,

нефтшламларини эритувчилар билан эритиб, уларнинг таркибидан қимматбаҳо нефтмахсулотларини ажратиш имконияти яратилади.



2-расм. Хароратга боғлиқ ҳолда кетосин ва дизель фракцияларининг ажралиши (эритувчи – енгил нафта).

Одатда кетосин фракцияси 100°C хароратда ажралмайди, дизель енілғиси ҳам 100-150°C хароратларда ажралмайди. 3.6-расмда 40 % енгил нафта қўшиб эритилган нефтшламни 200°C гача қиздирилганда 7,48% кетосин, 2,42 % дизель фракциялари ажралиб чиқди, харорат 250°C гача кўтарилганда 7,6 % кетосин, 3,14 % дизель фракциялари, жараён хароратини 300°C гача кўтарилганда 7,91 % кетосин, 4,71 % гача дизель фракциялари ажралиб чиқди.

Нефтшлами таркибидаги нефтмахсулотларини эритиб олиш учун оғир нафтадан ҳам фойдаланилди. Эритилган нефтшламни ректификацион колоннада ҳайдаб олинди. Жараён 100-300°C хароратларда олиб борилди.

2-жадвал

Нефтшламни эритувчи ёрдамида эритиш жараёни натижалари
(оғир нафта – 40%, нефтшлами – 60 %, аралаштириш вақти – 60 дақиқа, аралашма зичлиги – 916 кг/м³)

№	Жараён харорати, °C	Ажралган фракция, %					
		Бензин	Кетосин	Дизель енілғиси	Сув	Қолдиқ	Йўқотиш
1.	100	44,3	-	-	41,7	10,3	3,7
2.	150	45,6	7,6	-	36,2	7,3	3,3
3.	200	46,1	7,81	2,51	32,01	7,4	4,17
4.	250	47,2	8,1	3,18	32,5	5,22	3,8
5.	300	48,4	8,7	4,96	31,81	2,9	3,23

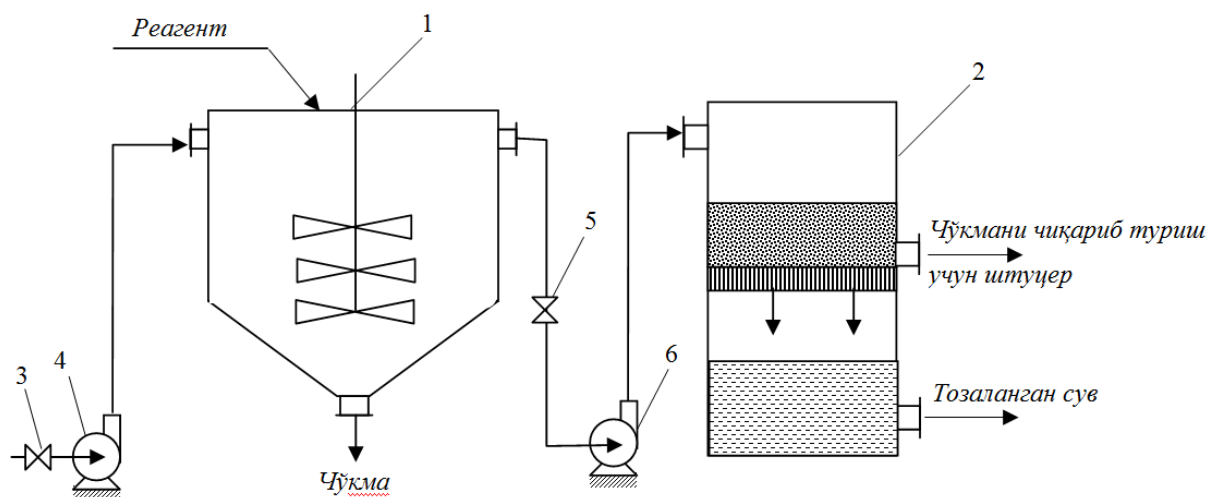
Оғир нафта билан эритилган нефтшламни ҳайдаш жараёнида харорат 100°C бўлганда 44,3 % бензин, 41,7 % сув ажралиб чиқди. Харорат 150 °C гача кўтарилганда 45,6 % бензин, 7,6 % кетосин ва 36,2 % гача сув ажралиб чиқди. Кейинчалик, жараён хароратини 300 °C га кўтарилганда 48,4 % гача бензин, 8,7 % гача кетосин, 4,96 % дизель енілғиси ва 31,81 % гача сув ажралиб чиқди.

Нефтшламини эритувчи ёрдамида эритиш жараёни натижалари
(рифформат – 40%, нефтешлами – 60 %, аралаштириш вақти – 60 дақиқа, аралашма
зичлиги – 916 кг/м³)

№	Жараён харорати, °C	Ажралган фракция, %					
		Бензин	Керосин	Дизель ёнилғиси	Сув	Қолдиқ	Йўқотиш
1.	100	43,8	-	-	40,92	10,72	4,56
2.	150	44,7	7,5	-	35,6	7,9	4,3
3.	200	46,4	7,61	2,59	32,8	6,1	4,5
4.	250	47,1	7,92	3,16	31,9	6,08	3,84
5.	300	48,3	8,01	4,86	31,22	4,27	3,34

3-жадвалда рифформат ёрдамида эритилган нефтшламини ректификацион колоннада хайдаш жараёнининг харорати 100°C бўлганда 43,8 % гача бензин ва 40,92 % гача сув ажралиб чиқди. Жараён харорати 250-300°C га кўтарилганда бензир фракциясининг ажралиш миқдори 47,1-48,3 % оралиқда, керосин фракцияси 7,92 % дан 8,01 % га, дизель енилғиси фракцияси 3,16 % дан 4,86 % га ортишини ҳамда ажралиб чиққан техник сув миқдори эса 31,9 % дан 31,22 % оралиқларда ажралишини кузатиш мумкин. Демак, олиб борилган тажрибалар нефтшламлари таркибидаги сезиларли даражада нефтмахсулотлари борлигидан далолат беради.

Эритилган нефтшлами таркибидан ажралиб чиққан техник сувларни таркибини ўрганиш, юмшатиш ва ушбу сувларни утилизация қилиш, қайта ишлатиш шароитларини ўрганиш мақсадида тажриба қурилмаси йиғилди. Тажриба қурилмаси аралаштиргичли сиғим (ёмкость) ва филтрловчи қурилмалардан иборат (3-расм).



3-расм. Эритилган нефтшламидан ажралиб чиққан техник сувни тозалаш тажриба қурилмаси: 1-сувни реагент ёрдамида қаттиқлигини камайтириш учун аралаштиргичли сиғим; 2-филтр; 3,5-оқимни ростлаб туриш учун кранлар; 4,6-суоқликларни узатиш учун насослар.

Тажриба қурилмаси қуйидаги тартибда ишлайди: эритилган нефтшлами таркибидан ажралиб чиққан техник сув насос 4 ёрдамида сувни реагент ёрдамида қаттиқлиги камайтириш учун аралаштиргичли сиғим 1 га юборилади, у ерда сув реагент билан маълум бир муддат аралаштирилгандан сўнг насос 6 орқали филтр 2 га юборлади. Филтрга келган техник сув таркибидаги қаттиқ заррачалардан ҳамда реагент ёрдамида чўкиб қолган механик

кўшимчалардан тозаланиб ишлаб чиқариш жараёнига қайтарилади. Жараён давмида оқимлар 3 ва 5 кранлар ёрдамида ростлаб турилади. Фильтр қурилмасининг тўсиқларига ўтириб қолган чўкма маълум бир вақт ўтгандан кейин тозалаб турилади. Тозаланган сув эса фильтр қурилмасининг пастки штуцеридан чиқариб турилади.

Суспензияларни тозалашда уларнинг зичлиги, таркибидаги майда қаттиқ заррачалардан тозалаш вақтида заррачаларнинг ўлчамлари ва гидроциклон диаметрларини ҳисобга олиш керак, чунки гидроциклон диаметри қанча кичик бўлс самарадорлик ҳам шунча юқори бўлади. Шунинг эътиборига олиш керакки, гидроциклоннинг пастки қисми диаметри тўғри танланиши бир хил диаметрдаги заррачаларни ушлаб қолиш имконияти пайда бўлади.

Эритилган нефтшлами таркибидаги қаттиқ заррачалар (механик кўшимчалар) ни тозалаш мақсадида йиғилган тажриба қурилмаси ҳисобланди. Гидроциклон цилиндрик қисми диаметри D , 150 мм; суспензия кириш қувури диаметри $d_{\text{сус}}$, 30 мм; қурилманинг шламларни чиқариш патрубкеси диаметри $d_{\text{сл}}$, 25 мм; цилиндрик қисм баландлиги $H_{\text{ц}}$, 150 мм; конус қисм баландлиги $h_{\text{к}}$, 450 мм; қурилманинг ҳажмий сарфи Q , 0,026 м³/сек, гидроциклондаги босим ΔP , 170 кПа; заррачалар йириклиги 1,0÷200 мкм, қаттиқ заррачалар зичлиги 1,75 кг/м³; аралашма (нефтшлами + эритувчи) зичлиги 916 кг/м³.

Қаттиқ заррачаларнинг чўкиш тезлиги қуйидаги формула ёрдамида аниқланди [9]:

$$\omega_0 = 15,33 \frac{k \cdot D^3}{a \cdot Q}.$$

Гидроциклон ишлаб чиқариш қуввати:

$$Q_{\text{пит}} = 9,58 \cdot 10^3 \cdot d_{\text{пит}} \cdot d_{\text{сл}} \cdot \sqrt{g \Delta p}$$

Қурилманинг цилиндрик қисми диаметри қуйидагича ҳисобланди:

$$D = [4V/(\pi \omega_0)]^{1/2}, \quad (1)$$

бу ерда, V - қурилманинг ишлаб чиқариш қуввати, м³/ч; ω_0 – суюқлик оқими тезлиги, м/с.

Қурилманинг гидравлик қаршилик коэффициенти [9]:

$$\xi_0 = \Delta P (\omega_0^2 \rho / 2), \quad (2)$$

бу ерда, ΔP – қурилманинг гидравлик қаршилиги, Па; ρ - суспензия зичлиги, кг/м³.

Қурилманинг гидравлик қаршилиги:

$$\Delta P = \xi_0 (\omega_0^2 \rho / 2), \quad (3)$$

бу ерда, ξ_0 – қурилманинг гидравлик қаршилик коэффициенти.

Қурилмадаги оқим тезлиги қуйидаги формула ёрдамида аниқланди [9]:

$$\omega_{\text{сх}} = \frac{q_v}{\pi R_N^2}. \quad (4)$$

Заррачаларнинг чўкиш тезликлари орасида фарқ [9]:

$$\Phi = \frac{\omega_{\text{сх}}^2}{g R_H}, \quad (5)$$

бу ерда, $g = 9,81$ м/с² – эркин тушиш тезлиги.

Белгиланган ўлчамдаги, яъни унча йирик бўлмаган заррачаларнинг чўкиш тезликлари ва улар ($R_H - R_B$) га тенг бўлгандаги чўкиш вақтлари:

$$\tau_0 = \frac{(R_H - R_B)}{\omega_{\text{сх}}}. \quad (6)$$

Архимед критерийси [9]:

$$Ar = \frac{d^3 \rho_c^2 g}{\mu^2} \cdot \frac{\rho_{\text{т}} - \rho_{\text{с}}}{\rho_{\text{с}}} \quad (7)$$

Рейнольд критерийси қуйидаги формула ёрдамида аниқланди:

$$\text{Re}_v = \frac{\omega_{ок} \rho_c d_s}{\mu}. \quad (8)$$

Олиб борилган ҳисоблардан шуни хулоса қилиш мумкинки, таклиф этилаётган қурилмани қўллаш орқали аниқ ўлчамдаги заррачаларни чўктириш, қурилманинг оптимал режим-конструктив ўлчамларини аниқлаш, гидроциклон самарадорлигини ошириш мумкин. Бундан ташқари ушбу ҳисоблардан “Кимёвий технология жараёнлари ва қурилмалари” ва “Нефтни қайта ишлашнинг асосий жараёнлари ва қурилмалари” фанларидан техника йўналишидаги талабалар учун фойдаланиш мумкин.

Нефтьшламини эритиш ва эритилган нефтьшлами таркибидан ажралиб чиққан техник сувларни механик қўшимчалардан тозалаш ва қаттиқлигини камайтириш учун тажриба қурилмалари ҳисобланди. Филтрлаш тажриба қурилмасидан филтрланган сув филтр қатлами ва чўкиб қолган массалараро ҳаракатланади. Тозаланган сув чўкинди қатламидаги филтр ғоваклариди ва капиллярида ҳаракатланади. [10]:

Тозаланган сувнинг қатламаро тезлиги [10]:

$$\omega = \frac{V}{F\tau} = \frac{q}{\tau} = \frac{\Delta\rho}{R} \text{ м}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{сек}. \quad (9)$$

Филтрлаш жараёнида чўма ҳам филтр вазифасини бажаради, чўкма қатламининг қаршилиги унинг қалинлигига тўғри пропорционалдир [10]:

$$R_{oc} = r\delta, \quad (10)$$

бу ерда r - чўкманинг қаршилиги коэффициенти.

Филтр майдон F м² орқали ўтадиган суюқликнинг маълум бир вақт τ ичидаги миқдори V м³ [10]:

$$V = \omega_0 F \tau = \Delta\rho F \tau \frac{d^2 \Phi^2 \varepsilon^3}{248(1 - \varepsilon)^2 \mu H} \quad (11)$$

Юқоридаги формуладан келиб чиқиб, филтрлаш жараёнининг қаршилиги R бошқа бир хил бўлган режим кўрсаткичларда чўкиб қолган чўкма ғоваклигининг кўпайиши ва филтратнинг қовушқоқлигининг камайиши билан ортиб ёки камайиб боради [10]:

R нинг қиймати $R_{чўк}$, чўкма қаршилиги ва $R_{тўс}$, филтрлаш тўсиқларидан келиб чиқиб ҳисобланди [10]:

$$R = R_{чўк} + R_{тўс}. \quad (12)$$

Чўкган масса миқдорини (м³) филтрнинг F юзасидаги чўкма δ қалинлиги билан ифодаланади. Агар филтрланган сувдан ўтаётган бир м³ чўкма миқдорини (м³) u билан белгиласак, филтрат ҳосил бўлганидан сўнг V чўкма ҳажми (м³) uV га тенг бўлади. [10]:

$$F\delta = uV. \quad (13)$$

Чўкманнинг қалинлиги:

$$\delta = u \frac{V}{F} = uq. \quad (14)$$

$$q = \frac{V}{F} \text{ м}^3 / \text{м}^2. \quad (15)$$

Филтрнинг қурилмасининг гидравлик қаршилиги:

$$\Delta P = \frac{\xi \rho \omega^2}{2}.$$

Аралаштиргичнинг цилиндр қисм ҳажми қуйидаги формула ёрдамида аниқланди:

$$V = \pi R^2 \cdot H.$$

Аралаштиргичнинг конус қисмининг ҳажми қуйидаги формула ёрдамида аниқланди:

$$V = \frac{1}{3} \pi R^2 h.$$

Олиб борилган ҳисоблашлар асосида тайёрланган тажриба қурилмасининг габарит ўлчамлари: умумий баландлиги – $H = 0,60$ м; диаметри – $D = 0,40$ м. Филтр тўсиқдаги ғоваклар ўлчами 0,2 мм ни ташкил этади. Филтрлаш қурилмасининг гидравлик қаршилиги - 156 кПа, филтр тўсиқ билан - 230 кПа. Филтрлаш қурилмасининг ҳажми 0,075 м³.

Шундай қилиб, нефтшламларини эритиш учун уч хил эритувчидан фойдаланилди (енгил ва оғир нафта, риформат), оптимал эритувчи – оғир нафта ва унинг нефтшлам билан нисбати 40 % эканлиги аниқланди; эритилган нефтшламидан ажралган техник сувларни тозалаш ва ишлаб чиқариш жараёнига қайтариш йўллари тадқиқ қилиш мақсадида аралаштиргичли сиғим (ёмкость) ва фильтр аппаратида иборат тажриба қурилмаси йиғилди; нефтшламлари таркибида 40 % гача техник сув бўлиши аниқланди. Фильтрлаш қурилмасининг гидравлик қаршилиги - 156 кПа, фильтр тўсиқ билан - 230 кПа. Фильтрлаш қурилмасининг ҳажми 0,075 м³ эканлиги аниқланди.

Адабиётлар

- [1]. A.M. Khurramatov, G.R.Yunusova, N.K.Yusupova, O.T.Mallabaev. Technology for obtaining secondary materials from hydrocarbon waste// Scientific and Technical Journal of the Namangan Institute of Engineering and Technology. VOL 7 – Issue (2) 2022. –P. 162-166
- [2]. A.M. Khurramatov, Z.R.Burueva, N.K.Yusupova, O.T.Mallabaev. Study of physico-chemical properties of technical water of separated oil sludge// Scientific and Technical Journal of the Namangan Institute of Engineering and Technology. VOL 7 – Issue (2) 2022. –P. 166-172
- [3]. А.М. Хурмаматов, Юсупова Н.К., Уразбаев А.Б., Маллабаев О.Т. Результаты выхода легких фракций при перегонке нефтяного шлама// Научно-технический журнал наманганского инженерно-технологического института. -Наманган, Том 6. Спец выпуск (1). 2022. –С. 474-479.
- [4]. Abdugaffar Xurramatov, Makset Ayimbetov, Nadira Yusupova, and Berdimurat Madenov. Optimization of Hydrodynamic Regimes of the Process of Obtaining Bitumen// Neuro Quantology. November 2022. Germany. Volume 20. Issue 18. –P.72-80. doi: 10.14704/nq. NQ88008.
- [5]. A.M.Hurramatov, N.K.Yusupova, I.O.Po'latov. Intensification of oil sludge distillation processes/ INNOVATIVE ACHIEVEMENTS IN SCIENCE 2022: a collection scientific works of the International scientific conference (11th June, 2022) – Chelyabinsk, Russia : "CESS", 2022. Part 10, Issue 1. – P. 222-224.
- [6]. Хурмаматов А.М., Юсупова Н.К., Полатов И.О. Результаты изучение физико-химических свойств нефтяного шлама/ Intellectual education technological solutions and innovative digital tools International scientific-online conference. Part 5. June. Collections of scientific works. Amsterdam 2022. –P. 113-1118.
- [7]. Хурмаматов А.М., Юсупова Н.К., Уразбаев А.Б., Сайджанов Д.В. Результаты перегонки смеси нефтяных шламов /Инновационные технологии переработки минерального и техногенного сырья химической, металлургической, нефтехимической отраслей и производства строительных материалов». –Ташкент. - 2022. Май. –С. 402-403.
- [8]. Хурмаматов А.М., Н.К.Юсупова, И.О.Пўлатов Результаты изучение физико-химических свойств нефтяного шлама/ “O‘zbekistonda fanlararo innovatsiyalar va ilmiy tadqiqotlar” jurnali. ISSN:2181-3302. «Best publication» Ilm-ma’rifat markazi materiallari to’plami 20-may, 2022-yil 9-son.
- [9]. Пикущак Е.В. Моделирование седиментации частиц полидисперсной суспензии в классификационных аппаратах. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. -Томск, 2009. – 23 с.; С. 28.
- [10]. Плановский А.Н., Рамм В.М., Каган С.З. Процессы и аппараты химической технологии. Изд. –М.: «Химия». -1968. –С. 254-255. 831 с.; Б. 254-255.

UDK: 662.997

СПОСОБЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ДЫНИ (обзор)

С.Ш. Хакимова¹, Ш.М. Мирзаев², Ж.Р. Кодиров²

¹Бухарский инженерно-технологический институт

²Бухарский государственный университет

Республика Узбекистан

E-mail: qodirov.jobir@mail.ru, j.r.qodirov@buxdu.uz

(Получена 16.08.2024 г.)

Annotatsiya: Ushbu maqola quritishdan oldin qovunni dastlabki qayta ishlash usullari haqida qisqacha ma'lumot beradi. Ishlash shartlariga ko'ra, dastlabki ishlov berishlar rasmiy ravishda to'rtta usulga bo'linadi: osmotik suvsizlanish (distillangan suv + saxaroza, etanol eritmasi bilan); ultratovushli nurlanish bilan ishlov berish; majburiy vakuum bilan ishlov berish (MV); Ultratovush-VC kombinatsiyalangan ishlov berish usuli. Oldindan ishlov berishning texnologik jarayonlarining mexanizmlari shakllantirilgan.

Kalit so'zlar: quritish texnologiyasi, dastlabki ishlov berish, osmotik suvsizlanish, ultratovush, majburiy vakuum, korpus, jarayon mexanizmi, ishlov berish rejimi, biologik hujayra, biologik to'qimalar, mikroskopik kanallar, takroriy siqish (bo'shatish) devorlar, deformatsiya, namlikni so'rish, dinamik muvozanat.

Аннотация: В данной статье представлены короткие сведения о способах предварительной обработки дыни перед сушкой. Согласно условиям режима работы, предварительные обработки формально разделены на четыре способа: осмотическая дегидратация (с раствором-дистиллированная вода + сахароза, этанол); обработка с ультразвуковым излучением УЗИ; обработка с принудительным вакуумом (ВК); УЗИ-ВК комбинированный способ обработки. Сформулированы механизмы технологических процессов предварительной обработки.

Ключевые слова: технология сушки, предварительная обработка, осмотическая дегидратация, ультразвук, принудительный вакуум, кожух, механизм процесса, режим обработки, биологическая клетка, биологическая ткань, микроскопические каналы, многократное сжатие (отпускание) стенок, деформация, высасывание влаги, динамическое равновесие.

Abstract: This article provides brief information about methods for pre-processing melon before drying. According to the operating conditions, the preliminary criteria are divided into four stages: osmotic dehydration (with a solution of distilled water + sucrose, ethanol); ultrasonic treatment; ultrasound; forced vacuum treatment (VC); Ultrasound-VK combined method of processing. The mechanisms of technological processes of pre-treatment are formulated.

Key words: drying technology, pre-treatment, osmotic dehydration, ultrasound, forced vacuum, casing, process mechanism, processing mode, biological cell, biological tissue, microscopic channels, repeated compression (release) of walls, deformation, moisture suction, dynamic equilibrium.

1.Введение. В современных условиях жизнедеятельности человека особое значение приобретает повышение биологической ценности продуктов, причем положительное влияние оказывает не столько общая пищевая ценность, сколько высокая биологическая активность потребляемой пищи.

В частности, дыни играют значительную роль в рационе питания населения, являясь источником целого ряда необходимых организму человека веществ, прежде всего витаминов (В1, В2, РР, А и С), углеводов и минеральных элементов. Дыня содержит калий, кальций, железо, натрий, хлор, а также огромное количество ферментов, поэтому великолепно усваивается кишечником, помогая его нормальной работе. Дыню рекомендуют принимать при истощении и малокровии, при атеросклерозе и некоторых других сердечно-сосудистых заболеваниях. Дыня усиливает действие антибиотиков, снижая их токсичность. Как лекарство дыню можно принимать при любых расстройствах пищеварения. Все эти качества возводят дыню в ранг особо ценных и полезных продуктов, стимулируют искать способы переработки и длительного хранения этих сезонных плодов. [1,2].

Данные исследований различных ученых [1-4] свидетельствуют о богатом химическом составе бахчевых культур.

С точки зрения производства, дыня – фрукт, имеющий высокую экономическую ценность который ценится потребителями [5].

Свежая дыня является скоропортящимся продуктом. Чтобы воспользоваться потенциальной пользой дыни для здоровья и повысить ценность фруктов, сушка представляет собой один из возможных методов консервации, позволяющий продлить срок хранения и потенциально увеличить использование фруктов. С другой стороны, сушка может существенно повлиять на качество бахчевых продуктов, включая цвет, снижение содержания биоактивных соединений и текстуры [6].

Выбор неправильных условий сушки, например, в результате повышенной температуры или резких перепадов температуры, применяемой в начальных этапах сушки образуется событие привязки оболочки. Из-за повышенной температуры или резких перепадов температур (напор температур) сушки твердый слой, образующийся на поверхности, затрудняет выход жидкости (воды), которая еще не была удалена изнутри и препятствует высыханию (рис.1). Это часто случается, особенно при сушке таких продуктов,

как фрукты, богатые сахаром (дыни) и подобными веществами. Следует избегать образования корки, так как это влияет на скорость высыхания и качество продукта, подлежащего сушке [7].

За последние годы для устранения отрицательно действующих факторов на процесс сушки сельскохозяйственных продуктов произошло много достижений в технологии сушки, включая предварительную обработку, методы, оборудование и качество. Лишь немногие исследования связаны с осмотической дегидратацией или предварительной физической обработкой ультразвуком, принудительным вакуумом и сушкой дыни [8,9].

Для развития научно - исследовательской работы по предварительной обработке дыни в данной статье, кратко изложены сведения (обзор) практически апробированных и использованных в практической деятельности физических способов, которые проводились некоторыми учеными мира, по режимам предварительной обработки продуктов формулированы способы и их физические механизмы.

2. Короткие сведения по способам предварительных обработок дыни.

Авторы работы [6] использовали принудительный вакуум и ультразвук в качестве предварительной обработки для эффективной сушки дыни и оценили параметры качества, таких как общее содержание коротиноидов, цвета, текстуру и органолептическое восприятие сушеных дынь.

2.1. Используемое авторами [6] сырьё, режимы предварительной обработки и их классификация.

Дыни одинаковых форм и размеров промывают, разрезают на половинки, удаляют семена и кожуру. Съедобную часть (среднюю часть) разрезают на ломтики размерами 3.0х5.0х0.5 см.

Используются четыре режима обработки дыни: а) контроль (без применения ультразвука (УЗИ) и принудительного вакуума (ВК), с применением дистиллированной воды и раствора сахара, содержащей 50г сахарозы/100г воды с соотношением 4г:1г); б) с применением ультразвукового излучения (УЗИ); в) с применением принудительного вакуума (ВК); г) с применением УЗИ – ВК их комбинацией одновременно.

Ультразвук передается в ультразвуковую ванну с термостатом (модель USC-850A, Бразилия), частота ультразвука составляет 25кГц, интенсивность – 4870Вт/м².

Принудительный вакуум создаётся вакуумным насосом (модель МА – 2057, Бразилия) со скоростью насоса 24л/мин. Степень вакуума поддерживается между 0.02 и 0.03МПа. Эксперименты проводились при температуре 30°C, время обработки продлилось 30 минут.

По истечении времени предварительной обработки образцы снимались из специальных посуды, промывались дистиллированной водой (только для дынь, погруженных в раствор сахарозы), осушали, промокали впитывающей бумагой для удаления избытка раствора/воды и взвешивались на весах [6].

В настоящее время учеными мира рекомендуется использовать способы предварительной обработки дыни, которые основаны на следующих режимах обработки, а именно: предварительная обработка дыни погруженных в осмотические растворы (сахарозы и этиловый спирт) или дистиллированную воду; также подвергнутый воздействию ультразвука (УЗИ), воздействию принудительного вакуума (ПВК) и подвергнутых их комбинации одновременно (УЗИ-ПВК).

2.2. Механизм процесса предварительной обработки дыни.

Для описания механизма процесса предварительной обработки дыни представим ее организм, который состоит из клеток, с определенной структурой и формой. Известно, что клетки одинаковой структуры – вместе образуют ткани, из которых уже и образуются органы продукта.

На рис.1. изображена схема механизма процесса сушки предварительно необработанной дыни. На рисунках 2,3 и 4 схематически изображены механизмов процессов предварительной обработки дыни в разных режимах переработки.

2.2.1. Механизм процесса воздушной сушки дыни без предварительной обработки.

При введении влажной дыни в тепловой поток происходит перенос тепла к поверхности тела (к клеткам находящимся на поверхности ткани дыни), обусловленный разностью температур между ними, нагрев его и испарение влаги изнутри клеток, тем самым происходит оттек клеточной жидкости на поверхности. Объем клеток, тем самым объем ткани уменьшается, изменяется структура и форма ткани организма дыни.

Из-за высокой температуры (выше 65°C) или резких перепадов температур (температурный напор) сушки твердый слой (корка), образующийся на поверхности ткани, затрудняет выход жидкости (водяной пар), которая еще не была удалена изнутри ткани, препятствует высыханию (рис.1).

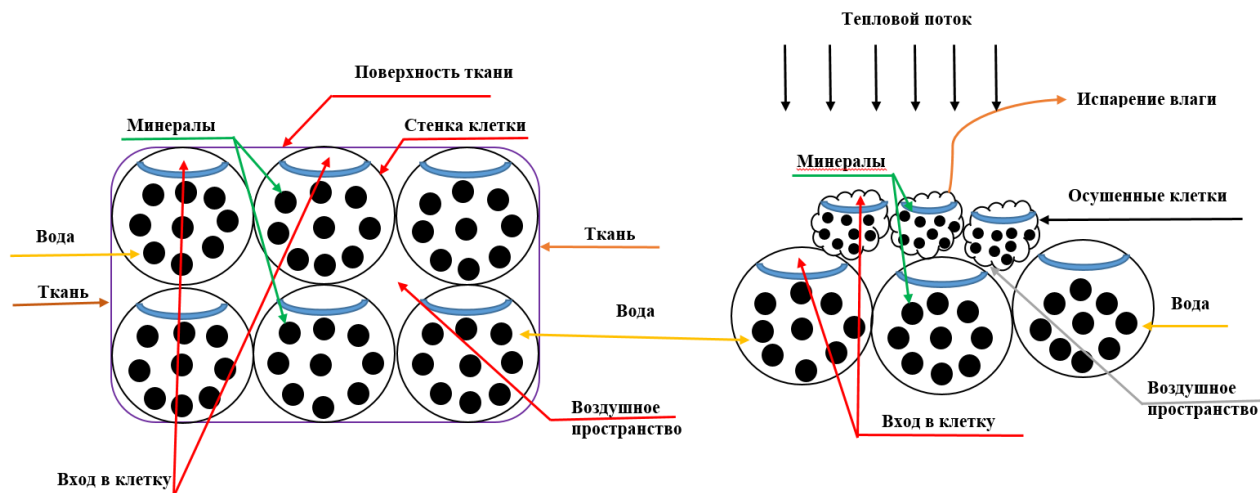


Рис.1. Структура организма дыни подлежащего воздушной сушке без предварительной обработки (в воздухе): а) состояние структуры организма дыни до сушки; б) состояние структуры организма дыни после сушки.

2.2.2. Механизм процесса воздушной сушки дыни с предварительной обработкой осмотической дегидратации.

Для предварительной обработки дыню погружают в отдельную ёмкость с осмотическим раствором (дистиллированная вода + сахара [13], или этанол [14]) и задерживают в определенный интервал времени, где осуществляется процесс осмотической дегидратации. Стенки биологических клеток становятся полупроницаемой мембраной, в таком случае вода, находящаяся внутри клеток, ускоренно диффундируют в осмотический раствор (коэффициент диффузии воды больше, чем коэффициент диффузии раствора). Таким образом, снижается исходное содержание воды внутри клеток, и тем самым изменяется структура биологической ткани, чтобы уменьшить общее высыхание (рис.2).

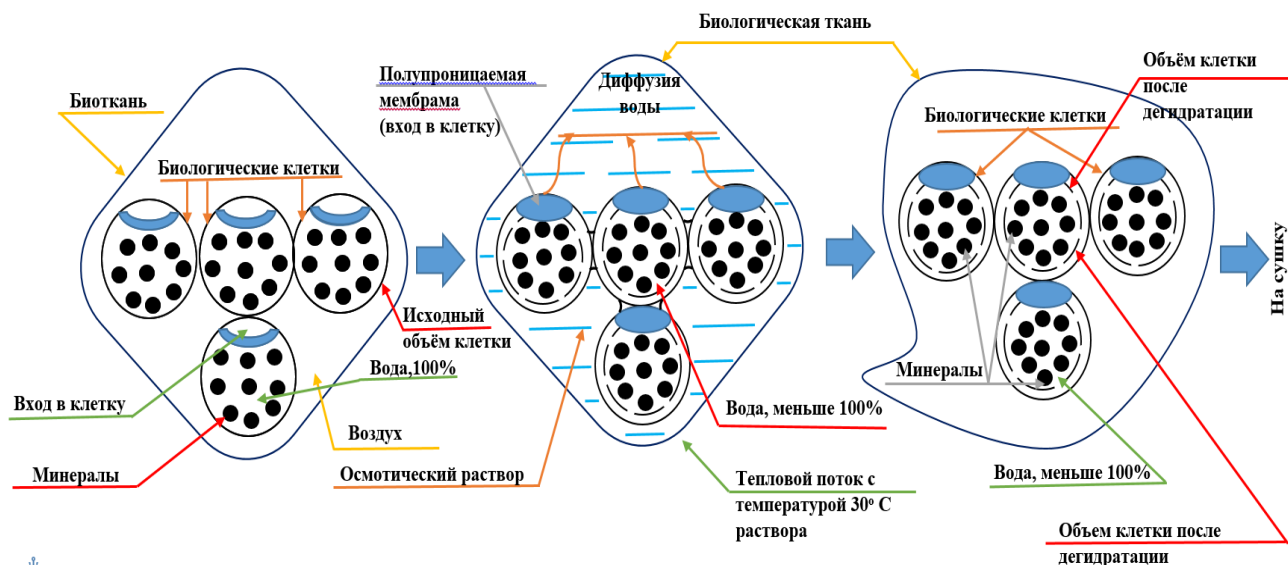


Рис.2. Схема процесса осмотической дегидратации с сахарозой или этанолом (время обработки 30 мин. при 30°C): а) структура организма дыни в воздухе до предварительной обработки; б) структура организма дыни в осмотическом растворе, в процессе осмотической дегидратации; в) структура организма дыни после промывки и удаления раствора/воды.

2.2.3. Механизм процесса воздушной сушки дыни с ультразвуковым излучением (УЗИ).

Предварительная обработка дыни ультразвуковым излучением (УЗИ) проводится в специальных ёмкостях, в которых содержатся осмотический раствор (этанол) или дистиллированная вода. Ультразвуковые волны вызывают очень быстрое многократное сжатие и отпускание стенок биологических клеток (колебания стенок клеток с определенной амплитудой), подобно губке. Сила, передаваемая УЗИ (25кГц) в этом воздействии, становится очень большим (достаточным) для того, чтобы преодолеть поверхностное натяжение, которое удерживает влагу внутри у входа клеток дыни и создает микроскопические каналы, которые могут облегчить удалением влаги (рис.3).

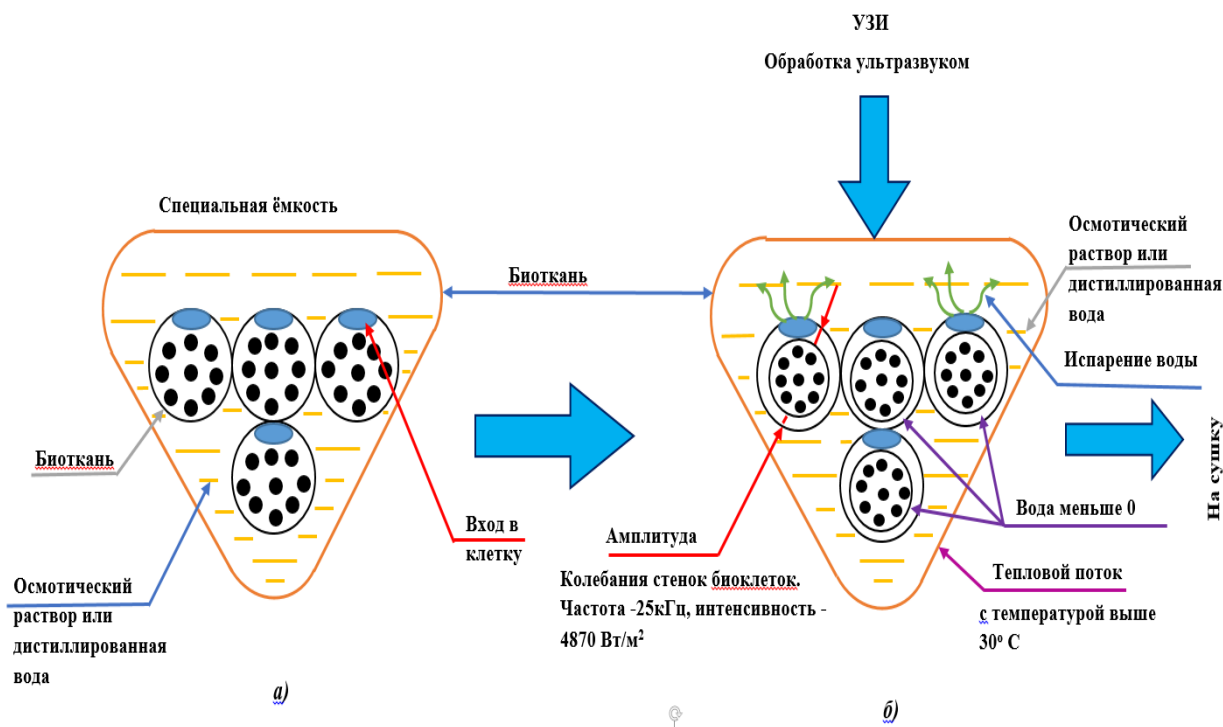


Рис.3. Предварительная обработка дыни ультразвуковым излучением: а) структура организма дыни в осмотическом растворе; б) структура дыни после обработки с УЗИ.

УЗИ производит кавитацию (процесс образования разрывов сплошности, пузырьков в жидкостях), также УЗИ может быть полезен для удаления сильно прилипшей влаги до твердого. Деформация биологических клеток дыни, вызванная ультразвуковыми волнами, отвечает за создание микроскопических каналов, уменьшающих диффузионный пограничный слой и увеличивает конвективную массу переноса в дыни [12].

После извлечения из осмотического раствора (дистиллированной воды) обезвоженные образцы промокают впитывающей бумагой, чтобы удалить излишки раствора. После чего, образцы равномерно нагревают до 65°C.

2.2.4. Механизм процесса воздушной сушки дыни с принудительным вакуумом (ВК).

После осмотической дегидратации и обработки в УЗИ образцы дыни промывают, удаляют избытки раствора и воды из поверхности образца. Образцы помещают в специальную ёмкость, где принудительно создают вакуум, степенью 0.02-0.03 МПа. Предварительная обработка дыни принудительным вакуумом, что стенки биологических клеток становятся искаженным уменьшенным во всех областях образцов из-за «высасывания» влаги (воды) изнутри клеток под указанным парциальным давлением (рис.4).

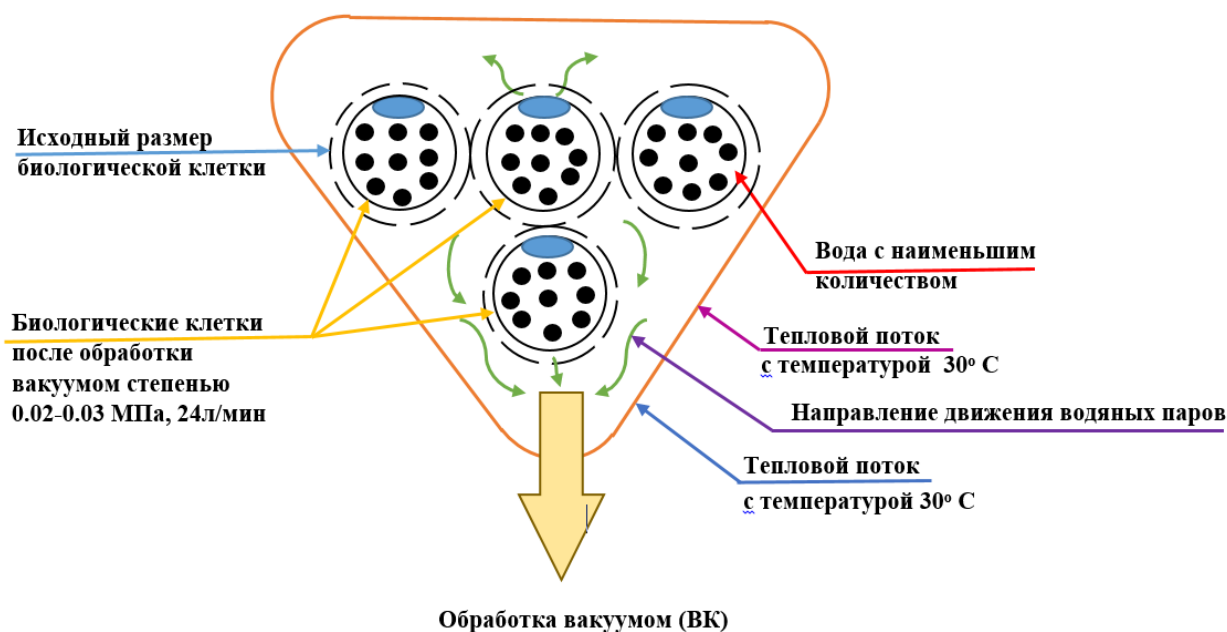


Рис.4. Предварительная обработка продукта принудительным вакуумом.

Также в некоторых областях дыни создаются соединения биологических клеток и межклеточные пространства, даже уменьшаются.

2.3. Подготовка дыни к сушке после предварительных обработок (авторами [6]).

Традиционную сушку проводили как с предварительно необработанной дыней, так и на образцах, полученных в оптимизированных условиях предварительной обработки с использованием конвективной сушилки (Slab (Плита) Бразилия) при температуре 60°C и постоянной скорости воздуха 2.0м/с.

В процессе сушки содержание влаги в образцах дыни определяли, вынимая лоток из сушилки каждые 15 минут. Затем его быстро взвесили на цифровых весах рядом с сушилкой и поместили обратно в оборудование. Сушка завершилась, когда динамическое равновесие влажности (конечное содержание влаги 0,20 кг воды/кг) образцов и влажности сушильного воздуха достигалось при отсутствии существенного изменения массы образца (105 мин для необработанного образца и для образца, предварительно обработанного в растворе сахарозы и вакууме в течении 10 мин; 75 мин для образца, предварительно обработанный в дистиллированной воде ультразвуком в течении 10 мин; 90 мин для образца, предварительно обработанного в дистиллированной воде ультразвуком и вакуумом).

Исследователи [10] установили, что вакуумная обработка ускоряла диффузию воды и требовала меньше времени для снижения содержания воды в фруктовых продуктах. Авторами [11] выявлено, что после обработки продуктов (киви) ультразвуком с последующей осмотической дегидратацией в продуктах образуются микроканалы и увеличивается потеря влаги из-за использования предварительной обработки ультразвуком.

2.4. Заключение (исследования мировых учёных).

Потеря воды была быстрее при вакуумной и ультразвуковой обработке во время осмотической дегидратации, что согласуется исследованиями [10], [11]. Отметим, что предварительная обработка дыни перед сушкой вакуумом и ультразвуком, и их комбинацией одновременно во время осмотической дегидратации имеет приоритет над необработанными дынями. Особенно удалось определить наилучшие условия для проведения предварительной обработки дыни, погруженной в осмотический раствор сахарозы (этанол) или дистиллированную воду и подвергнутых воздействию ультразвука и вакуума, чтобы добиться более высоких потерь воды и меньшего прироста твердых веществ. Сушеная

дыни, предварительно обработанная ультразвуком и вакуумом, позволила снизить общую потерю каротиноидов, сделать ее более мягкой текстурой и лучше сохранить цвет.

Результаты подобных исследований могут быть важны для предоставления информации для разработки новых условий предварительной обработки перед сушкой сельскохозяйственных продуктов, являющихся альтернативой традиционной сушке и подходящих для промышленного контекста.

Стоит отметить, что авторы данной статьи представляют статью для открытой печати с намерением, что она послужит толчком к дальнейшему ускорению исследовательской деятельности, проводимой учеными в области предварительной обработки перед сушкой дыни.

Список литературы

- [1]. Производство соков на основе дыни // техника и образование, научно методический журнал. - М., 2014. - №5. - С. 48-53.
- [2]. Соки на основе бахчевых культур // Всероссийский журнал научных публикаций. - М., 2015. - №1 (25). - С. 12-14.
- [3]. Еренова Б.Е. Научные основы производства продуктов на основе дыни: ... докт. техн. Наук: 05.18.01 – Алматы, 2010. – 389 с.
- [4]. Франко У.П., Назаренко М.Д., Касьянов Г.И. Технология переработки дыньего сырья // Известия вузов. Пищевая технология. – 2010. - №5-6. С.109—110.
- [5]. Лаур Л.М. и Тиак Л (2011) Содержание провитамина А и витамина С в избранных выращенные в Калифорнии дыни, а также импортные дыни. Журнал состава и анализа пищевых продуктов. 24.194-201 стр.
- [6]. Г.Диас де Силва, З.М.Пимента Баррос, Р. А.Б де Медейрос, К.Б.О. де Карвальо, Ш.К.Р.Бранда, П.М.Азубель. // Предварительная обработка сушки дыни с использованием ультразвука и вакуума. Федеральный университет Пернамбуку, Департамент питания, Бразилия. LWT – Пищевая наука и технологии, 74 (2016) – С.114-119.
- [7]. Сафаров Ж.Э., Дадаев Г.Т.Результаты исследования технологии сушки лекарственных трав. // Химическая технология. Контроль и управление. – Ташкент, 2017. – С. 27-31.
- [8]. Родригерс С., Фернандес А.Н. (2007 а). Использование ультразвука в качестве предварительной обработки обезвоживание дыни. Технология сушки, №25. 1701-1796.
- [9]. Родригерс С., Фернандес А.Н. (2007 в). Обезвоживание дыни в тройной системе с последующей сушкой на воздухе. Журнал пищевой инженерии №80. С. 678-686.
- [10]. Ши Q. Фито П и Чиралт А (1995). Влияние вакуумной обработки на массу перенос осмотическом обезвоживании плодов. Food Research International. №28. 445-454 с.
- [11]. Новачка М., Тылевич У., Лаги Л., Далло Роза М. и Витрова-Райхерн Д. (2014). Влияние ультразвуковой обработки на состояние воды в киви при осмотической дегидратации // Пищевая химия, 144. 18-25стр.
- [12]. Фуэнте-Бланко, С.; Сарабия, ERF; Акоста-Апарисио, ВМ; Бланко-Бланко, А. Гальего Хуарес, Х.А. Процесс сушки продуктов питания ультразвуком. Ультразвуковая сонохимия 2006, 44, e523-e527.
- [13]. Ulisses M. Teles, Fabiano A. N. Fernandes, Sueli Rodrigues, Andre'a S. Lima, Geraldo A. Maia. Оптимизация осмотического обезвоживания дыни последовала воздушной сушкой. Universidade Federal do Cearar, Campus do Pici, Bloco 858, 60356-000 Fortaleza, CE, Brazil. Received 14 February 2005; Accepted in revised form 27 October 2005.
- [14]. Рохас М.Л., Сильвейра И. и Аугусто П.Д. (2020). Предварительная обработка ультразвуком и этанолом для улучшения конвективной сушки: сушка, регидратация и содержание каротиноидов в тыква. Переработка пищевых продуктов и биопродуктов, 119, 20-30.

UDK 547.96: 547-386

KARBOKSIMETILINULIN VA JELATIN ASOSLI KOMPOZITSİYALAR OLISH, FIZIK-KIMYOVIY XUSUSIYATLARINI O'RGANISH

A.Sh. Xusenov¹, M.M. Ashurov², O.X. Abdullayev¹, G. Raxmonberdiev¹

¹Toshkent kimyo-texnologiya instituti,

² Toshkent kimyo-texnologiya institutining Shaxrisabz filiali
(Qabul qilindi 11.09.2024 y.)

Ushbu maqolada jelatin va karboksimetilinulin asosida turli massa nisbatdagi kompozitsion eritmalari olingan. Kompozitsiya tarkibida komponentlar miqdorining o'zgarishi eritmaning dinamik

qovushqoqligiga tasiri o'rganilgan. Jelatin va karboksimetilinulin asosida maqbul kompozitsion eritma olish va kompozitsiyaning morfologik tusulishi SEM va IQ-spektr tahlil usullari yordamida aniqlangan.

Tayanch so'zlar: karboksimetilinulin, jelatin, kompozitsiya, qovushqoqlik, molekula.

В данной статье представлены композитные растворы, полученные на основе желатина и карбоксиметилинулина в различных соотношениях массы. Изучено влияние изменения количества компонентов в составе на динамическую вязкость раствора. Получение оптимального композитного раствора на основе желатина и карбоксиметилинулина, а также морфологическое исследование состава проведены с использованием методов СЭМ и ИК-спектрального анализа.

Ключевые слова: карбоксиметилинулин, желатин, композиция, вязкость, молекула.

This article presents composite solutions obtained from gelatin and carboxymethylinulin in various mass ratios. The effect of varying the amount of components in the composition on the dynamic viscosity of the solution was investigated. The optimal composite solution based on gelatin and carboxymethylinulin was obtained, and the morphological properties of the composition were analyzed using SEM and FTIR spectral analysis methods.

Keywords: carboxymethylinulin, gelatin, composition, viscosity, molecule.

Hozirgi kunda tabiiy polimerlardan tibbiy vositalar ishlab chiqarishda keng foydalanilmoqda. Xususan, xorijda tabiiy biopolimerlar asosidagi plyonka, membrana, matritsalar, kukun va gel shaklidagi turli terapevtik xususiyatlarga ega hamda organizmda to'liq biologik parchalanadigan tibbiy materiallar ishlab chiqarilmoqda [1, 2]. Tibbiy maqsadlarda qo'llaniladigan biomateriallarga – organizmga biologik mos kelishi, fizik-mexanik xususiyatlari barqaror, bio parchalanishi, hujayra o'sishi va rivojlanishini qo'llab-quvvatlashi kabi talablarga javob berishi kerak. Tabiiy polimer moddalar, ularning hosilalari yoki kompozitsiyalari asosida tibbiy biomateriallar yaratishda biopolimerlarning katta tanlovi mavjud. Jumladan, kuygan yara sohasini tez bitkazishda, bugungi kunda turli biopolimerlar: jelatin, kollagen, xitozan, karboksimetilsellyuloza va boshqalar asosida vositalar olinadi [3-7].

Tabiiy asosli biomateriallarning afzalliklari, shikastlangan to'qimalarning tiklanishiga va yangi to'qimalarning hosil bo'lishiga yordam beradi. Bundan tashqari, biopolimer materiallar dori preparatlarini jarohat sohasiga yetkazishi natijasida jarohatlarga infektsiya tushishining oldini oladi va jarohatni tez bitkazishni taminlaydi [8]. Chunki, shikastlangan yoki kuygan jarohat sohasini davolash – bu to'qima qatlamlarini qayta hosil bo'lishi va dinamik jarayonlarni talab qiladigan murakkab biokimyoviy jarayonlarni o'z ichiga oladi. Natijada, jarohatni samarali davolashda infektsiyaning oldini olish, jarohat yuzasining tez qurib qolishini oldini olish va havo o'tkazuvchanligini ta'minlash kabi xususiyatlarga ega biomateriallar yordamida davolash talab qilinadi [9, 10].

Sintetik polimerlardan olingan materiallar yuqori gidrofilligi, nisbatan yuqori darajada bo'kishi va monomer qoldiqlarining toksik xususiyatini namoyon qilishi tufayli hozirgi kunda, jarohatlarni davolashda oqsillar, polisaxaridlar, shuningdek ularning modifikatsiyalangan shakllaridan foydalanish tavsiya etilmoqda [11, 12].

Tadqiqot maqsadi. Karboksimetilinulin yordamida jelatinni modifikatsiyalab kompozitsion eritmalar olish va ularning fizik-kimyoviy xususiyatlarini o'rganish.

Materiallar va metodlar. Tadqiqot ob'yekti sifatida qoramol terisidan gidrolizlab olingan jelatin va karboksimetilinulin (KMI) asosidagi kompozitsion eritma va tajribalarda kimyoviy toza va tahlil uchun toza markali reaktivlardan foydalanildi.

Kompozitsiya tayyorlash. Buning uchun qoramol terisidan gidrolizlab olingan jelatinning 5% li suvli eritmasiga, turli massa nisbatdagi quruq karboksimetilinulin (KMI) solib, 25°C haroratda 30 daqiqa davomida aralashtirilgan holda olindi.

Kompozision eritmalar reologik xususiyatlarini aniqlash. Kompozision eritmalar dinamik qovushqoqligi 25°C haroratda HAAKE Viscotester 2 plus uskunasi aniqlandi.

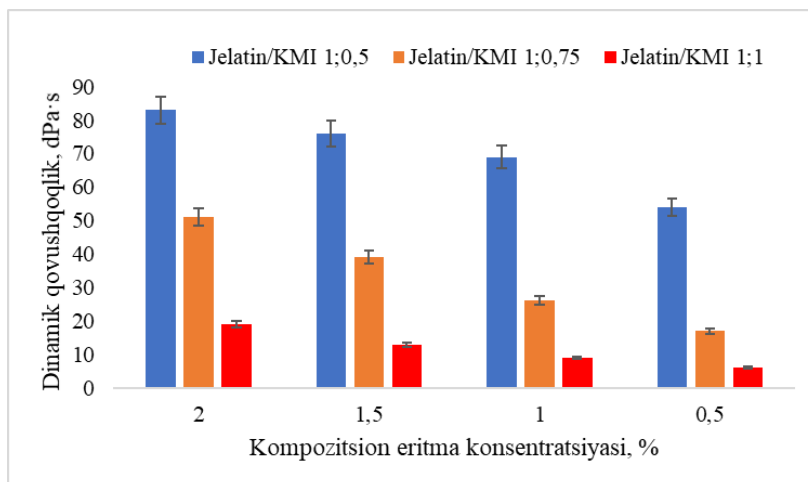
Kompozision eritmalarining morfologik tuzulishlarini aniqlash. Kompozitsion eritmalarining molekulyar tuzulishi skaynerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) usulida, Q 150 RES (QUORUM. USA) qurilmasida, vakuumda 15 kV kuchlanishda uglerod bilan qoplanib EVOMA 10 (Zeiss, Germaniy) da o'rganildi.

IQ-spektr tahlili. Kompozitsion eritmalarining IQ-spektr tahlili “Spectrum-1000” IQ-spektrofotometr qurilmasi yordamida, $400-4000\text{ sm}^{-1}$ yutilish oralig’ida olindi.

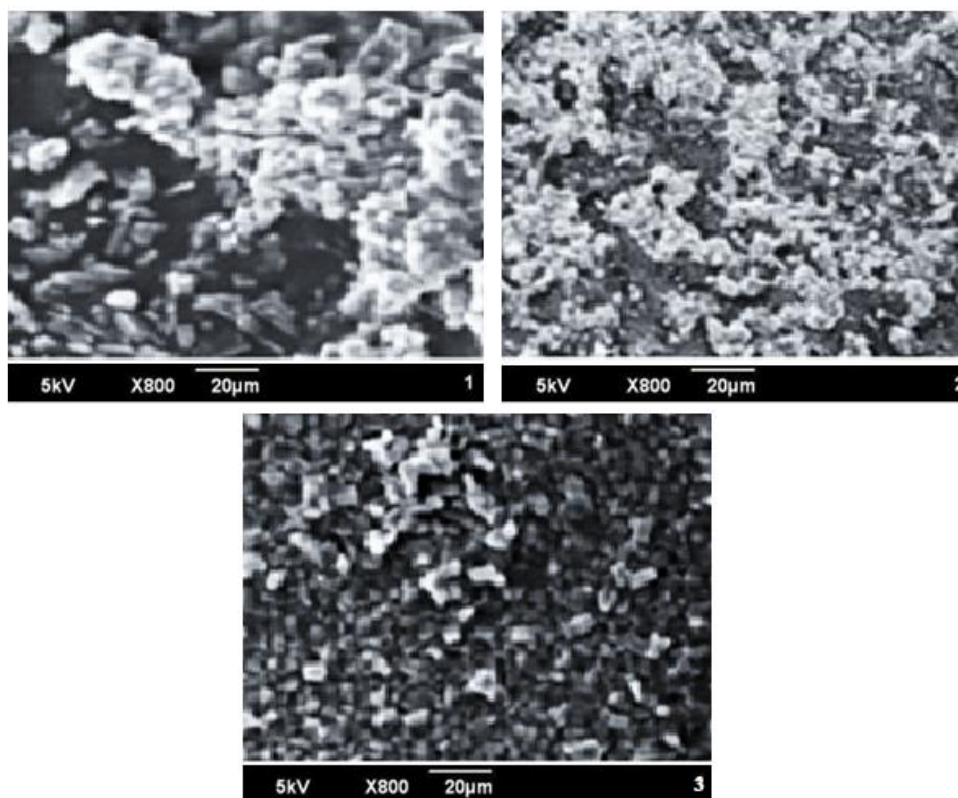
Natijalar va ularning muhokamasi. Tadqiqotimizda mahalliy qoramol terisi xomashyosidan ishqoriy gidrolizlash usulida toza holda ajratib olingan jelatinning 5% li suvli eritmasiga, jelatinning quruq massasiga nisbatan 1:1; 1:0,75 va 1:0,5 massa og’rliklarda KMI solib xona haroratida (25°C) kompozitsion eritmalar olindi.

Dastlab olingan eritmalarining dinamik qovushqoqligining konsentratsiyaga bog’liqligi 25°C haroratda o’rganildi (1-rasm).

1-rasmda keltirilgan tajriba natijalaridan ko’rinib turibdiki, kompozitsiya tarkibida KMI miqdorining o’zgarishi eritmalar qovushqoqligiga keskin tasir qilish kuzatildi. Jelatin va KMI massa nisbati 1:0,5 bo’lganda eritmalar qovushqoqligi nisbatan yuqori bo’lib, eritma konsentratsiyasining kamayib borishiga mos ravishda 83, 76, 69 va 54 dPa·s tashkil etishi aniqlandi. Ushbu natija kompozitsiya tarkibida jelatin miqdorining ko’pligi sababli, uning ma’lum qismi dinamik qovushqoqlikning keskin pasayishiga to’sqinlik qiladi degan xulosaga kelish mumkin. Bunday xulosaga sabab esa, KMI miqdorining ortishi eritma konsentratsiyasining kamayib borishiga mos ravishda jelatin/KMI massa nisbati 1:0,75 bo’lganda 51, 39, 26 va 17 dPa·s hamda jelatin/KMI massa nisbati 1:1 bo’lganda 19, 13, 9 va 6 dPa·s tashkil etganligi bilan izohlash mumkin.



1-rasm. Turli massa nisbatlardagi jelatin va KMI kompozitsion eritmalarining dinamik qovushqoqligi.

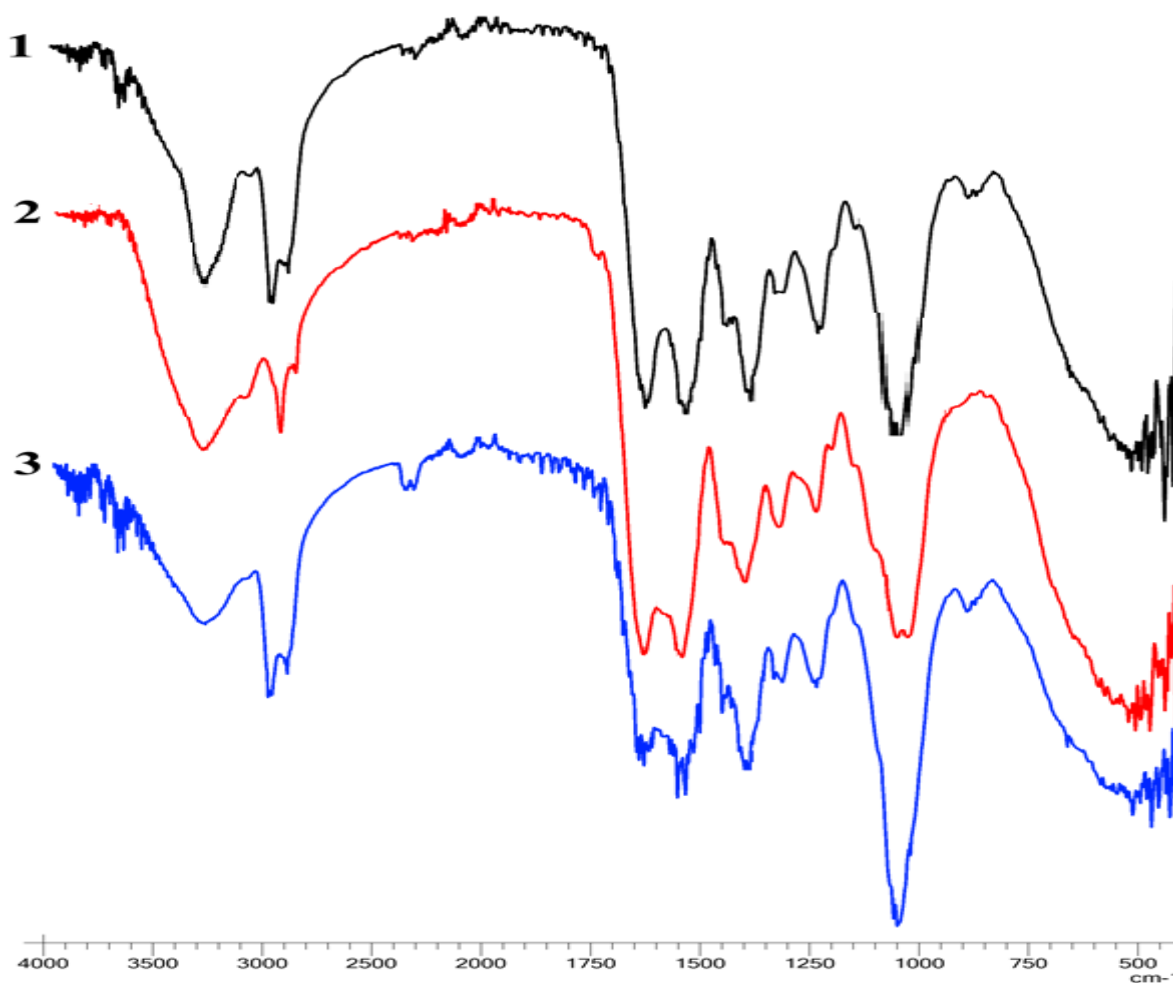


2-rasm. Turli massa nisbatlardagi jelatin va KMI kompozitsiyalarining SEM tasvirlari: 1) 1:0,5; 2) 1:0,75; 3) 1:1

Reologik xususiyatlarini aniqlash bo'yicha xulosalarimizni yanada batafsil yoritish maqsadida kompozitsion eritmalarining morfologik tuzulishlarini aniqlash bo'yicha tajribalar olib borildi (2-rasm).

2-rasmda keltirilgan SEM natijalardan ko'rinib turibdiki, kompozitsiya tarkibida jelatin va KMI massa nisbati 1:0,5 bo'lganda (1) komponentlar to'liq bir jinsli holatga o'tmagan. KMI miqdorining kamligi sababli jelatin molekulalarining alohida to'planib qolganligini ko'rish mumkin. KMI miqdori ko'payganda esa aksincha (3) o'zaro bog'langan jelatin-KMI va ortiqcha mayda KMI zarralarini tasvirdan ko'rish mumkin. Jelatin va KMI massa nisbati 1:0,75 bo'lganda (2) komponentlar to'liq bir jinsli holatga o'tganligi sabab ularning ushbu massa nisbati kompozitsion eritma olishda eng maqbul nisbat ekanligini isbotlaydi.

Kompozitsiyalar tarkibidagi KMI va jelatinning o'zaro kimyoviy tasirlashuvi IQ-spektroskopiya usuli yordamida o'rganildi. Tajriba natijalari 3-rasmda keltirilgan.



3-rasm. Turli massa nisbatlardagi jelatin va KMI kompozitsiyalarining IQ-spektrlari: 1) 1:0,5; 2) 1:0,75; 3) 1:1.

IQ-spektr natijalaridan ko'rinib turibdiki, jelatin tarkibidagi -NH_2 guruhiga xos 3300 cm^{-1} sohadagi yutilishlar kompozitsiya tarkibidagi KMI miqdorining ortishi bilan kamayganligi, jelatin va KMI molekulalari o'zaro vodorod bog'lari hisobiga kimyoviy bog'langanligidan dalolat beradi. 1060 cm^{-1} sohada esa aksincha, KMI miqdorining ortib borishi bilan polisaxaridlarga xos yutilish intensivligining ortishini bildiradi.

Xulosa. Jelatin va KMI asosida 1:1; 1:0,75 va 1:0,5 massa og'rliklarda kompozitsion eritmalar olindi. Kompozitsiya tarkibida KMI miqdorining o'zgarishi eritmalar qovushqoqligiga keskin tasir qilishi aniqlandi. 1:0,75 massa nisbatida bo'lgan jelatin-KMI kompozitsion eritma eng maqbul nisbat ekanligi SEM va IQ-spektr tahlil usullari yordamida isbotlandi.

Адабиётлар

- [1]. Dobrovol'skaja I.P., Judin V.E., Poprjaduhin P.V., Ivan'kova E.M. Polimernye matricy dlja tkanevoj inzhenerii SPb.: Izdatel'sko-poligraficheskaja asociaciya universitetov Rossii, 2016. 224 s.
- [2]. Parka S., Liha E., Parka K., Jounga Y.K.,b, Han D.K. Biopolymer-based functional composites for medical applications // Progress in Polymer Science. 2017. No 68. P. 77-105.
- [3]. Rebelo R., Fernandes M., Fangueiro R. Biopolymers in medical implants: a brief review // Procedia Engineering. 2017. V. 200. P. 236-243.
- [4]. Coimbra P. Preparation and chemical and biological characterization of a pectin/chitosan polyelectrolyte complex scaffold for possible bone tissue engineering applications //International Journal of Biological Macromolecules. 2011. V. 48. No 1. P. 112-118.
- [5]. Ferreira A.M., Gentile P., Chiono V., Ciardelli G. Collagen for bone tissue regeneration // Acta Biomaterialia. 2012. V 8. P. 3191-3200.
- [6]. Aravamudhan A., Ramos D.M., Nip J., Harmon M.D., James R., Deng M., Laurencin C.T., Yu X., Kumbar S.G. Cellulose and Collagen Derived Micro-Nano Structured Scaffolds for Bone Tissue Engineering // Journal of Biomedical Nanotechnology. 2013. V. 9. No 4. P. 719-731.
- [7]. Kim I.Y. Chitosan and its derivatives for tissue engineering applications//Biotechnology Advances. 2008. V.26. No1. P. 1-21.
- [8]. M Albertini, Di Sabatino, N Calonghi, L Rodriguez, N Passerini. Novel multifunctional platforms for potential treatment of cutaneous wounds: development and in vitro characterization // Int. J. Pharm. 2013. V. 440(2). P. 238-249.
- [9]. Murphy P.S, Evans G.R. Advances in wound healing: a review of current wound healing products. // Plast. Surg. Int. 2012. P. 190436-190438.
- [10]. Boateng J.S, Matthews K.H., Stevens H.N., Eccleston G.M. Wound healing dressings and drug delivery systems: a review // J. Pharm. Sci. 2008. V. 97. P. 2892-2923.
- [11]. Istranova E. V., Istranov L. P., Chaikovskaya E. A. Modified collagen: Physicochemical and pharmaceutical properties and applications // Pharmaceutical Chemistry Journal. 2006. V. 40, V. 93-97.
- [12]. Neklyudov A.D., Ivankin A.N., Berdutina A.V. Properties and uses of protein hydrolysates// Applied Biochemistry and Microbiology. 2000. V. 36. № 5. P. 452-459.

AMMONIY SULFAT VA KALIY XLORID KONVERSIYASIGA MONOETANOLAMINING TA'SIRINI O'RGANISH

Z.K. Dexkanov¹, M.M. Umarova²

¹Namangan muhandislik-texnologiya instituti
zulfikaxar2404@gmail.com. +998999709145

²Farg'ona politexnika instituti,
maftuna93umarova@gmail.com. +998913266907
(Qabul qilindi 27.09.2024 y.)

Annotatsiya: ushbu maqolada kaliy xlorid va ammoniy sulfat konversiya jarayoniga monoetanolaminning ta'siri o'rganilgan. Olingan natijalar asosida xulosalar keltirilgan.

Tayanch so'zlar: kaliyli o'g'itlar, kaliy xlorid, kaliy sulfat, ammoniy sulfat, monoetanolamin.

Abstract: This article studies the effect of monoethanolamine on the conversion process of potassium chloride and ammonium sulfate. Based on the obtained results, conclusions are presented.

Key words: potassium fertilizers, potassium chloride, potassium sulfate, ammonium sulfate, monoethanolamine.

Аннотация: В данной статье изучено влияние моноэтаноламина на процесс конверсии хлорида калия и сульфата аммония. На основе полученных результатов представлены выводы.

Ключевые слова: калийные удобрения, хлорид калия, сульфат калия, сульфат аммония, моноэтаноламин.

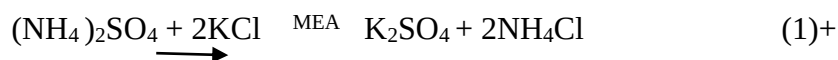
Kirish. Kaliyli o'g'itlar qishloq xo'jaligi mahsulotlarini ishlab chiqarishda muhim ahamiyatga ega. Kaliyli o'g'itlar o'simliklarni issiq va sovuqqa chidamliligini oshiradi, turli xil kasaliklarga chalinishini oldini oladi, o'simliklarning hosildorligini ham oshishiga katta hissa qo'shadi [2]. Kaliyli o'g'itlarni issiqxonalarga qo'llash hosildorlikni bir necha baravar oshishiga sabab bo'ladi. Kaliy xlorid, kaliy karbonat, kaliy sulfat, kaliy nitrat keng qo'llaniladigan kaliyli

o'g'itlar hisoblanadi. Bu o'g'itlar ichida eng samaradorlari kaliy sulfat va kaliy nitrat hisoblanadi [3]. Chunki bu mineral o'g'itlar bir vaqtning o'zida ikkita ozuqaviy elementlarni tutadi.

Bugungi kunda kaliy sulfat ishlab chiqarishga qiziqish yuqori. Kaliy sulfat asosan kaliy xlorid va sulfatli tuzlarning o'zaro konversiyasidan olinadi. Biroq, konversiya jarayonining unumdorligi amalda juda past hisoblanadi [4]. Ushbu ishda kaliy xlorid va ammoniy sulfat konversiyasiga monoetanolaminning ta'siri o'rganib chiqilgan.

Tajriba uchun ГОСТ 4568-95 bo'yicha tarkibida kaliy miqdori 60 % dan kam bo'lmagan, namligi 1 % dan ko'p bo'lmagan "Dehqonobod kaliy zavodi" kaliy xloridi; Ts 00203074-11:2014, fosfatlarning massaviy ulushi 23 % kam bo'lmagan, "Ammofos Maxam" ammoniy sulfat kristall holida; namligi 2 % dan yuqori bo'lmagan, tarkibida MEA (monoetanolamin) miqdori 97 % kam bo'lmagan MEA ishlatilgan.

Tajriba usullari. Ushbu ishda asosan 6 xil tajriba natijalaridan foydalanilgan. Har bir tajriba 60 ° C, 65 ° C, 70 ° C haroratlarda olib borilgan. Konversiya jarayoni quyidagi reaksiya asosida boradi:



1.1. 1 b tajriba uchun 30 % li kaliy xlorid tayyorlab olinadi. Kaliy xlorid 70 ° C da suvda eritiladi va qattiq mexanik chiqindilardan filtrlash orqali tozalandi. Shundan so'ng, ammoniy sulfatning 40 % li eritmasi tayyorlab olindi. Olingan eritmalar 60 ° C haroratda 1 % MEA bilan birgalikda 15 daqiqa davomida aralashtiriladi. Olingan eritma 20 ° C gacha sovutiladi. Kaliy silfat kristallari to'liq cho'kmaga tushgandan keyin kristallar filtrlab ajratib olindi. Olingan kristallar tarkibidagi suv bug'latilgandan so'ng, tuz tarkibi rengenoflurografiya usuli yordamida tekshirildi.

1.2. 2 b tajriba uchun 30 % li kaliy xlorid tayyorlab olinadi. Kaliy xlorid 70 ° C da suvda eritiladi va qattiq mexanik chiqindilardan filtrlash orqali tozalandi. Shundan so'ng, ammoniy sulfatning 40 % li eritmasi tayyorlab olindi. Olingan eritmalar 65 ° C haroratda 1 % MEA bilan birgalikda 15 daqiqa davomida aralashtiriladi. Olingan eritma 20 ° C gacha sovutiladi. Kaliy silfat kristallari to'liq cho'kmaga tushgandan keyin kristallar filtrlab ajratib olindi. Olingan kristallar tarkibidagi suv bug'latilgandan so'ng, tuz tarkibi rengenoflurografiya usuli yordamida tekshirildi.

1.3. 3 b tajriba uchun 30 % li kaliy xlorid tayyorlab olinadi. Kaliy xlorid 70 ° C da suvda eritiladi va qattiq mexanik chiqindilardan filtrlash orqali tozalandi. Shundan so'ng, ammoniy sulfatning 40 % li eritmasi tayyorlab olindi. Olingan eritmalar 70 ° C haroratda 1 % MEA bilan birgalikda 15 daqiqa davomida aralashtiriladi. Olingan eritma 20 ° C gacha sovutiladi. Kaliy silfat kristallari to'liq cho'kmaga tushgandan keyin kristallar filtrlab ajratib olindi. Olingan kristallar tarkibidagi suv bug'latilgandan so'ng, tuz tarkibi rengenoflurografiya usuli yordamida tekshirildi.

2.1. 1 c tajriba uchun 30 % li kaliy xlorid tayyorlab olinadi. Kaliy xlorid 70 ° C da suvda eritiladi va qattiq mexanik chiqindilardan filtrlash orqali tozalandi. Shundan so'ng, ammoniy sulfatning 40 % li eritmasi tayyorlab olindi. Olingan eritmalar 60 ° C haroratda 2 % MEA bilan birgalikda 15 daqiqa davomida aralashtiriladi. Olingan eritma 20 ° C gacha sovutiladi. Kaliy silfat kristallari to'liq cho'kmaga tushgandan keyin kristallar filtrlab ajratib olindi. Olingan kristallar tarkibidagi suv bug'latilgandan so'ng, tuz tarkibi rengenoflurografiya usuli yordamida tekshirildi.

2.2. 2 c tajriba uchun 30 % li kaliy xlorid tayyorlab olinadi. Kaliy xlorid 70 ° C da suvda eritiladi va qattiq mexanik chiqindilardan filtrlash orqali tozalandi. Shundan so'ng, ammoniy sulfatning 40 % li eritmasi tayyorlab olindi. Olingan eritmalar 65 ° C haroratda 2 % MEA bilan birgalikda 15 daqiqa davomida aralashtiriladi. Olingan eritma 20 ° C gacha sovutiladi. Kaliy silfat kristallari to'liq cho'kmaga tushgandan keyin kristallar filtrlab ajratib olindi. Olingan kristallar tarkibidagi suv bug'latilgandan so'ng, tuz tarkibi rengenoflurografiya usuli yordamida tekshirildi.

2.3. 3 c tajriba uchun 30 % li kaliy xlorid tayyorlab olinadi. Kaliy xlorid 70 ° C da suvda eritiladi va qattiq mexanik chiqindilardan filtrlash orqali tozalandi. Shundan so'ng, ammoniy sulfatning 40 % li eritmasi tayyorlab olindi. Olingan eritmalar 70 ° C haroratda 2 % MEA bilan

birgalikda 15 daqiqa davomida aralashtiriladi. Olingan eritma 20 ° C gacha sovutiladi. Kaliy silfat kristallari to'liq cho'kmaga tushgandan keyin kristallar filtrlab ajratib olindi. Olingan kristallar tarkibidagi suv bug'latilgandan so'ng, tuz tarkibi rengenoflurografiya usuli yordamida tekshirildi.

3.1. 1 d tajriba uchun 30 % li kaliy xlorid tayyorlab olinadi. Kaliy xlorid 70 ° C da suvda eritiladi va qattiq mexanik chiqindilardan filtrlash orqali tozalandi. Shundan so'ng, ammoniy sulfatning 40 % li eritmasi tayyorlab olindi. Olingan eritmalar 60 ° C haroratda 3 % MEA bilan birgalikda 15 daqiqa davomida aralashtiriladi. Olingan eritma 20 ° C gacha sovutiladi. Kaliy silfat kristallari to'liq cho'kmaga tushgandan keyin kristallar filtrlab ajratib olindi. Olingan kristallar tarkibidagi suv bug'latilgandan so'ng, tuz tarkibi rengenoflurografiya usuli yordamida tekshirildi.

3.2. 2 d tajriba uchun 30 % li kaliy xlorid tayyorlab olinadi. Kaliy xlorid 70 ° C da suvda eritiladi va qattiq mexanik chiqindilardan filtrlash orqali tozalandi. Shundan so'ng, ammoniy sulfatning 40 % li eritmasi tayyorlab olindi. Olingan eritmalar 65 ° C haroratda 3 % MEA bilan birgalikda 15 daqiqa davomida aralashtiriladi. Olingan eritma 20 ° C gacha sovutiladi. Kaliy silfat kristallari to'liq cho'kmaga tushgandan keyin kristallar filtrlab ajratib olindi. Olingan kristallar tarkibidagi suv bug'latilgandan so'ng, tuz tarkibi rengenoflurografiya usuli yordamida tekshirildi.

3.3. 3 d tajriba uchun 30 % li kaliy xlorid tayyorlab olinadi. Kaliy xlorid 70 ° C da suvda eritiladi va qattiq mexanik chiqindilardan filtrlash orqali tozalandi. Shundan so'ng, ammoniy sulfatning 40 % li eritmasi tayyorlab olindi. Olingan eritmalar 70 ° C haroratda 3 % MEA bilan birgalikda 15 daqiqa davomida aralashtiriladi. Olingan eritma 20 ° C gacha sovutiladi. Kaliy silfat kristallari to'liq cho'kmaga tushgandan keyin kristallar filtrlab ajratib olindi. Olingan kristallar tarkibidagi suv bug'latilgandan so'ng, tuz tarkibi rengenoflurografiya usuli yordamida tekshirildi.

4.1. 1 e tajriba uchun 30 % li kaliy xlorid tayyorlab olinadi. Kaliy xlorid 70 ° C da suvda eritiladi va qattiq mexanik chiqindilardan filtrlash orqali tozalandi. Shundan so'ng, ammoniy sulfatning 40 % li eritmasi tayyorlab olindi. Olingan eritmalar 60 ° C haroratda 4 % MEA bilan birgalikda 15 daqiqa davomida aralashtiriladi. Olingan eritma 20 ° C gacha sovutiladi. Kaliy silfat kristallari to'liq cho'kmaga tushgandan keyin kristallar filtrlab ajratib olindi. Olingan kristallar tarkibidagi suv bug'latilgandan so'ng, tuz tarkibi rengenoflurografiya usuli yordamida tekshirildi.

4.2. 2 e tajriba uchun 30 % li kaliy xlorid tayyorlab olinadi. Kaliy xlorid 70 ° C da suvda eritiladi va qattiq mexanik chiqindilardan filtrlash orqali tozalandi. Shundan so'ng, ammoniy sulfatning 40 % li eritmasi tayyorlab olindi. Olingan eritmalar 65 ° C haroratda 4 % MEA bilan birgalikda 15 daqiqa davomida aralashtiriladi. Olingan eritma 20 ° C gacha sovutiladi. Kaliy silfat kristallari to'liq cho'kmaga tushgandan keyin kristallar filtrlab ajratib olindi. Olingan kristallar tarkibidagi suv bug'latilgandan so'ng, tuz tarkibi rengenoflurografiya usuli yordamida tekshirildi.

4.3. 3 e tajriba uchun 30 % li kaliy xlorid tayyorlab olinadi. Kaliy xlorid 70 ° C da suvda eritiladi va qattiq mexanik chiqindilardan filtrlash orqali tozalandi. Shundan so'ng, ammoniy sulfatning 40 % li eritmasi tayyorlab olindi. Olingan eritmalar 70 ° C haroratda 4 % MEA bilan birgalikda 15 daqiqa davomida aralashtiriladi. Olingan eritma 20 ° C gacha sovutiladi. Kaliy silfat kristallari to'liq cho'kmaga tushgandan keyin kristallar filtrlab ajratib olindi. Olingan kristallar tarkibidagi suv bug'latilgandan so'ng, tuz tarkibi rengenoflurografiya usuli yordamida tekshirildi.

5.1. 1 f tajriba uchun 30 % li kaliy xlorid tayyorlab olinadi. Kaliy xlorid 70 ° C da suvda eritiladi va qattiq mexanik chiqindilardan filtrlash orqali tozalandi. Shundan so'ng, ammoniy sulfatning 40 % li eritmasi tayyorlab olindi. Olingan eritmalar 60 ° C haroratda 5 % MEA bilan birgalikda 15 daqiqa davomida aralashtiriladi. Olingan eritma 20 ° C gacha sovutiladi. Kaliy silfat kristallari to'liq cho'kmaga tushgandan keyin kristallar filtrlab ajratib olindi. Olingan kristallar tarkibidagi suv bug'latilgandan so'ng, tuz tarkibi rengenoflurografiya usuli yordamida tekshirildi.

5.2. 2 f tajriba uchun 30 % li kaliy xlorid tayyorlab olinadi. Kaliy xlorid 70 ° C da suvda eritiladi va qattiq mexanik chiqindilardan filtrlash orqali tozalandi. Shundan so'ng, ammoniy sulfatning 40 % li eritmasi tayyorlab olindi. Olingan eritmalar 65 ° C haroratda 5 % MEA bilan birgalikda 15 daqiqa davomida aralashtiriladi. Olingan eritma 20 ° C gacha sovutiladi. Kaliy silfat

kristallari to'liq cho'kmaga tushgandan keyin kristallar filtrlab ajratib olindi. Olingan kristallar tarkibidagi suv bug'latilgandan so'ng, tuz tarkibi rengenoflurografiya usuli yordamida tekshirildi.

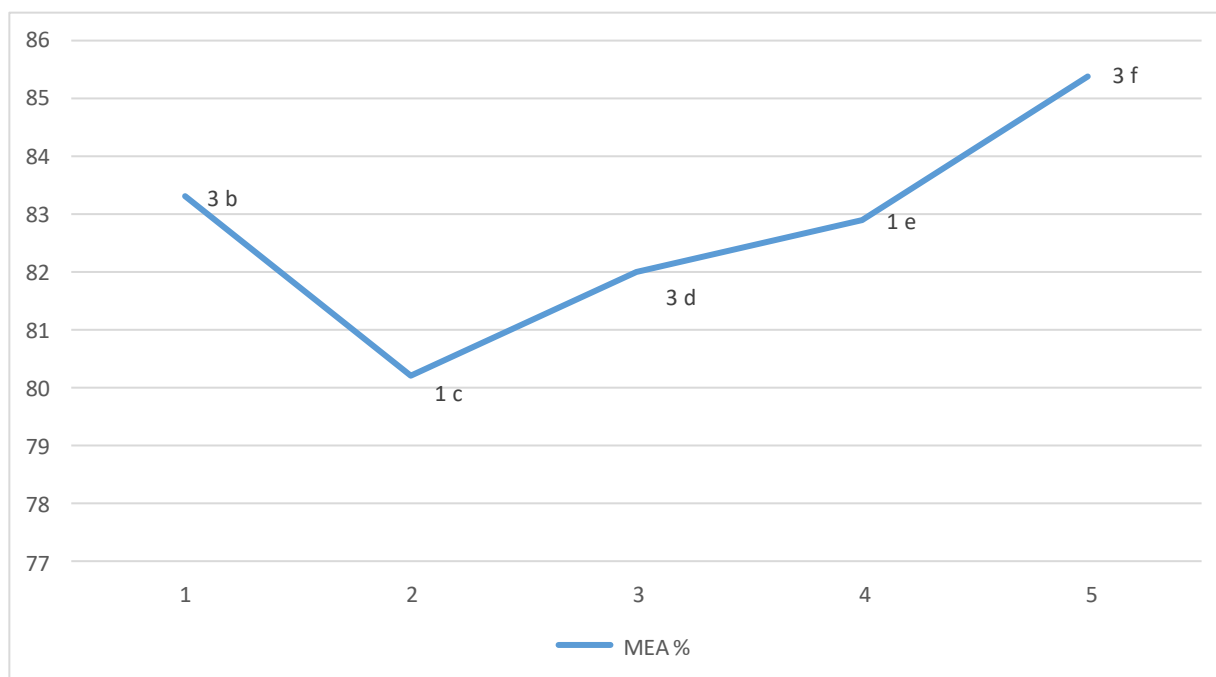
5.3. 3 f tajriba uchun 30 % li kaliy xlorid tayyorlab olinadi. Kaliy xlorid 70 ° C da suvda eritiladi va qattiq mexanik chiqindilardan filtrlash orqali tozalandi. Shundan so'ng, ammoniy sulfatning 40 % li eritmasi tayyorlab olindi. Olingan eritmalar 70 ° C haroratda 5 % MEA bilan birgalikda 15 daqiqa davomida aralashtiriladi. Olingan eritma 20 ° C gacha sovutiladi. Kaliy silfat kristallari to'liq cho'kmaga tushgandan keyin kristallar filtrlab ajratib olindi. Olingan kristallar tarkibidagi suv bug'latilgandan so'ng, tuz tarkibi rengenoflurografiya usuli yordamida tekshirildi.

6.1. 1 h tajriba uchun 30 % li kaliy xlorid tayyorlab olinadi. Kaliy xlorid 70 ° C da suvda eritiladi va qattiq mexanik chiqindilardan filtrlash orqali tozalandi. Shundan so'ng, ammoniy sulfatning 40 % li eritmasi tayyorlab olindi. Olingan eritmalar 60 ° C haroratda 15 daqiqa davomida aralashtiriladi. Olingan eritma 20 ° C gacha sovutiladi. Kaliy silfat kristallari to'liq cho'kmaga tushgandan keyin kristallar filtrlab ajratib olindi. Olingan kristallar tarkibidagi suv bug'latilgandan so'ng, tuz tarkibi rengenoflurografiya usuli yordamida tekshirildi.

6.2. 2 h tajriba uchun 30 % li kaliy xlorid tayyorlab olinadi. Kaliy xlorid 70 ° C da suvda eritiladi va qattiq mexanik chiqindilardan filtrlash orqali tozalandi. Shundan so'ng, ammoniy sulfatning 40 % li eritmasi tayyorlab olindi. Olingan eritmalar 65 ° C haroratda 15 daqiqa davomida aralashtiriladi. Olingan eritma 20 ° C gacha sovutiladi. Kaliy silfat kristallari to'liq cho'kmaga tushgandan keyin kristallar filtrlab ajratib olindi. Olingan kristallar tarkibidagi suv bug'latilgandan so'ng, tuz tarkibi rengenoflurografiya usuli yordamida tekshirildi.

6.3. 3 h tajriba uchun 30 % li kaliy xlorid tayyorlab olinadi. Kaliy xlorid 70 ° C da suvda eritiladi va qattiq mexanik chiqindilardan filtrlash orqali tozalandi. Shundan so'ng, ammoniy sulfatning 40 % li eritmasi tayyorlab olindi. Olingan eritmalar 70 ° C haroratda 15 daqiqa davomida aralashtiriladi. Olingan eritma 20 ° C gacha sovutiladi. Kaliy silfat kristallari to'liq cho'kmaga tushgandan keyin kristallar filtrlab ajratib olindi. Olingan kristallar tarkibidagi suv bug'latilgandan so'ng, tuz tarkibi rengenoflurografiya usuli yordamida tekshirildi.

Ammoniy sulfat va kaliy xloridni konversiyasiga MEA miqdorining bog'liqligi



Ushbu diagramma MEA ning miqdori oshib borishi bilan kaliy xlorid va ammoniy sulfat o'rtasidagi konversiya jarayoni darajasiga bogliqligini ko'rsatadi. Diagrammaning vertikal liniyasidagi sonlar konversiya darajasini (%), gorizontal liniyasidagi sonlar MEA miqdorini (%) ko'rsatadi. Konversiya darajasi MEA miqdoriga to'g'ri proporsional ravishda o'zgarmoqda.

Xulosa. Ushbu ishda kaliy sulfat va kaliy xlorid konversiyasiga MEA ning ta'siri o'rganilgan. O'tkazilgan tajribalar asosida olingan namunalar tarkibini aniqlash uchun rengenofluorografiya tahlili o'tkazildi. Olingan natijalar asosida yuqoridagi diagramma chizildi. Konversiya jarayoni uchun optimal variant sifatida 3 f namuna tanlab olindi. Bunda konversiya jarayoni 70 ° C haroratda 15 daqiqa davomida olib boriladi. Natijada konversiya darajasi 85,2 % ni tashkil etdi.

Adabiyotlar

- [1]. M.M.Umarova, Z.K.Dehkanov "Ammoniy sulfat va Dehqonobod silviniti asosidakaliyli o'g'it olish" FarPI ITJ 28 tom, № 3, 2024, 9-13.
- [2]. Гончарик, И. И., et al. "Получение сульфата калия взаимодействием хлорида калия и сульфата кальция." Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия химических наук 3 (2017): 98-103.
- [3]. M.M.Umarova, Z.K.Dehkanov "Obtaining potassium sulphate by conversion of potassium chloride and ammonium sulphate" International Scientific Conference on Biotechnology and Food Technology (BFT-2023), № 460, 11.12.2023.
- [4]. Дехканов З. К., Умарова М. М. Перспективы производства сульфата калия на основе сульфата аммония //информационные технологии как основа прогрессивных научных исследований. – 2023. – С. 16-18.

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА СУСПЕНДИРОВАННЫХ НРК-УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ОЧИЩЕННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ И НИТРАТА КАЛИЯ

Р.Т. Мамаджанова¹, З.А. Хамракулов¹, З.К. Дехканов²

¹Ферганский политехнический институт,

²Наманганский инженерно-технологический институт
(Получена 27.09.2024 г.)

Аннотация. Изучен процесс получения жидких НРК-удобрений на базе очищенной экстракционной фосфорной кислоты и нитрата калия с использованием моноэтаноламина, диэтаноламина и триэтаноламин. Определены состав и свойства жидких НРК-удобрения путём аммонизации очищенной упаренной ЭФК (25% P₂O₅) с последующей добавкой в аммофосную суспензию нитрата калия при соотношениях N:P₂O₅:K₂O от 1:0,5:0,3 до 1:1:1. Показано, что при всех соотношениях N:P₂O₅:K₂O и в интервале температур 20-80°C НРК-пульпа находится жидкотекучем состоянии (до 1,505 г/см³ и до 20 сПз). НРК-удобрения на основе очищенной и упаренной ЭФК (25% P₂O₅) по электропроводности соответствует известным жидким удобрениям. Давление насыщенных паров жидких НРК-удобрения в интервале 20-70°C составляет 3,01-20,92 и 1,95-22,77 Па, что свидетельствует об их низкой летучести в условиях жаркого климата.

Ключевые слова: жидкие НРК-удобрения, экстракционная фосфорная кислота (ЭФК), моноэтаноламин, диэтаноламин, триэтаноламин, аммофосная суспензия, вязкость, удельная электропроводность, упругость паров.

Abstract. The process of obtaining liquid NPK fertilizers based on purified extraction phosphoric acid and potassium nitrate using monoethanolamine, diethanolamine and triethanolamine was studied. The composition and properties of liquid NPK fertilizers were determined by ammonization of purified evaporated EPA (25% P₂O₅) with subsequent addition of potassium nitrate to the ammophos suspension at N:P₂O₅:K₂O ratios from 1:0.5:0.3 to 1:1:1. It was shown that at all N:P₂O₅:K₂O ratios and in the temperature range of 20-80°C, the NPK pulp is in a fluid state (up to 1.505 g / cm³ and up to 20 cP). NPK fertilizers based on purified and evaporated EPA (25% P₂O₅) correspond to known liquid fertilizers in electrical conductivity. The saturated vapor pressure of liquid NPK fertilizers in the range of 20-70°C is 3.01-20.92 and 1.95-22.77 Pa, which indicates their low volatility in hot climates.

Key words: liquid NPK fertilizers, extraction phosphoric acid (EPA), monoethanolamine, diethanolamine, triethanolamine, ammophos suspension, viscosity, specific conductivity, vapor pressure.

Аннотация. Мақолада моноэтаноламин, диэтаноламин ва триэтаноламин ёрдамида тозаланган экстракцияли фосфат кислота ва калий нитрат асосида суюқ NPK ўғитларини олиши жараёни ўрганилган. Суюқ NPK ўғитларининг таркиби ва хоссалари тозаланган буғланган ЭФК (25% P_2O_5)ни аммонизациялаш, сўнгра калий нитратни аммофосфат суспензиясига $N:P_2O_5:K_2O$ 1:0,5:0,3 дан 1:1:1 нисбатда қўйиши орқали аниқланди. $N:P_2O_5:K_2O$ барча нисбатларда ва 20-80 °C ҳарорат ораллигида NPK пульпа суюқ ҳолатда (1,505 g/sm³ гача ва 20 сПз гача) эканлиги кўрсатилган. Тозаланган ва буғланган ЭФК (25% P_2O_5) асосидаги NPK ўғитлари суюқ ўғитлар билан бир хил электр ўтказувчанлигига эга. 20-70 °C ораллигида суюқ NPK ўғитларининг тўйинган буғ босими 3,01-20,92 ва 1,95-22,77 Па ни ташиқил қилади, бу уларнинг иссиқ иқлим шароитида паст учувчанлигини кўрсатади.

Таянч сўзлар: Суюқ NPK ўғитлари, экстракцияли фосфат кислота (ЭФК), моноэтаноламин, диэтаноламин ва триэтаноламин, аммофосфат суспензияси, ёпишқоқлик, электр ўтказувчанлик, буғ босими.

Введение. Мировой рынок жидких минеральных удобрений в 2021 году оценивался в размере 2,9 млрд. долларов. Ведущими производителями данных удобрений являются США, Канада, Европа и Латинская Америка. По прогнозам специалистов, в ближайшие годы наибольший рост рынка жидких минеральных удобрений ожидается в Китае, Индии, Японии и Бразилии [1]. По сравнению с твёрдыми формами удобрений, их преимуществами являются простота изготовления, меньшие капитальные и эксплуатационные расходы. Соотношение питательных элементов (N, P, K и различных микроэлементов) в жидких удобрениях можно легко регулировать. Жидкие комплексные удобрения (ЖКУ) не содержат свободный аммиак, поэтому их можно разбрызгивать по поверхности поля с последующей заделкой. Их возможно вносить в почву совместно с гербицидами, инсектицидами и различными микроэлементами. По сравнению с гранулированными удобрениями, ЖКУ лучше взаимодействуют с почвой и более полно усваиваются растениями. Они не требовательны к недостаточной влажности почв, универсальны по способам и срокам внесения, просты в обращении, не воспламеняются, не взрывоопасны и не ядовиты. На карбонатных почвах Республики Узбекистан со щелочной реакцией среды агрохимическая ценность жидких форм, как правило, будет выше, чем гранулированных.

В нашей стране на АО «Махам-Чирчиқ» и «Ferganaazot» жидкие удобрения выпускаются в виде раствора нитрата кальция (9-10% N), нитрата калия (13-13,5% N) и K_2O (45- 46%). В будущем следует освоить производство ЖКУ, содержащих 2 ($N-P_2O_5$) или 3 питательных элемента ($N-P_2O_5-K_2O$).

Принципиальная схема получения ЖКУ заключается в нейтрализации фосфорной кислоты (суперфосфорной или термической) до $pH=6,5$. В качестве нейтрализующего агента используют водный или безводный аммиак. Наиболее широко распространены NP растворы марок 10:34, 11:37 и 8:24. В ЖКУ марок 10:34 и 11:37 фосфор присутствует в виде орто- и полиформ P_2O_5 , а в марке 8:24 – в виде ортоформ P_2O_5 [2, 3]. Раствор ЖКУ марки 10:34 или 11:37 получают аммонизацией полифосфорной кислоты (72-76% P_2O_5).

Требуемый состав композиции достигается добавлением к нему азотсодержащих (мочевина, нитрат аммония или их смесь) и калийных (хлорид, сульфат и нитрат калия) компонентов. Основной проблемой в процессе получения и применения ЖКУ является рост кристаллов и осаждение твёрдых частиц, что не позволяет повысить концентрацию питательных компонентов, в результате чего происходит изменение состава продукта, а в некоторых случаях и образование плотного осадка. В связи с этим в настоящее время широкое распространение получил способ приготовления суспендированных удобрений, в которых концентрация питательных солей может значительно превышать их растворимость [4-6].

К стабилизаторам суспензии предъявляются следующие требования: они должны быть дешёвым и экономически выгодным крупнотоннажным продуктам, являться химически инертным, иметь высокие реологические свойства, а также быть нетоксичным по отношению

к растениям и животным. Данным требованиям соответствуют аттапульгитовая и бентонитовая глины. Они используются в сухом состоянии, в виде 10-25 %-ных водных пульп или удобрительных растворах [7].

В Узбекистане из-за отсутствия концентрированной H_3PO_4 или жидких комплексных препаратов растения в период вегетации обрабатывают суспензией, получаемой путём смешения и растворения в воде твёрдых стандартных туков – аммиачной селитры, фосфатов аммония, суперфосфата либо нитрата калия [8].

Одним из путей удешевления производства ЖКУ является замена дорогостоящей суперфосфорной кислоты на стандартную экстракционную фосфорную кислоту (ЭФК) или продукты её аммонизации. Данная технология в настоящее время используется в США [9]. Ввиду отсутствия производства суперфосфорной кислоты, в нашей республике необходимо разработать технологию переработки низкоконцентрированной ЭФК (16-18% P_2O_5) производства АО «Аммофос-Махат» в ЖКУ с различным соотношением питательных компонентов.

Целью настоящей работы является изучение состава и свойств различных марок жидких НРК-удобрений, полученных на основе очищенной аммофосной пульпы, азотных и калийных солей.

В технических условиях на ЭФК [10] регламентированы только нижний предел концентрации P_2O_5 , содержание сульфатной серы и твёрдого осадка. Кроме сульфатной серы, в кислоте содержатся растворённые ионы Fe, Al, Ca, Mg и F. Твёрдый осадок может содержать сульфаты кальция, выпадающие при охлаждении кислоты, фосфаты железа и алюминия – $(\text{Fe,Al})_3(\text{H}_3\text{O})\text{H}_8(\text{PO}_4)_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, кремнефториды Na_2SiF_6 , K_2SiF_6 , NaKSiF_6 , чухровит $\text{CaSO}_4\text{AlSiF}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ и ральстонит $(\text{Ca,Mg})\text{NaAlF}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ [11]. Примеси, содержащиеся в осадке кислоты, в процессе аммонизации переходят в раствор и реагируют с NH_3 [12].

Объекты и методы исследования. Изучен процесс очистки Кызылкумской ЭФК с целью удаления примесных компонентов из ЭФК следующего состава (вес. %): 18,71 P_2O_5 ; 0,59 CaO; 0,36 MgO; 0,46 Al_2O_3 ; 0,33 Fe_2O_3 ; 0,22 SO_3 ; плотность = 1,19 г/см³. Оптимальное массовое соотношение H_3PO_4 : $\text{HO}(\text{CH}_2)_2\text{NH}_2$ = 1 : 0,3 содержание примесей Fe_2O_3 , Al_2O_3 , SO_3 , CaO и MgO соответствовало норме. Получена очищенная от примесей концентрированная фосфорная кислота, с содержанием 25% P_2O_5 , которая может быть использована в качестве фосфатного компонента суспендированных НРК-удобрений в присутствии органических веществ.

Процесс нейтрализации очищенной H_3PO_4 осуществляли в специальном реакторе с использованием моноэтаноламина до pH = 6,1. Измерение величины pH аммонизированных пульп проводили с помощью иономера марки И-130М с электродной системой из электродов ЭСЛ 63-07, ЭВЛ-1М3.1 и ТКА-7 с точностью до 0,05 единиц pH. При нейтрализации ЭФК аммиаком её температура повышается до 65-70°C. Полученная аммофосная пульпа служила базисным раствором для получения комплексных смесей с заданным соотношением питательных веществ.

Плотность НРК-пульп определяли пикнометрическим методом, кинематическую вязкость – с помощью капиллярного вискозиметра ВПЖ-2 с погрешностью 0,2% в интервале температур 15-75°C.

Удельную электропроводность НРК измеряли кондуктометрическим методом в стеклянной ячейке сопротивления с платиновыми электродами с помощью ракоходного моста в интервале температур 20-50°C. По данным потенциометра (R_i , O_m) вычисляли удельную электропроводность $\chi = K/R_i$, где K – постоянная ячейки.

Результаты и их обсуждение. С учётом всё возрастающей потребности сельского хозяйства в суспендированных удобрениях, изучен процесс очистки от примесей Fe, Al, Ca, Mg и F способом нейтрализации органическими веществами экстрагируемой фосфорной кислоты (ЭФК), производимой на АО «Аммофос-Махат». Исследован метод получения азотно-фосфорно-калийных суспендированных комплексных удобрений путём добавления калийной селитры к очищенному ЭФК.

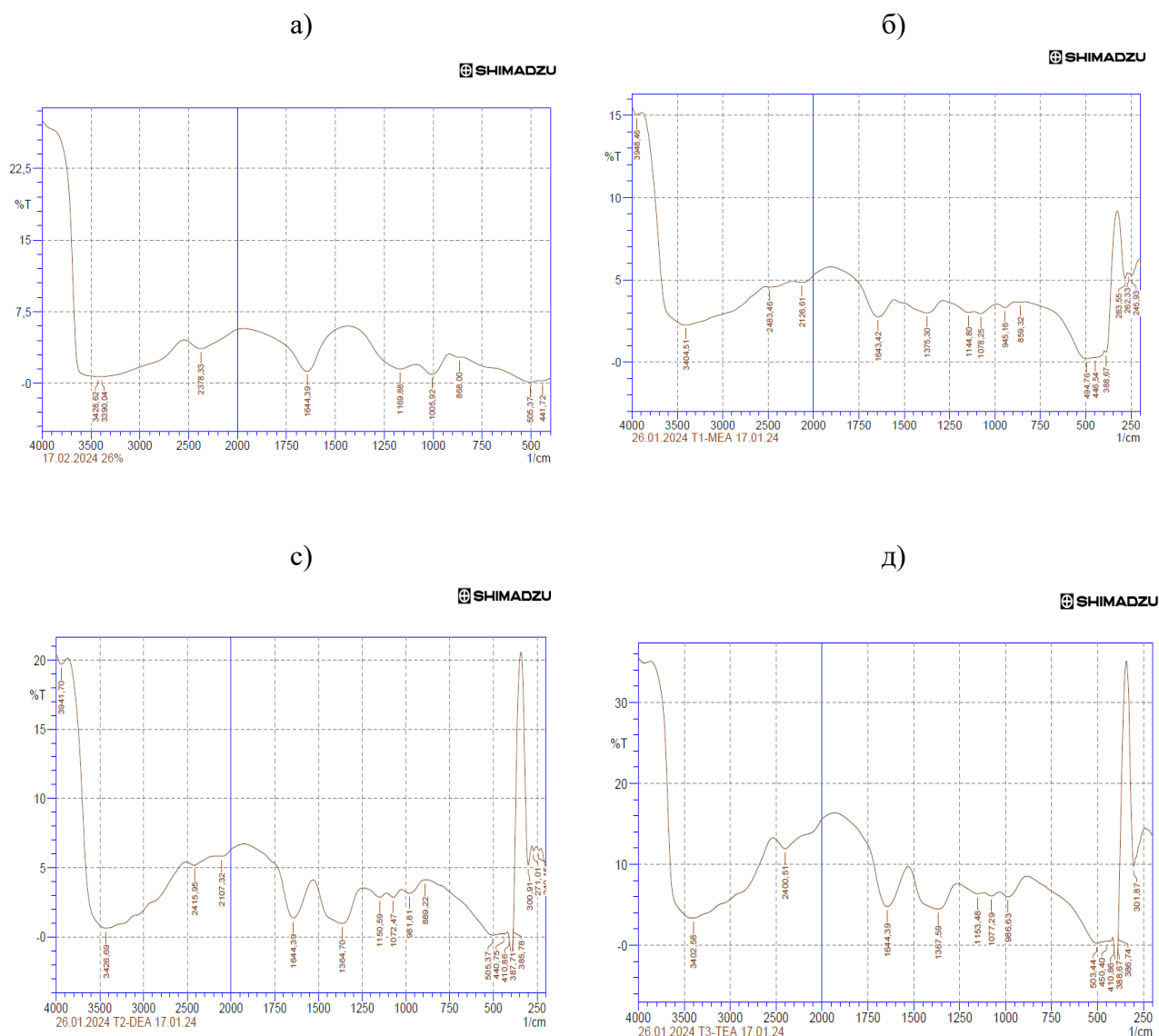


Рис. 1. ИК-спектры образцов сырья и суспендированных удобрений:
а) - экстрагируемая фосфорная кислота (ЭФК); б) – ЭФК + моноэтаноламин;
в) – ЭФК + диэтаноламин; д) – ЭФК + триэтаноламин.

Анализ ИК-спектроскопических данных композиции ЭФК+МЭА (рис. 1, а) свидетельствует о том, что, органические вещества связаны с небольшим количеством питательных компонентов элементов. В случае ЭФК + ДЭА содержание питательных компонентов намного выше (рис. 1, в). Можно сделать вывод, что композиция ЭФК + ТЕА – это удобрение, которое не теряет своего состояния суспензии благодаря наличию повышенного содержания питательных компонентов по сравнению с другими композициями. Путем добавления к этим образцам различных питательных компонентов можно получить комплексное удобрение, содержащее NPK.

С целью получения жидких NPK-удобрений марок $N : P_2O_5 : K_2O = 1 : 0,5 : 0,3$, $1 : 0,7 : 0,5$ и $1 : 1 : 1$ в полученную аммофосную пульпу с температурой $70^\circ C$ вначале дополнительно вводили гранулированную аммиачную селитру (34,6% N), затем кристаллический KNO_3 (46,23% K_2O) и далее продукт перемешивали до состояния однородной массы. Перед применением селитры и нитрата калия их размалывали до размера частиц 0,25 мм. После аммонизации полученные продукты анализировали на содержание различных компонентов по известным методикам. Изучен состав жидких NPK-удобрений (табл. 1).

Таблица 1.

Химический состав суспендированных NPK-удобрений

Соотношение N : P ₂ O ₅ : K ₂ O	Содержание компонентов, вес. %			P ₂ O ₅ усв. P ₂ O ₅ общ. %	P ₂ O ₅ в.р. P ₂ O ₅ общ. %
	N _{общ.}	P ₂ O ₅ общ.	K ₂ O		
Моноэтаноламин + ЭФК					
Аммофосная пульпа (pH = 6.2) + нитрат калия					
1 : 0,5 : 0,3	15,44	7,66	4,61	99,35	99,30
1 : 0,7 : 0,5	11,62	8,13	5,80	99,37	99,33
1 : 1 : 1	8,22	8,21	8,21	99,41	99,39
Диэтаноламин + ЭФК					
Аммофосная пульпа (pH = 6.2) + нитрат калия					
1 : 2 : 0,3	15,34	7,61	4,60	99,29	99,24
1 : 1 : 0,5	11,59	8,10	5,79	99,32	99,28
1 : 1 : 1	8,19	8,20	8,20	99,34	99,30
Триэтаноамин + ЭФК					
Аммофосная пульпа (pH = 6.2) + нитрата калия					
1 : 2 : 0,3	15,30	7,59	4,55	99,51	99,47
1 : 1 : 0,5	11,55	8,09	5,73	99,60	99,51
1 : 1 : 1	8,15	8,16	8,16	99,63	99,56

В дальнейших исследованиях определены плотность и вязкость NPK-пульп в зависимости от весового соотношения N : P₂O₅ : K₂O, значений pH и температуры.

Таблица 2.

Плотность суспендированных NPK-удобрений

Соотношение N : P ₂ O ₅ : K ₂ O	Плотность, г/см ³ (при температурах, °C)						
	20	25	35	45	55	65	75
Моноэтаноламин + ЭФК							
Аммофосная пульпа (pH = 6.2) + нитрат калия							
1 : 0,5 : 0,3	1,505	1,491	1,385	1,342	1,318	1,292	1,265
1 : 0,7 : 0,5	1,493	1,486	1,380	1,336	1,314	1,282	1,257
1 : 1 : 1	1,372	1,351	1,333	1,312	1,295	1,280	1,255
Диэтаноламин + ЭФК							
Аммофосная пульпа (pH = 6.2) + нитрат калия							
1 : 0,5 : 0,3	1,495	1,487	1,381	1,339	1,311	1,290	1,261
1 : 0,7 : 0,5	1,490	1,472	1,365	1,330	1,307	1,271	1,247
1 : 1 : 1	1,370	1,341	1,330	1,309	1,290	1,270	1,245
Триэтаноамин + ЭФК							
Аммофосная пульпа (pH = 6.2) + нитрат калия							
1 : 0,5 : 0,3	1,481	1,485	1,375	1,332	1,308	1,282	1,255
1 : 0,7 : 0,5	1,473	1,470	1,360	1,326	1,301	1,266	1,245
1 : 1 : 1	1,362	1,340	1,330	1,307	1,285	1,260	1,235

Показано, что, в зависимости от вида азотной добавки и марки композиции, сумма питательных компонентов (N+P+K) в продуктах составляет 24,45-24,63% P₂O₅ из них 8,15-15,44% N , 4,55-8,21% K₂O, P₂O₅_{усв.} : P₂O₅_{общ.} – 99,29-99,63% и P₂O₅_{в.р.} : P₂O₅_{общ.} – 99,24-99,56% (табл. 1). При соотношении N : P₂O₅ : K₂O = 1 : 1 : 1 суспензия содержит 8% питательных элементов при равных их количествах.

Таблица 3.

Вязкость суспендированных NPK-удобрений

Соотношение N : P ₂ O ₅ : K ₂ O	Плотность, г/см ³ (при температурах, °C)						
	20	25	35	45	55	65	75
Моноэтаноламин + ЭФК							
Аммофосная пульпа (pH = 6.2) + нитрат калия							
1 : 0,5 : 0,3	8,97	7,12	6,29	5,62	4,86	4,44	4,21
1 : 0,7 : 0,5	9,11	8,02	7,34	6,45	5,25	5,01	4,83
1 : 1 : 1	9,65	8,33	7,69	6,72	5,88	5,31	5,02
Диэтаноламин + ЭФК							
Аммофосная пульпа (pH = 6.2) + нитрат калия							
1 : 0,5 : 0,3	9,07	7,86	6,88	6,01	5,62	5,11	4,98
1 : 0,7 : 0,5	9,36	8,32	7,91	7,08	6,79	5,46	5,02
1 : 1 : 1	9,85	8,77	8,06	7,69	7,03	6,58	6,23
Триэтаноамин+ЭФК							
Аммофосная пульпа (pH = 6.2) + нитрат калия							
1 : 0,5 : 0,3	10,25	8,79	7,25	6,73	6,11	5,76	5,13
1 : 0,7 : 0,5	10,68	9,07	8,22	7,31	6,62	6,11	5,81
1 : 1 : 1	11,07	9,85	8,30	8,11	7,98	7,87	6,19

Таким образом, при всех соотношениях N : P₂O₅ : K₂O и температур NPK-пульпа остаётся в жидкотекучем состоянии, что даёт возможность её перекачки с помощью центробежных насосов.

Таблица 4.

Удельная электропроводность суспендированных NPK-удобрений

Массовое соотношение N : P ₂ O ₅ : K ₂ O	Удельная электропроводность, См/м (при температурах, °C)					
	20	25	35	40	45	50
Моноэтаноламин + ЭФК						
Аммофосная пульпа (pH = 6,2) + нитрат калия						
1 : 0,5 : 0,3	36,11	42,25	48,15	52,71	55,38	58,11
1 : 0,7 : 0,5	34,53	38,28	41,37	47,33	49,58	51,29
1 : 1 : 1	30,09	32,89	39,25	42,08	46,38	48,89
Диэтаноламин + ЭФК						
Аммофосная пульпа (pH = 6,2) + нитрат калия						
1 : 0,5 : 0,3	38,28	43,38	49,38	53,66	56,42	59,27
1 : 0,7 : 0,5	36,65	39,75	42,21	48,39	50,63	52,37
1 : 1 : 1	30,78	33,76	40,50	43,28	47,61	49,22
Триэтаноамин + ЭФК						
Аммофосная пульпа (pH = 6,2) + нитрат калия						
1 : 0,5 : 0,3	30,21	37,25	40,15	45,71	47,38	50,07
1 : 0,7 : 0,5	28,63	33,22	37,37	40,33	42,18	44,33
1 : 1 : 1	26,19	29,59	32,25	35,08	38,08	40,81

В зависимости от весового соотношения N : P₂O₅ : K₂O при 15°C, полученная суспензия имеет плотность от 1,372 до 1,505 г/см³, в случае применения в качестве азотного компонента нитрата калия плотность суспензии варьируется в пределах 1,362–1,481 г/см³ (табл. 2). С повышением температуры пульпы до 75°C этот показатель монотонно снижается. Чем выше температуры, тем ниже вязкость СКУ (табл.3). Такая же закономерность отмечается при применении МЭА. В любом случае при изучаемых параметрах пульпы

сохраняют жидкотекучее состояние (4,21-9,65 сПз для нитрата калия и 5,14-11,07 сПз для МЭА), что обеспечивает возможность их хранения, транспортировки и возможности их внесения в почву.

Изучена зависимость удельной электропроводности (χ) всех марок НРК в температуры (20-50°C) (табл. 4). Как следует из полученных результатов, в зависимости от изучаемых параметров (от вида азотного компонента, соотношения N : P₂O₅ : K₂O и температуры) удельная электропроводность НРК-суспензий находится в пределах 26,19–59,27 См/м. Это означает, что НРК на основе очищенной и упаренной ЭФК (25% P₂O₅) по электропроводности соответствует известным жидким удобрениям.

Проведены измерения давления насыщенных паров над растворами НРК в интервале температур 20-70°C (табл. 5). Как видно, для нитрата калия значения А и В в зависимости от весового соотношения N : P₂O₅ : K₂O и рН пульпы колеблются соответственно в пределах 7,6025–8,1890, 1711,5–2055,7, 9,1125–13,7822, 2051,8–2967,5, 12,7822-17,3423 и 3177,6-3907,6. Упругость паров воды над жидкими удобрениями в первую очередь определяется температурой и солевой массой растворов. Показано, что увеличение концентрации P₂O₅ по отношению к N приводит к заметному повышению упругости паров вследствие возрастания массовой доли свободной воды в СКУ.

Таблица 5.

Упругость паров жидких НРК-удобрений

Массовое соотношение N : P ₂ O ₅ : K ₂ O	Вид управления IgP=A-(B/K), K=(237+°C, °C=20+70)	Давление паров (Па) при температуре, K=(237+°C, °C=20+70)					
		293	303	313	323	333	343
Моноэтаноламин + ЭФК							
Аммофосная пульпа (pH = 6,2) + нитрат калия							
1 : 0,5 : 0,3	IgP=7,6025-1711,5/Т	4,02	5,40	6,41	10,52	14,83	20,92
1 : 0,7 : 0,5	IgP=8,0231-1958,3/Т	3,11	5,08	6,19	10,45	13,98	20,07
1 : 1 : 1	IgP=8,1890-2055,7/Т	3,01	4,79	5,88	9,95	13,11	19,76
Диэтаноламин + ЭФК							
Аммофосная пульпа (pH = 6,2) + нитрата калия							
1 : 0,5 : 0,3	IgP=9,1125-2051,8/Т	3,65	5,01	6,45	11,26	14,98	21,13
1 : 0,7 : 0,5	IgP=11,2308-2443,7/Т	2,98	4,91	6,25	11,49	14,32	20,67
1 : 1 : 1	IgP=13,7822-2967,5/Т	2,49	4,12	5,99	10,86	14,02	20,27
Триэтаноамин + ЭФК							
Аммофосная пульпа (pH = 6,2) + нитрата калия							
1 : 0,5 : 0,3	IgP=12,7822-3177,6/Т	3,21	4,78	6,11	11,19	15,08	22,77
1 : 0,7 : 0,5	IgP=15,0752-3511,8/Т	2,48	4,19	5,87	10,86	15,11	21,64
1 : 1 : 1	IgP=17,3423-3907,6/Т	1,95	4,01	5,55	10,34	15,25	21,33

Показано, что, значения А и В в зависимости от весового соотношения N : P₂O₅ : K₂O и рН пульпы колеблются в пределах 7,6025-8,1890,и 1711,5-2055,7, 12,7822-17,34123 и 3177,6-3907,6 соответственно для аммиачной селитры, МЭА, ДЭА и ТЭА. Упругость паров воды над жидкими удобрениями определяется в первую очередь, температурой и солевой массой растворов. Установлено, что увеличение концентрации P₂O₅ по отношению к N приводит к заметному повышению упругости паров, вследствие возрастания массовой доли свободной воды а ЖКУ. Наиболее резкое возрастание давления пара наблюдается при повышении температуры с 60°C и выше. Давление насыщенных паров изучаемых ЖКУ в интервале 20-70°C составляет 3,01–20,92, 1,95–22,77 Па (МЭА, ДЭА и ТЭА соответственно), что свидетельствует о малой их летучести в условиях жаркого климата.

Выводы. Изучен процесс получения суспендированных НРК-удобрений на основе очищенной фосфорной кислоты и нитрата калия. Сделан вывод, что, очищенная и упаренная ЭФК пригодна для получения ЖКУ. С целью повышения концентрации питательных

элементов в качестве азотного компонента рекомендуется применять аммиачную селитру, МЭА, ДЭА и ТЭА, а в качестве калийного компонента – нитрат калия.

Установлено, что жидкие НРК-удобрения при максимальных температурах хранения до 40°C обладают малой летучестью и могут храниться длительное время без изменения своих физико-химических свойств.

Список литературы.

- [1]. Чернышев А.К., Левин Б.В., Туголуков А.В., Огарков А.А., Ильин В.А. Аммиачная селитра. Свойства, производство, применение. М.: ЗАО «ИНФОХИМ», 2009. – 544 с.
- [2]. Патент № 2169720 Россия. Кл. С 05 В 7/00, С 05 G 1/06. Способ получения сложного азотно-фосфорного удобрения / В.А.Ильин, Н.П. Алешкин, Е.Н.Селин, Н.Е.Жаворонкова, З.П.Симбирева, О.Е.Василькова, О.Л.Глаголев, А.Ю.Соколов, В.П.Самсонов. – от 27.06.2001.
- [3]. Патент № 2263652 Россия. Кл. С 05 G 1/06, С 05 С 1/02. Способ получения азотно-фосфорного удобрения / А.Н.Авраменко, С.М.Кононов, О.А.Широбоков, В.Н.Громотков, С.А.Сундиев, С.С.Костюченко, Е.Н.Кондарева, О.А.Дмитриева. – Б.И. 2005, № 31.
- [4]. Ильин В.А. Разработка технологии сложного азотно-фосфатного удобрения на основе сплава аммиачной селитры: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Иваново, 2006 – 17 с.
- [5]. Патент № 2223932 Россия. Кл. С 05 В 7/00, С 05 С 1/00. Способ получения сложных азотно-фосфорных удобрений / В.А.Ильин, О.И.Патохин, О.Л.Глаголев, Е.Н.Селин, Б.В.Левин, А.Н.Соколов, А.Ю.Соколов, В.П.Самсонов, М.И.Резеньков, В.Р.Аншелес, З.П.Симбирева, Н.Е.Жаворонкова, О.Е.Василькова. – от 20.02.2004.
- [6]. Глаголев О.Л. Практический опыт работы агрегата АС-72 на ОАО «Череповецкий азот» на гибкой схеме производства аммиачной селитры и продуктов на её основе // Мир серы, N, Р и К. 2004. № 2. С. 21-23.
- [7]. Патент № 2228322 Россия. Кл. С 05 G 1/06, С 05 В 11/06. Способ получения сложных водорастворимых удобрений / Л.В.Спахова, Л.П.Грошева, Н.В.Горшкова, Е.А.Маклашина, Ю.К.Самсонов, Е.В.Лысенко, В.А.Милованов, А.В.Балагуров, А.Е.Пестов, С.П.Уваров. – от 17.03.2003.
- [8]. Патент № IAP 04527 РУз. Кл. С 05 G 1/00, С 05 В 7/00, С 05 С 1/00. Способ получения азотнофосфорного удобрения / Ш.С.Намазов, Б.Б.Ботиров, В.В.Пак, Ш.И.Салихов, А.М.Реймов, Р.Якубов, Б.М.Беглов, Р.К.Курбаниязов, Н.Н.Пирманов, Б.С.Закиров. – Б.И. 2012, № 7.
- [9]. Курбаниязов Р.К. Технология сложного азотнофосфорного удобрения на основе плава аммиачной селитры и фосфоритов Центральных Кызылкумов // Автореф. дис. ... канд. техн. наук. г. Ташкент, 2011. – 28 с.
- [10]. Пак В.В., Тен А.В., Пирманов Н.Н., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Исследование процесса получения аммиачной селитры, фосфатизированной с помощью аммофоса // Химическая промышленность. 2011. Т. 88. № 7. С.361-368.
- [11]. О.М. Мадамин, О.А. Узак, З.К. Дехканов, А.А. Саодатов. Получение тринатрийфосфата обменным разложением аммофоса кальцинированной содой. Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя хімічных навук. 2022. Т. 58, № 2. С. 211–215. <https://doi.org/10.29235/1561-8331-2022-58-2-211-215>.
- [12]. F.Saloyev, Z.Dehkanov, S.Zokirov. Research of the Process of Liquid NPCa Fertilizer by Processing Phosporites with Nitrate Acid. Problems in the Textile and Light Industry in the Context of Integration of Science and Industry and Ways to Solve Them AIP Conf. Proc. 2789? 040068-1-040068-7; <https://doi.org/10.1063/5.0145538>.

УДК 675.92.02

ПЕРСПЕКТИВЫ И АКТУАЛЬНОСТЬ СИНТЕЗА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО ПЛАСТИФИКАТОРА

А.М. Narzullayeva, B.N. Umarov, E.A. Voxidov

Buxoro muhandislik-texnologiya instituti
narzullaeva.aziza@yandex.ru (99891 412 64 96)
(Qabul qilindi 14.10.2024 y.)

Аннотация: Производство экологически чистых полимерных материалов, предназначенных для изготовления медицинского оборудования, детских игрушек является одной из важных проблем в химической технологии. Для производства данных изделий широко применяются фталаты в качестве пластифицирующих добавок к полимерам, в частности дибутилфталат, диоктилфталат, которые считаются нетоксичными. Однако, известно, что они имеют класс опасности – II. В статье приведён литературный обзор по использованию растительных масел в качестве

пластификаторов для полимеров. Авторами предлагается методика получения экологически чистого пластификатора для ПВХ композиций из масла клещевины, приведены результаты исследований в этом направлении, приведены оптимальные варианты методики получения экологичного пластификатора, а также технологическая схема производства пластификатора и её описание.

Ключевые слова: поливинилхлорид, полимеры, растительные масла, синтез, дибутилфталат, диоктилфталат, пластификатор, композиция, поливинилхлорид, касторовое масло, глицерин, технология, экология.

Annotatsiya: Tibbiy asbob-uskunalar va bolalar o'yinchoqlarini ishlab chiqarish uchun mo'ljallangan ekologik toza polimer materiallar ishlab chiqarish kimyoviy texnologiyaning muhim muammolaridan biridir. Ushbu mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun ftalatlar polimerlarga plastiklashtiruvchi qo'shimchalar sifatida keng qo'llaniladi, xususan, toksik bo'lmagan dibutil ftalat, dioktil ftalat. Biroq, ular II xavfli sinfga ega ekanligi ma'lum. Maqolada o'simlik moylarini polimerlar uchun plastifikator sifatida ishlatish bo'yicha adabiyotlar ko'rib chiqiladi. Mualliflar kastor yog'idan PVX kompozitsiyalari uchun ekologik toza plastifikator ishlab chiqarish usulini taklif qiladilar, ushbu yo'nalishdagi tadqiqotlar natijalarini taqdim etadilar, shuningdek ishlab chiqarishning texnologik sxemasini taqdim etadilar.

Kalit so'zlar: polivinilxlorid, polimerlar, o'simlik moylari, sintez, dibutilftalat, dioktilftalat, plastifikator, tarkibi, polivinilxlorid, kastor yog'i, glitserin, texnologiya, ekologiya.

Annotation: Production of environmentally friendly polymeric materials intended for the manufacture of medical equipment, children's toys is one of the important problems in chemical technology. For the production of these products, phthalates are widely used as plasticizing additives to polymers, in particular dibutyl phthalate, dioctyl phthalate, which are considered non-toxic. However, it is known that they have a hazard class - II. The article provides a literature review on the use of vegetable oils as plasticizers for polymers. The authors propose a method for obtaining an environmentally friendly plasticizer for PVC compositions from castor oil, present the results of research in this area, provide optimal options for the method for obtaining an environmentally friendly plasticizer, as well as a technological scheme for the production of a plasticizer and its description.

Keywords: polyvinyl chloride, polymers, vegetable oils, synthesis, dibutyl phthalate, dioctyl phthalate, plasticizer, composition, polyvinyl chloride, castor oil, glycerin, technology, ecology.

Как можно заметить, химическая промышленность нашей страны стремительно набирает рост, и производимая продукция тоже должна соответствовать требованиям времени. За исключением некоторых химических фирм, в Республике отсутствует промышленное производство добавок к ПВХ как таковых. Проблема объясняется отсутствием не только современных технологий, но и сырья, используемого в производстве качественных композиций ПВХ.

За рубежом дело обстоит несколько иначе, однако и здесь имеются недостатки, над которыми стоит поработать.

Одними из первых производителей ПВХ, стали Германские изготовители, которые запустили крупнотоннажное промышленное производство еще в 30-е годы XX века [1; 992-997]. Однако в России на тот момент ПВХ являлся довольно дефицитным продуктом на рынке.

1912 год принято считать годом открытия поливинилхлорида. В этом году Klatte сообщил о процессе производства ПВХ. Однако история ПВХ началась за столетие до этого. В 1795 году четыре голландца, Диман, Тротсвик, Бондт и Лаурверенбург, изготовили вещество, названное в их честь «маслом голландских химиков» (дихлорэтан). Природа этого вещества стала предметом споров в химии; Было ли это простое сочетание равных частей хлора и этана или это было более сложное соединение? Над этим вопросом начали работать несколько химиков. [2; 23-с.].

Из-за их химической стабильности, универсальности, легкости и ограниченного стоимостью по отношению к другим классам материалов (например, металлы и керамики), в последние десятилетия полимеры нашли широкое распространение. Применение во многих технологических областях, таких как строительство, электроника, упаковка и здравоохранение. Пластмассы по всему миру производство в 2017 году составило 354 млн тонн, и около 26% полимеры были произведены в Китае [3; 59-63-с.]

Даже если интерес к полимерным смесям постоянно увеличивается, история полимерных сплавов довольно длинная и связанных с разработкой различных полимерных матриц. На самом деле, возможность смешивания двух или более матриц может привести к разработке новых полимеров с индивидуальными свойствами, отличается от составляющих, преодолевая, таким образом, проблемы из-за синтеза новых видов полимеров. На общем уровне пять различных методов, т. е. смешивание расплава, смешивание растворов, смешивание латекса, частичный блок- или привитой сополимер-образования и синтеза взаимопроникающих полимерных сеток, может быть предназначены для переработки полимерных смесей. Практически говоря, смешение расплава является наиболее распространенной технологией для производства (и переработка) полимерных смесей, и согласно В этом методе компоненты смеси смешиваются в расплавленном состоянии через экструдеры или компаундеры расплава. Этот метод предпочтительнее над другими из-за использования четко определенных компонентов и универсальности смесительных устройств, так как такое же оборудование могут быть использованы для приготовления широкого спектра полимерных смесей. С другой стороны, эта технология предполагает повышенное энергопотребление и, как правило, не подходит для выполнения химической модификации состава смеси [3; 59-63-с.].

Пластмассы сделали нашу жизнь проще. От предметов домашнего обихода до медицинского оборудования, пластмассы являются неотъемлемой частью нашей жизни. Они могут быть спроектированы с индивидуальными свойствами и противостоять деградации окружающей среды и времени. Медицинские пластмассы разрабатываются для конкретных применений они произвели революцию в промышленности главным образом из-за простоты обработки и могут быть легко функционализированы для придания желаемого химического или функциональные свойства. Медицинские инструменты, изготовленные из стали, керамики или стекла теперь заменены пластиком, который оказался экономичным и долговечным. Пластику можно придать любую форму и размер в производстве медицинских одноразовых изделий. Они имеют легкий вес и могут быть смешаны с добавками или наполнителями для тонкой настройки для их гибкости или поверхностных свойств[4;199-208-с.].

Фталаты играют важную роль в производстве пластмасс и каучука во всем мире, составляя более 80% всех пластификаторов ПВХ, а ДЭГФ составляет не менее 60% этого количества благодаря его хорошим характеристикам и низкой цене. Сложные эфиры имеют разную молярную массу и используются для различных целей уже более 50 лет благодаря своим превосходным свойствам и стоимости.

Некоторые исследования, проведенные в 90-х годах, показали, что некоторые пластификаторы семейства фталатов вызывали генетические изменения у мышей, чего не наблюдалось у людей. Так или иначе, концепция предосторожности была применена к фталатам с низкой молекулярной массой, таким как ВВР, ДІВР, ДІНР и ДЕНР, ограничивая их использование в некоторых продуктах. С другой стороны, фталаты с высокой молекулярной массой, такие как ДІНР и ДІДР, не имеют ограничений по использованию.

В соответствии с этой тенденцией пластификаторы из возобновляемых источников, такие как модифицированное растительное масло, модифицированное и эпоксицированное растительное масло, смеси ацетатов глицерина, моноэфира глицерина, а также ди(2-этилгексил)терефталат – ДЭГТ, являются новыми альтернативами для стретч-пленки ПВХ [5; 272-278-с.].

Большое количество отличных работ, описывающих исследование термостабилизаторов [6; 426-429-с.] и смазочных материалов ПВХ, упомянуто в специальной литературе [7; 15-17-с.].

В последние годы наблюдается быстрый рост использования растительных масел, для получения широкого спектра полимеров для замены полимеров на нефтяной основе для минимизации воздействия на окружающую среду. Несъедобное касторовое масло (СО) можно получить из клещевины, которая легко растет даже в засушливой местности. СО

является многообещающим источником для разработки нескольких полимеров, таких как полиуретаны, полиэфиры, полиамиды и эпоксидные полимеры. Было разработано несколько путей синтеза, и были изучены различные свойства полимеров для промышленного применения. Кроме того, в эти полимеры были включены наполнители и волокна, в том числе наноматериалы, для улучшения их физических, термических и механических свойств. В этом обзоре освещается разработка полимеров на основе СО и их композитов с привлекательными свойствами для промышленных и биомедицинских применений [8; 4639-4662-с.].

Синтез нетоксичных пластификаторов, полученных из отходов канифолиоперерабатывающей промышленности, может снизить загрязнение окружающей среды и способствовать полноценной утилизации отходов канифоли. В этом исследовании четыре вида устойчивых разветвленных пластификаторов, полученных из ресурса биомассы, эвгенола (полученного из отходов производства канифоли), были синтезированы с помощью однореакторной полимеризации без растворителя и использованы для пластификации поливинилхлорида (ПВХ). Внутренне пластифицированный ПВХ был изготовлен с использованием тиолированногоДФЭ (разветвленных пластификаторов на основе эвгенола). Были исследованы термическая стабильность, свойства при растяжении, микроструктура, летучесть и стойкость к экстракции растворителем пластифицированного ПВХ. По сравнению с коммерческим пластификатором диоктилфталатом термическая стабильность, эффективность пластификации и устойчивость к миграции разветвленных пластификаторов выше. Острая пероральная токсичность доза каждого разветвленного пластификатора была чрезвычайно высокой и составляла 5000 мг/кг массы тела, при этом смертность подопытных животных отсутствовала. По сравнению с ПВХ, пластифицированным снаружи, ПВХ, пластифицированный изнутри, показал нулевую потерю веса в тестах на летучесть и выщелачивание, несмотря на его менее эффективную пластификацию. Все разветвленные пластификаторы имеют потенциальное применение в пластмассовых изделиях [9; 104-331-с.].

Гидролиз касторового масла с использованием фермента липазы проводят в реакторе периодического действия при комнатной температуре (35–40°C). С целью снижения затрат на ферментативно-катализируемую реакцию выбирают воду в масляной эмульсии и соотношение масла к воде 3:1. Концентрация фермента в реакционной смеси оптимизирована. Изучено влияние различных добавок, таких как растворитель и соль, которые могут увеличить скорость реакции. Установлено, что глицерин не оказывает никакого влияния на гидролиз масла. Также была проверена возможность повторного использования фермента липазы. Выход ферментативного гидролиза касторового масла сравнивается с выходом кокосового и оливкового масел [10; 93-99-с.].

Химическая промышленность нашей страны стремительно набирает рост, и производимая продукция тоже должна соответствовать требованиям времени. За исключением некоторых химических фирм, в Республике отсутствует промышленное производство добавок к ПВХ как таковых. Проблема объясняется отсутствием не только современных технологий, но и сырья, используемого в производстве качественных композиций ПВХ.

Для повышения экологичности полимерных материалов, авторами статьи предлагается использование растительных масел в качестве пластификатора к ПВХ композициям.

Наряду с существующими пластификаторами и прочими добавками к ПВХ, который идёт на производство необходимого мед оборудования, детских игрушек, линолеума, и кожаных изделий, ведётся непрерывная работа учёных по синтезу всё более новых экологически чистых, а также не уступающих в экономическом аспекте пластификаторов для полимеров общего и специального назначения.

Авторами ведётся работа в этом направлении, предлагается использовать в качестве добавок растительные масла, которые смогли бы заменить такие пластификаторы как диоктилфталат (ДОФ), дибутилфталат (ДБФ) и т.д.

Масло клещевины— растительное масло, которое добывают путём отжима из семян клещевины, причём технология отжима может быть, как горячей, так и холодной. Чаще бесцветная, иногда имеет слабый жёлтый оттенок, густая и довольно вязкая жидкость.

Авторы статьи получили пластификатор для поливинилхлорида на основе масла клещевины, который обрабатывали диметилтерефталатом, в результате чего образовался сложный эфир терефталевой кислоты с диглицеридом касторового масла.

Ниже приведена технологическая схема получения пластификатора на основе касторового масла (рис.1).

Глицерин и касторовое масло из ёмкостей с дозаторами 1 и 2 поступают в реактор 3 интенсивного смешения, где происходит процесс переэтерификации при температуре от 180 до 250⁰С, следом, образовавшийся эфир поступает в реактор 4, здесь он смешивается с диметилтерефталатом из ёмкости 6, после чего поступает на разделительную колонну 5, где методом дистилляции, готовый продукт отделяется от веществ, не вступивших в реакцию. Они впоследствии идут на рецикл.

По снимкам полученных образцов сканирующим электронным микроскопом MIRA 2 LMU явно заметна более гладкая поверхность образца с применением пластификатора синтезированного на основе масла клещевины. Это может говорить том, что данная композиция может применяться для жёстких изделий из ПВХ, так как высокая плотность даёт более высокую жёсткость и прочность композиции и изделиям из неё.

Благодаря замене пластификатора ПВХ диоктифталата на пластификатор на основе масла клещевины, получена возможность получения нетоксичной и экологически безопасной ПВХ композиции, которую впоследствии можно использовать для производства мед оснащения и детских игрушек выявлены оптимальные параметры проведения процесса синтеза пластификатора на основе масла клещевины, а также получены ИК- спектры ПВХ композиции с применением синтезированного пластификатора.

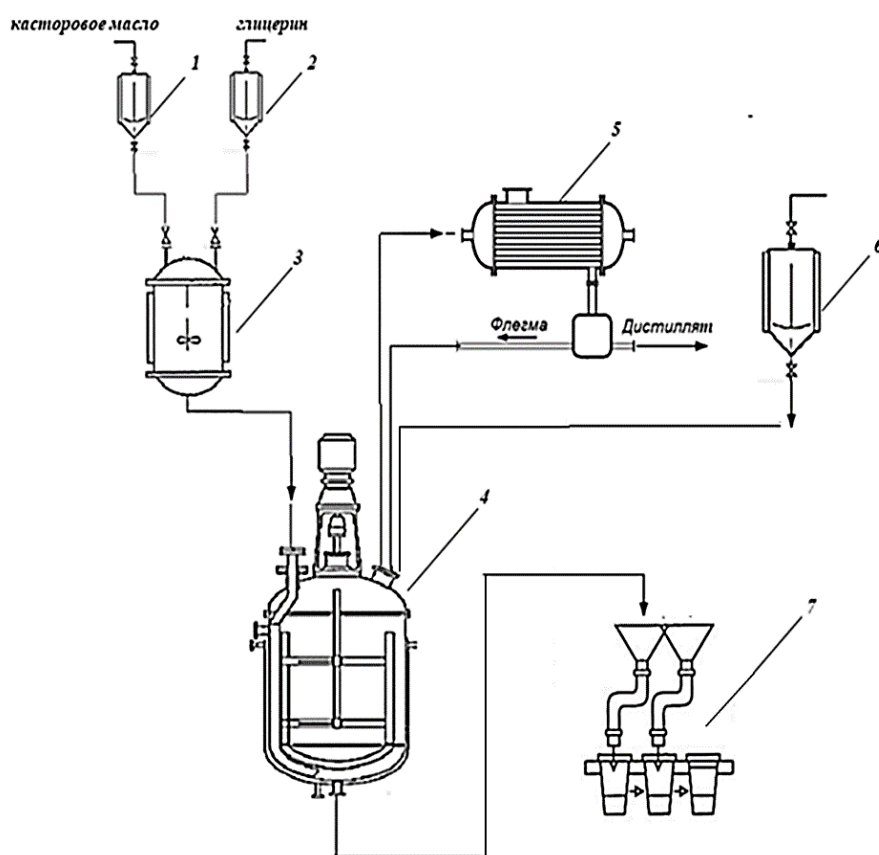


Рисунок 1. Технологическая схема получения пластификатора на основе касторового масла.

Список литературы

- [1]. Производство поливинилхлорида на основе вертикальной интеграции предприятий черной металлургии, Ю. Н. Клещевский, И. А. Кудряшова, Е. И. Харлампенков, Н. В. Захарова, *Izvestiya Visshikh Uchebnykh Zavedenii. Chernaya Metallurgiya*, №60, 2017, С.992-997
- [2]. Mulder, Karel, AU - Knot, Marjolijn; PVC plastic: a history of systems development and entrenchment, - *Technology in Society, Technological systems, PVC*, V- 23, - 2001.
- [3]. Andrea Dorigato, Recycling of polymer blends, *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research*, 4 (2021) p.53-69, journalhomepage: <http://www.keaipublishing.com/aiepr>
- [4]. Blessy Joseph, Jemy James, Nandakumar Kalarikkal, Sabu Thomas, Recycling of medical plastics, *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research*, 4(2021), P.199-208, 2542-5048/© 2021 Kingfa Scientific and Technological Co. Ltd. Publishing services by Elsevier B.V. on behalf of KeAi Communications Co. Ltd. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>
- [5]. Леда Колтро, Джойс Питта, Эмерсон Мадалено, Оценка эффективности новых пластификаторов для стретч-пленок ПВХ, *Polymer Testing*, Volume 32, Issue 2, апрель 2013 , страницы 272-278, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142941812002255?via%3Dihub>.
- [6]. Zweifel, H., (Ed.), *Plastics Additive Handbook*, 5th ed. (2001) Carl Hanser Publishers. Munich., http://files.hanser.de/Files/Article/ARTK_IVZ_9783446408012_0001.pdf
- [7]. Lutz, J. T. Jr., Grossman, R. R. (Eds.), *Polymer Modifiers and Additives* (2001) Marcel Dckker, New York.
- [8]. Индранил Чакраборти, Кошик Чаттерджи, Полимеры и композиты, полученные из касторового масла, как устойчивые материалы и разлагаемые биоматериалы: текущее состояние и новые тенденции, *Biomacromolecules*, Volume 21, Issue 12, 2020 , Страницы 4639-4662, <https://www.sciencedirect.com/org/science/article/abs/pii/S152577972100917X>
- [9]. Юн Ху, Цзин Чжоу, Юфэн Ма, Ю Бэй, Фейлун Хуэ, Жимин Коуб, Юнхун Чжоу, Пуйо Цзя, Разветвленные пластификаторы, полученные из эвгенола посредством зеленой полимеризации для маломиграционных и внешне/внутренне пластифицированных поливинилхлоридных материалов., *Арабский журнал химии*, Том 15, Выпуск 12, декабрь 2022, 104-331, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878535222006475?via%3Dihub>
- [10]. Вирендра К. Ратод, Анирудха Б. Пандит, Влияние различных добавок на ферментативный гидролиз касторового масла, Elsevier, 2009 г.
- [11]. Нарзуллаева А.М., Умаров Б.Н., Вохидов Э.А. Синтез экологически чистого пластификатора для ПВХ композиций, на основе растительного сырья // *Universum: технические науки: электрон. научн. журн.* 2024. 3(120). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/17037>.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕКСАМЕТИЛЕНТЕТРАМИНА, АМИНОЭТАНОЛА И АЦЕТАТА МЕДИ(II) ПЕНТАГИДРАТА НА СВОЙСТВА РАСТВОРОВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ СЕМЯН

А.А. Оразбаева¹, Б.С. Закиров¹, Г.Д. Сапарова²

¹Институт общей и неорганической химии Академии Наук Республики Узбекистан

²Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук,
Каракалпакское отделение Академии Наук Республики Узбекистан, г. Нукус
(Получена 21.10.2024 г.)

Аннотация. В данной статье рассматривается влияние гексаметилентетрамина ($C_6H_{12}N_4$), аминоэтанола ($NH_2C_2H_4OH$) и ацетата меди(II) пентагидрата ($(CH_3COO)_2Cu \cdot 5H_2O$) на физико-химические свойства водных растворов, которые могут использоваться в качестве протравителей семян. Изучены изменения pH, вязкости, кинематической вязкости и плотности растворов в зависимости от концентрации данных соединений. Полученные результаты показывают, что эти вещества обладают значительным потенциалом для повышения эффективности протравителей семян за счет улучшения их физических и химических характеристик.

Ключевые слова: протравители семян, гексаметиленetetрамин, аминоэтанол, ацетат меди(II), физико-химические свойства

Abstract. This article examines the influence of hexamethylenetetramine ($C_6H_{12}N_4$), aminoethanol ($NH_2C_2H_4OH$), and copper(II) acetate pentahydrate ($(CH_3COO)_2Cu \cdot 5H_2O$) on the physicochemical properties of aqueous solutions that can be used as seed treatments. The study explores changes in pH, viscosity, kinematic viscosity, and density of the solutions depending on the concentration of these compounds. The results indicate that these substances have significant potential for enhancing the effectiveness of seed treatments by improving their physical and chemical characteristics.

Keywords: seed treatments, hexamethylenetetramine, aminoethanol, copper(II) acetate, physicochemical properties

Annotatsiya. Ushbu maqola geksametilentetramin ($C_6H_{12}N_4$), aminoetanol ($NH_2C_2H_4OH$) va mis(II) asetat pentagidratining ($(CH_3COO)_2Cu \cdot 5H_2O$) suvli eritmalarining fizik-kimyoviy xususiyatlariga ta'sirini o'rganadi. Ushbu eritmalar urug'larni ishlov berishda qo'llanishi mumkin. Tadqiqotda ushbu moddalarning konsentratsiyasiga qarab eritmalarining pH, qovushqoqlik, kinematik qovushqoqlik va zichlik kabi xususiyatlaridagi o'zgarishlar tahlil qilinadi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, ushbu moddalar urug'larni himoya qilish samaradorligini oshirishga yordam beruvchi muhim fizik va kimyoviy xususiyatlarni yaxshilash imkoniyatiga ega.

Tayanch so'zlar: urug'larni himoya qilish vositalari, geksametilentetramin, aminoetanol, mis(II) asetati, fizik-kimyoviy xususiyatlar

Введение. Протравители семян являются важным средством защиты растений в сельском хозяйстве, предотвращая повреждение семян и всходов различными патогенами и вредителями. Современные протравители включают в себя множество активных компонентов, которые обеспечивают комплексное воздействие на возбудителей заболеваний. Однако, с учетом экологических требований и потребности в повышении эффективности применения, исследователи ищут новые комбинации веществ, которые бы обеспечивали длительное и надежное действие, минимизируя при этом негативное воздействие на окружающую среду.

Гексаметиленetetрамин ($C_6H_{12}N_4$) является органическим соединением с антисептическими свойствами, широко используемым в медицине и сельском хозяйстве. Он способен стабилизировать pH растворов и препятствовать развитию грибковых и бактериальных инфекций. Аминоэтанол ($NH_2C_2H_4OH$), известный своим буферным действием, применяется для стабилизации pH и улучшения адгезионных свойств растворов.

Преимущества использования медьсодержащих соединений, таких как ацетат меди(II) пентагидрат ($(CH_3COO)_2Cu \cdot 5H_2O$), в протравителях семян связаны с их мощными фунгицидными и антимикробными свойствами. Медьсодержащие соединения эффективно подавляют развитие грибковых и бактериальных патогенов, которые могут поражать семена и всходы, обеспечивая долговременную защиту растений. Они действуют путем разрушения клеточных мембран патогенов и ингибирования их ферментативной активности, что предотвращает заражение и распространение болезней на ранних стадиях роста растений.

Кроме того, медьсодержащие соединения способствуют улучшению физико-химических характеристик растворов для протравки семян, таких как повышение вязкости и плотности, что обеспечивает лучшее покрытие и адгезию раствора к семенам. Это улучшает распределение активных компонентов на поверхности семян, повышая их эффективность в защите от патогенов. Также медьсодержащие соединения относительно устойчивы в окружающей среде и обладают продолжительным периодом действия, что делает их эффективным решением для борьбы с широким спектром грибковых инфекций. Исследование показывает, что соединения меди обладают высокой антимикробной активностью и способны эффективно защищать семена от различных патогенов, что делает их перспективными компонентами протравителей [1]. В статье [2] исследуется использование аминоэтанола как компонента протравителей для улучшения их адгезивных свойств и стабилизации pH растворов. Данные [1] показывают рассматривает гексаметиленetetрамин как потенциальный компонент для защиты семян благодаря его антисептическим и буферным свойствам. Johnson, M., & Green, A. подчеркивают

эффективность меди и ее соединений как фунгицидов, обеспечивающих долгосрочную защиту растений от грибковых заболеваний [4]. В исследовании рассматривается влияние этаноламинов на физико-химические свойства пестицидных формуляций, включая их использование в протравителях семян [5]. Цель данного исследования — изучить влияние этих веществ на физико-химические свойства водных растворов и определить их потенциал в качестве компонентов протравителей семян.

Материалы и методы

В экспериментах были использованы растворы с тремя различными соединениями: гексаметилентетрамин ($C_6H_{12}N_4$), аминоэтанол ($NH_2C_2H_4OH$) и ацетат меди(II) пентагидрат ($((CH_3COO)_2Cu \cdot 5H_2O)$). Изучались их влияния на такие параметры, как pH, вязкость, скорость потока (кинетическая вязкость) и плотность. Растворы готовили в различных концентрациях, и проводились измерения при помощи стандартных методов анализа.

Результаты

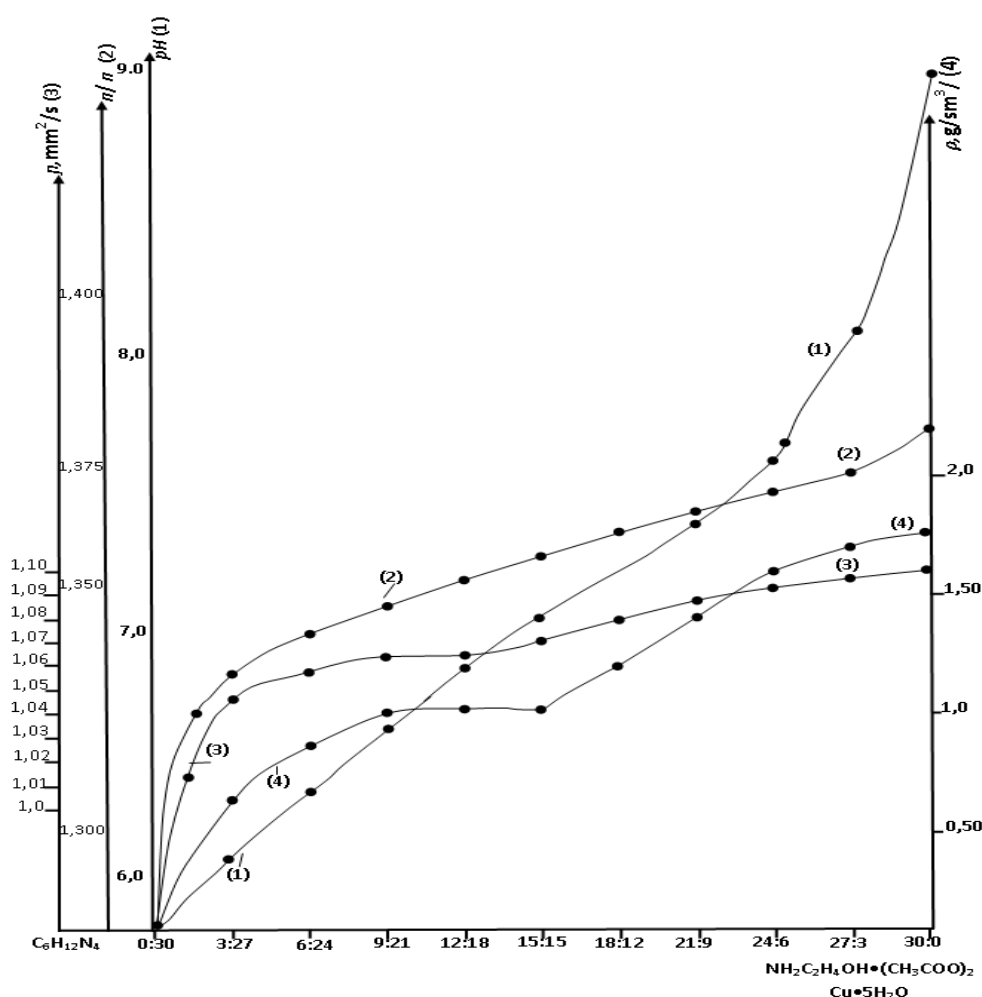


График иллюстрирует, как меняются физико-химические свойства растворов с добавлением исследуемых веществ. Изменение pH, вязкости, скорости потока и плотности подчеркивают потенциал каждого из соединений в качестве компонентов протравителей.

График, представленный на изображении, отображает изменения физико-химических свойств растворов при добавлении различных соединений. На графике представлены четыре кривые, обозначенные цифрами (1), (2), (3) и (4). По горизонтальной оси указаны соединения: $C_6H_{12}N_4$ (гексаметилентетрамин), $NH_2C_2H_4OH$ (аминоэтанол) и

$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cu}\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (ацетат меди(II) пентагидрат). Вертикальные оси показывают различные параметры.

Кривая (1): Изменение pH Значение pH раствора (первая ось слева) увеличивается по мере добавления гексаметилентетрамина, аминоэтанола и ацетата меди(II). Это свидетельствует о постепенном повышении щелочности раствора. Поскольку гексаметилентетрамин и аминоэтанол являются основаниями, их добавление в раствор приводит к увеличению pH. Ацетат меди(II), хотя и является слабой кислотой, в присутствии щелочных реагентов может гидролизаться, что также может способствовать увеличению pH. Рост pH может изменять диссоциацию ионов и, следовательно, химическое взаимодействие между компонентами.

Кривая (2): Вязкость раствора (η/g)

Вязкость раствора возрастает с повышением концентрации всех добавленных реагентов. Это указывает на увеличение межмолекулярных взаимодействий в растворе, таких как водородные связи или диполь-дипольные взаимодействия. Вязкость может возрастать из-за образования комплексов между ионами меди(II) и органическими соединениями (гексаметилентетрамином и аминоэтанолом), которые имеют тенденцию увеличивать структурную упорядоченность в растворе. Повышение вязкости может также свидетельствовать о формировании более крупных молекулярных агрегатов или мицелл, которые увеличивают сопротивление течению жидкости.

Кривая (3): Показатель преломления (n_d) Показатель преломления цвета увеличивается по мере добавления реагентов, что говорит о изменении световых свойств раствора. Увеличение показателя преломления может быть связано с повышением концентрации ионов в растворе, а также с образованием новых комплексных соединений, которые более активно взаимодействуют со светом. В частности, ионы меди(II) известны своими цветными комплексами, которые могут изменять свой оптический индекс в зависимости от их координационной среды. Это также может свидетельствовать о наличии специфических ионных взаимодействий или образовании окрашенных комплексов в растворе.

Кривая (4): Плотность раствора ($\rho, \text{g}/\text{cm}^3$)

Плотность раствора увеличивается с добавлением реагентов, что ожидаемо, так как увеличение концентрации растворенных веществ приводит к увеличению массы на единицу объема. Повышение плотности также может быть связано с формированием более плотных комплексов или солей в растворе. Например, образование комплексных соединений между ионами меди и органическими компонентами раствора может способствовать увеличению плотности, поскольку эти комплексы обычно имеют большую молекулярную массу по сравнению с индивидуальными ионами.

Обсуждение. Ацетат меди(II) пентагидрат показал значительное влияние на pH и вязкость раствора, что делает его особенно перспективным компонентом протравителей семян. Гексаметилентетрамин и аминоэтанол также продемонстрировали важные свойства, такие как стабилизация pH и улучшение адгезивных характеристик. Таким образом, использование этих соединений может значительно повысить эффективность протравителей. Наблюдаемое увеличение вязкости и изменения показателя преломления цвета указывают на возможное комплексообразование между ионами меди(II) и органическими соединениями. Это может быть важно для понимания катализаторов или механизмов реакции в данных растворах. Все параметры указывают на изменение физических свойств раствора, что может быть связано с изменением молекулярных взаимодействий.

Заключение. Проведенное исследование подтверждает, что гексаметилентетрамин, аминоэтанол и ацетат меди(II) пентагидрат обладают значительным потенциалом для использования в качестве компонентов протравителей семян. Эти вещества улучшают физико-химические свойства растворов, что способствует повышению их эффективности в борьбе с патогенами и вредителями.

Для создания эффективного протравителя семян, данные графика позволяют определить оптимальные физико-химические параметры раствора:

- Поддержание pH на уровне, который будет безопасен для семян и при этом эффективен против патогенов.
- Регулировка вязкости для обеспечения равномерного покрытия семян и длительного действия.
- Контроль концентрации активных веществ путем анализа показателя преломления.
- Поддержание оптимальной плотности для равномерного распределения и эффективной защиты семян.

Эти параметры могут быть использованы для разработки нового протравителя, который будет максимально эффективен в борьбе с патогенами и одновременно безопасен для семян, обеспечивая их здоровое прорастание и развитие.

Список литературы.

- [1]. Иванов И.И., Петров П.П. (2020). Разработка протравителей семян на основе комплексных соединений меди. Журнал агрохимии, 45(3), 12-18.
- [2]. Сидорова Е.А. (2019). Влияние органических оснований на свойства протравителей семян. Агронаучные исследования, 32(1), 24-30.
- [3]. Смирнов К.К. (2021). Гексаметиленetetрамин в сельском хозяйстве: антисептические свойства и применение. Химия и жизнь, 67(4), 45-50.
- [4]. Johnson, M., & Green, A. (2018). Copper-based fungicides and their role in modern agriculture. Journal of Plant Protection, 15(2), 55-61.
- [5]. Zhang, X., & Li, Y. (2022). The role of ethanolamines in agricultural formulations. Pesticide Science, 24(5), 123-129.

ЭТИЛЕН МОНОМЕРНИ ПИРОГАЗ ТАРКИБИДАН АЖРАТИБ ОЛИШ ҚУРИЛМАСИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ

Х.М. Тошбоев¹, Ш.П. Нуруллаев², О.Б. Ахмедова³, Ш.Т. Караев¹

¹Шўртан газкимё мажмуаси,

²Тошкент кимё-технология институти

³Бухоро муҳандислик технология институти
(Қабул қилинди 29.10.2024 й.)

Аннотация: Мақолада этилен мономерини пирогаз таркибидан ажратиш олиш ва технологик қурилмани такомиллаштириш усуллари таҳлил қилинган. Жараёндаги технологик қурилмаларни такомиллаштириш орқали мономернинг тозалик даражаси оширилган. Бунда “сарик мой”ни ҳосил бўлиш сизими ҳажми катталиштирилган (35 м³). Полимерланиш реакциялари тезлигини пасайтириш ва ребойлерни ифлосланишини минимал даражада бўлишини таъминлаш учун полимерланиш олдиди олувчи petroflow маркали ингибитор танланиб, амалиётга жорий этилди.

Таянч сўзлар: этилен мономер, сарик мой, ингибитор, ребойлер, этан, пиролиз, смолалар, карбонат ангидрид (CO₂), водород сульфиди (H₂S), углерод сульфиди (COS) - углерод дисульфиди (CS₂), меркаптанлар (RSH), тиофенлар.

Аннотация: В статье анализируются способы извлечения мономера этилена из состава пирогаза и совершенствование технологического аппарата. За счет совершенствования технологических устройств в процессе повысился уровень чистоты мономера. При этом объем мощности по производству «желтой масла» увеличен (35 м³). С целью снижения скорости реакций полимеризации и обеспечения минимального уровня загрязнения ребойлера был выбран и внедрен в практику ингибитор марки petroflow.

Ключевые слова: мономер этилена, желтое масло, ингибитор, ребойлер, этан, пиролиз, смолы, диоксид углерода (CO₂), сероводород (H₂S), сероуглерод (COS), сероуглерод (CS₂), меркаптаны (RSH), тиофены.

Abstract: The article analyzes the methods of extracting ethylene monomer from pyrolysis gas and improving the technological apparatus. Due to the improvement of technological devices in the process, the level of monomer purity increased. At the same time, the capacity for the production of "yellow oil" was increased (35 m³). In order to reduce the rate of polymerization reactions and ensure a minimum level of reboiler contamination, an inhibitor of the petroflow brand was selected and put into practice.

Keywords: ethylene monomer, yellow oil, inhibitor, reboiler, ethane, pyrolysis, resins, carbon dioxide (CO_2), hydrogen sulfide (H_2S), carbon disulfide (COS), carbon disulfide (CS_2), mercaptans (RSH), thiophenes.

Кириш. Ҳозирги кунда дунёда этилен ва пропилен нефт-кимё саноатида асосий мономер бўлиб ҳисобланади. Ишлаб чиқариладиган этиленни кўп қисми полимер сифатида фойдаланилади. Бундан ташқари этилен этиленгликол, полиэтилентерфталат, этиленоксиди, сирка кислотаси, ацетат целлюлозасини олишда қўлланиладиган ацетальдегид, поливинилацетат ва унинг сополимерларини синтез қилишдаги винилацетати, поливинилхлорид, этилбензол асосида бутадиеен, стирол каучуги ва латексларни, этилацетат ҳамда бошқа органик моддаларни ишлаб чиқаришда мақсадли маҳсулот ҳисобланади. Ҳозирги кунда ҳам табиий газ таркибида бўлган этанни ажратиб олиб, пиролиз жараёнида пиролизлаб этилен мономерини ишлаб чиқариш технологияларини ўрганиш техник жиҳатдан такомиллаштириш муҳим масала ҳисобланади. Бу борада Республикамиз нефть ва газни қайта ишлаш саноати миқёсида олиб борилаётган илмий-тадқиқот изланишлари натижасида табиий газ таркибидаги углеводород компонентларини максимал даражада ажратиб олишни таъминловчи технологик усулларни амалиётга жорий этиш бўйича натижаларга эришилмоқда [1].

Пирогаз таркибидан этиленни ажратиб олиш жараёнининг муқобил (оптимал) параметрларини танлаш. Пиролиз жараёнида ажралаётган этилен мономерлари миқдорига қуйидаги технологик кўрсаткичлар таъсир этади:

-Пиролизга берилаётган хомашё таркиби;

- конверсия даражаси:

- ҳарорат;

- тўйинган буғ босими;

- углеводородларнинг реакция зонасида бўлиш вақти каби кўрсаткичлар [2].

Пиролизга берилаётган хомашё таркиби. Пиролиз жараёнида маҳсулотларни чиқиш масса бирлиги даражасини хомашёдаги масса бирликга боғлиқлиги. 1-этиленда, 2-пропиленда, 3-суяқ фазали маҳсулотлар мисолида чиқиши аниқланди. Этилен углеводородининг миқдори хомашёда 0 дан 0,7 қийматларда ошса уни маҳсулот таркибидаги ҳиссаси 0,17 дан 0,50 гача ошиши аниқланди. Демак, этиленни пропиленга нисбатан маҳсулотда бўлиш даражаси 1,2 дан 2,1 маротаба ошиши кузатилди. Шу билан бирга бундай шароитларда суяқ фазали маҳсулотларни ҳосил бўлиши 0,26 масса бирлигидан 0,15 гача камайиши топилди.

Ҳарорат. Пиролиз маҳсулотлари чиқишини ҳарорат ва вақтга боғлиқлиги бўйича натижалар таҳлил этилди. Лаборатория шароитида 500-550 °C, 550-650 °C, 650-750°C, 750-850 °C ҳароратларда 6-12 секунд оралиғида хомашёни реакция зонада бўлиши таъминланиб, натижалар жадвалда келтирилди. Натижаларга асосан, этилен мономерининг чиқиш даражаси энг юқори кўрсаткич 750-850 °C ҳароратларда 6-12 секундда 33,3 % ни ташкил этди.

Ишлаб чиқариш. Пиролиз жараёнида маҳсулотларни ҳарорат ва вақтга боғлиқлиги таҳлил килинди. Таҳлил натижаларига қура ҳарорат 650-750 °C да, хом ашени реакция зонасида булиш вақти 0,7-1,0 секунд ва 750-850 °C 0,3-0,5 секундни ташкил этди.

Тўйинган буғ. Жараёнда Пиролизга берилаётган хомашёнинг углеводородларини сув буғи билан туйинтириш энг муҳим омил бўлиб ҳисобланиши ва хомашё миқдорига нисбатан 34-35 % қўшилиши оптимал эканлиги аниқланди.

Углеводородларнинг реакция зонасида бўлиш вақти. Пиролиз жараёнида хомашёнинг реакция зонада бўлиш вақти ҳам муҳим кўрсаткич бўлиб, 550-850°C ҳароратларда 12 секундгача хомашё ўтказилиб, этилен мономер ҳосил бўлиш ҳажми бўйича тадқиқотлар ўтказилди. Пиролиз печи трубаларини коксланишини камайитириш мақсадида хомашёни жараёнда бўлиш вақтини 6-12 секундда, ҳароратни 600-850 °C гача ташкил этиш мақсадли эканлиги аниқланди. (Регламентда жараёнда бўлиш вақтини 0,3 секундгача,

харорат 1000-1100 °C ни ташкил этади. Бунда печ трубалари коксланиб, маҳсулот камайиши кувурлар орасидаги босимлар фарқи тушиб кетар эди [3].

Таклиф этилган юқоридаги параметрлар асосида лаборатория таҳлиллари асосида қуйидаги ижобий натижалар олинди.

1-жадвал.

Пиролиз маҳсулотлари чиқишини ҳарорат ва вақтга боғлиқлиги

Маҳсулотлар	Маҳсулотни чиқиш даражаси			
	500-550 °C 6-1,2 с	550-650 °C 6-12 с	650-750 °C 6-12 с	750-850 °C 6-12 с
CH ₄	15,6	16,6	16,8	16,7
C ₂ H ₄	23,0	25,9	29,3	33,3
C ₃ H ₆	13,6	12,7	12,2	11,7
C ₄ H ₆	2,2	3,8	4,2	4,8
C ₅ ва ундан юқори	32,8	29,7	27,8	23,9
CH ₄ / C ₂ H ₄	0,678	0,641	0,575	0,501
C ₃ H ₆ / C ₂ H ₄	0,591	0,490	0,418	0,351

Пиролизга берилаётган хомашёнинг углеводородларини сув буғи билан туйинтириш муҳим омиллардан бўлиб ҳисобланади, чунки бунда углеводородларни туйинган буғ босимларини тушиши ҳисобига этиленни, 1,3-бутадиенни ва бутенларни чиқиш миқдорлари ортиб боради. Шунингдек, ароматик углеводородларни ва метанни ҳосил бўлиши пасаяди ҳамда юқори молекуляр оғирликдаги бирикмаларни олинишига йўналган иккиламчи реакцияларни бориш тезлиги камайиб реакторларда коксни камайиши таъминланади. Қуйида хомашёларнинг сув буғи билан туйинтириш кўрсаткичлари 2-жадвалда берилган.

2-жадвал.

Пиролиз маҳсулотлари чиқишини ҳарорат ва вақтга боғлиқлиги

Маҳсулотлар	Маҳсулотни чиқиш даражаси	
	650-750°C 0,7-1,2 с	750-850 °C 0,3-0,5 с
CH ₄	16,8	16,7
C ₂ H ₄	29,3	33,3
C ₃ H ₆	12,2	11,7
C ₄ H ₆	4,2	4,8
C ₅ ва ундан юқори	27,8	23,9
CH ₄ / C ₂ H ₄	0,575	0,501
C ₃ H ₆ / C ₂ H ₄	0,418	0,351

Таклиф этилган юқоридаги параметрлар асосида иш жараёнида қуйидаги ижобий натижалар олинди.

Хомашёларни сув буғи билан туйинтириш даражалари

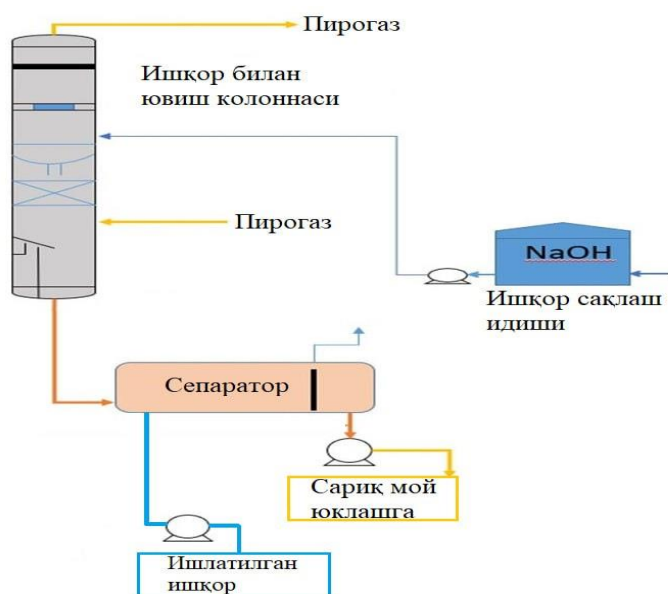
	Этан	Бутан	Енгил бензин	Оғир бензин	Газойл
Сув буғи билан туйинтириш (хомашё миқдориغا нисбатан, %)	35	50	50-60	60-70	80-100

Сув буғини мавжуд бўлиши пиролиз жараёнининг кувурлари сиртида кокс йиғилиши тезлигини пасайтиради ҳамда босим ва ҳароратни ошиб кетишига олиб келади [119-124]. Натижада кувурларни коксдан тозалаш даврини узайтириш имконини беради. Демак, пиролизга учратилаётган хомашёларни сув буғи билан туйинтириш жараёни мураккаб тарзда бориши шароитларини юмшатишга олиб келади ва жараёни селективлигини пасайтирмасдан этиленни чиқиш даражасини ошириш мумкин бўлади [4,5].

Жараён технологияси. Ишлаб чиқариш самарадорлигини янада ошириш мақсадида, дунё микёсида актуал муаммо бўлиб ҳисобланган “Сарик мой”ни ҳосил бўлишини камайтириш усули ишлаб чиқилди. Олиб борилган изланишлар натижасида “сарик мой”ни ажратиш олиш жараёнида ҳажми 35 м² бўлган сиғимли идишдан фойдаланиш бу хилдаги мойни ишқордан сепараторларда ажратиш олиш вақтини 2,0 соатгача камайтириш ва этан-этилен фракциясида “сарик мой”ни эриши таъминланиши аниқланди ва ишлаб чиқаришга жорий этилди. Натижада газ ва суюқ фазалардан иборат оқимни ажратиш учун сепараторларга берилади сепараторларда ишлатилган ишқор сарик мойдан ажратилади.

Нордон газ ва мойлардан тозаланган пирогаз ишқор колоннасини юкори қисмидан босими кутарилиб деметанизаторда метан, сепараторларда водород ажратилиб этан-этилен фракцияси деэтанизатор DA-1402 колоннасига юборилади.

Ацетиленнинг иккита молекуласини димерланиш реакциясига киришиши натижасида ҳосил бўлувчи 1,3-бутадиен углеводороди “сарик мой”ларнинг дастлабки вакили бўлиб ҳисобланади. Мой таркибида углероди C₄–C₂₈ га тенг бўлган углеводородларнинг аралашмаси бўлиб унинг кўп қисмини C₆–C₈ углеводородлари ташкил этади. “Сарик мой” ёғсимон суюқлик бўлиб, колонна тарелкалари, насадкалар, демистерлар, компрессор ишчи гилдираклари ва молекуляр элаклар юзасини қоплаб олади ва унинг активлиги ҳамда сезиларли даражада пасайтиради. Шунинг учун уни этилен мономеридан тозароқ ва тезроқ вақтда ажратилиши мақсадга мувофиқдир.



1-расм. Этилен мономерини пирогаз таркибидан ажратиш жараёнида “сарик мой”ни ҳосил бўлишини камайтириш усули. шароитларда полимерланиш реакциясини анча тез бошланиб кетишига олиб келади.

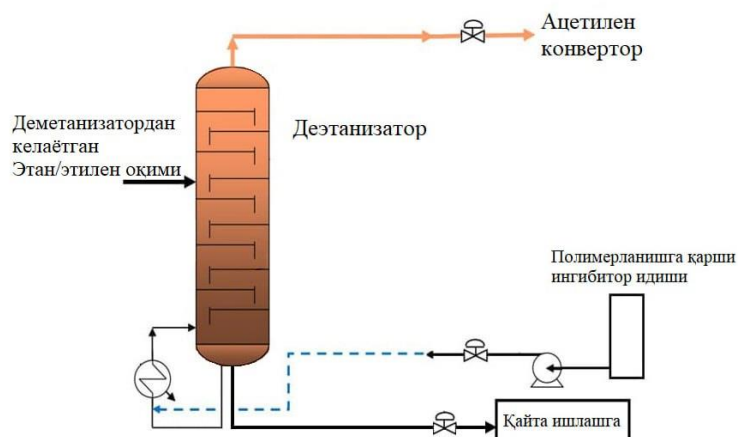
Этилен мономерини миқдорини оширишда полимерланиш ингибиторларини танлаш ва қўллаш ҳам этилен мономерини миқдорини оширишда бир омил ҳисобланади.

Углеводородларни пиролиз қилишда ҳосил бўладиган ацетиленни икки молекуласи димеризация реакциясига учраб ўзаро бирикиши натижасида 1,3-бутадиенга айланади ва бу модда энг юкори даражада полимерланишга мойил бўлиб ҳисобланади. Пиролиз хомашёси таркибидаги минимал миқдорларда мавжуд бўлган кислород бутадиенни пероксидга айлантиради. Мазкур ҳолат нормал

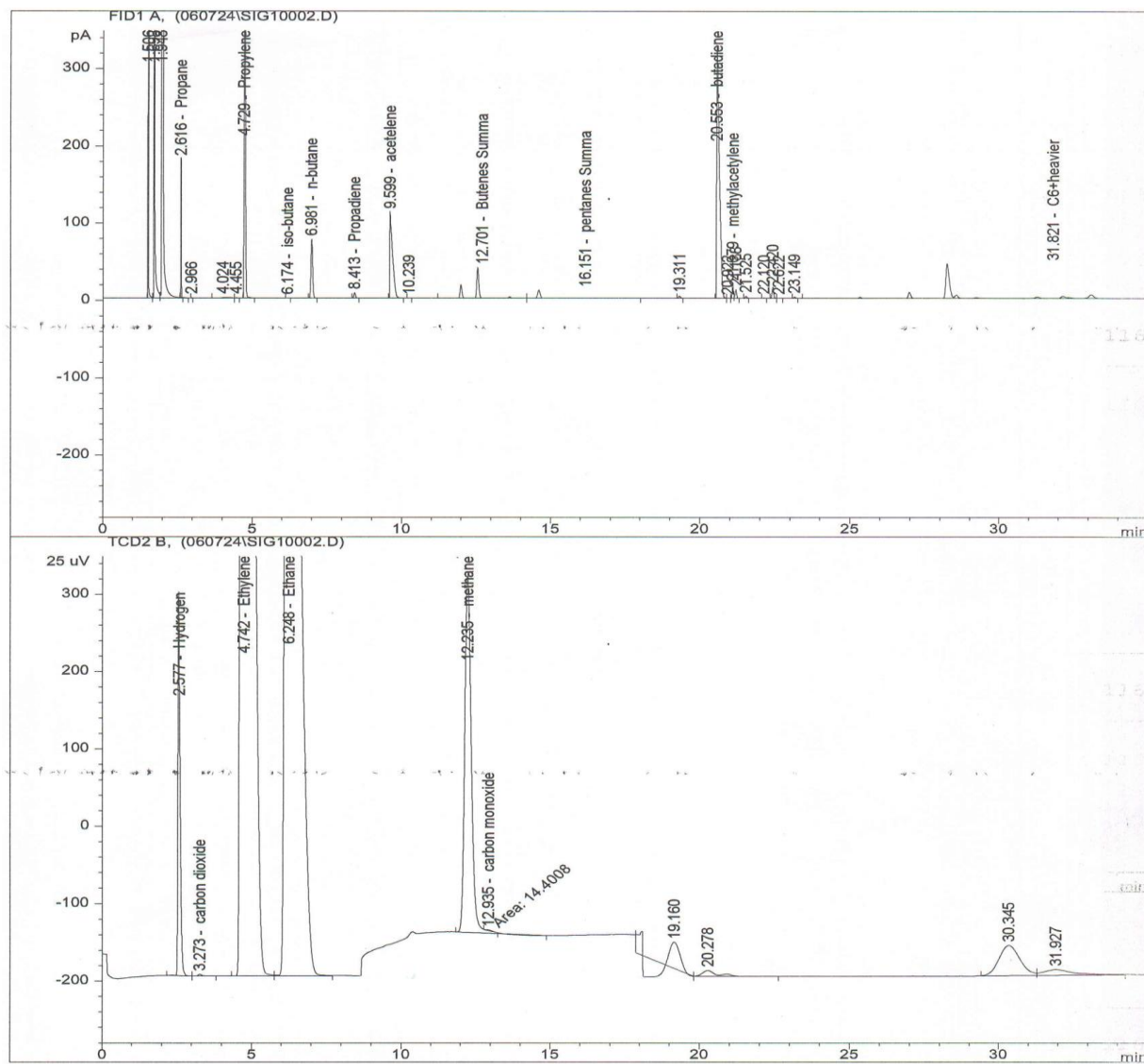
Пиролиз жараёнида полимерланиш реакцияларига учраши кераксиз жараён бўлиб ҳисобланади.

Полимерланиш реакциялари тезлигини пасайтириш ва ребойлерни ифлосланишини минимал даражада бўлишини таъминлаш учун маҳсулотни куб ребойлерига киришида, колоннанинг куйи қисмидан чиқувчи оқимларга полимерланишни камайтирувчи *petroflow* маркали ингибитор танланиб, пуркаб туриш тавсияси ишлаб чиқилди, амалиётга жорий этилди [6,7].

Умумий ҳолда ушбу мақсадлар учун уларга 0,5-1,5% миқдорларда ингибиторларни қўшиш мақсадга мувофиқдир.



2-расм. Этилен мономери миқдорини оширишда полимерланиш ингибиторларини қўллаш.



3-расм. Печлар режими ўзгартирилиб пирогаз таркибидан намуна хроматографик таҳлили (FID детекторда).

Оптимал параметрлар танланган ва такомиллаштирилган технологик қурилмалар асосида пиролиз жараёни ташкил этилди ва пирогаз газ таркибида ҳосил бўлаётган моддаларни лаборатория шароитида газ хроматографияси усулида таҳлил қилинди.

Кўпгина бирикмаларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги гелий ёки водородга қараганда анча паст бўлганлиги сабабли, таҳлил қилувчи газлар детекторга борганда детекторнинг иссиқлик ўтказувчанлиги пасаяди ва аниқланадиган сигнал ҳосил бўлади [4,5,6].

Олиб борилган тадқиқотлар, яъни танланган оптимал параметрлар ва такомиллаштирилган технологик тизимдаги ўзгаришлар асосида этилен мономер микдори (мол %) Шўртан газ-кимё мажмуаси марказий лабораториясида таҳлилдан ўтказилди. Натижалари қуйидагича: Регламент асосида дастлаб этилен мономер микдори **32,65 %** эди. технологик кўрсаткичлар: хомашё таркиби; конверсия даражаси: ҳарорат; тўйинган бўғ босими; углеводородларнинг реакция зонасида бўлиш вақти каби кўрсаткичлар оптималлаштириб, жараён натижасида олинган пиролиз газидаги этилен мономер микдори **33,32 %** экани ва ортгани кузатилди. Такومиллаштирилган технологик тизимдаги ўзгаришлар асосидаги натижалар мономер микдори 33,466 % ортганини кўриш мумкин [7].

4-жадвал

Пиролиз печларида конверсияланиш даражаси ўзгартирилган ҳолатда ажралаётган этилен микдори (мол%)

Модда номи	Пиролиз печларида конверсияланиш даражаси ўзгартирилган ҳолатда ажралаётган этилен микдори (мол%)	Лойиха ҳужжатлари ва регламент асосида ажралаётган этилен микдори (мол%)
Водород	38,304	32,92
углерод оксиди	0,0049	0,11
углерод икки оксиди	0,0069	0,03
метан	4,539	3,56
ацетилен	0,32	0,23
ЭТИЛЕН	33,466	32,65
этан	22,049	24,02
изо-бутан	0,000141	0,07
н-бутан	0,074	
пропадиен/метилацетат	0,0095	0,2
пропилен	0,46	0,39
бутен-лар	0,066моль	0,06
пропан	0,0627	0,08
бутадиен/С ₄ ацетилен	0,536	0,29
метил-ацетилен	0,000193	-
С ₆ углеводородлар	0,0959	0,06
бензол	-	0,05
толуол	-	0,01

Такомиллаштирилган технологик тизимдаги ўзгаришлар асосида этилен мономер микдори **33,466 %** эканлиги аниқланди.

$$F=33,466\text{моль\%-} 32,65\text{моль\%}=0,816\text{ моль\%} \text{ эканлиги топилди.}$$

Хулоса.

1. Пиролиз жараёни олиб бориш даврида этилен углеводородларини кераксиз полимерланиш реакцияларига учрашини тўхтатиш мақсадида ребойлерни ифлосланишини минимал даражада бўлишини таъминлаш учун маҳсулотни куб ребойлерларига киришида колоннанинг қуйи қисмидан чиқувчи оқимларга полимерланишни олдини олувчи

ингибиторларни пуркаб туриш тавсияси ишлаб чиқилди. Умумий ҳолда ушбу мақсадлар учун уларга 0,5-1,5% микдорларда ингибиторларни қўшиш мақсадга мувофиқдир [8-10].

2. Этилен мономерини пирогаз таркибидан ажратиш жараёнида “сарик мой”ни ҳосил бўлишини камайтириш усули ишлаб чиқилди. Бунда сарик мой ажралиш сизими ҳажмини ошириш орқали этилен мономерини пирогаз таркибидан тозароқ ва тезроқ ажралиши исботланди.

3. Этилен мономерини пирогаз таркибидан ажратиш олиш технологик қурилмаларни такомиллаштирилган технологияси ишлаб чиқилди.

Адабиётлар

- [1]. Кукурина О.С. Технология переработки углеводородного сырья // Учебное пособие – Санкт-Петербург : Лань, 2020, -168 стр.
- [2]. Прозорова О.Б. Развитие производства этилена-пропилена ЭП-300 в ПО “Салаватнефтеоргсинтез” в условиях рыночной экономики (1990-2000) / Прозорова О.Б., Сыркин А.М., Жирнов Б.С. // Современные проблемы истории естествознания в области химии, химической технологии и нефтяного дела: Материалы XI Международной научной конференции. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2010. – с. 115-117.
- [3]. Х.М.Тошбоев, Ш.П.Нуруллаев ва бошқалар. ШГКМ да полиэтилен ишлаб чиқариш қурилмаларини узлуксиз ишлашини таъминлаш асослари. Материалы международной конференции «Инновационные подходы к развитию образовательно-производственного кластера в нефтегазовой отрасли, Т., 2022, стр.115-118.
- [4]. Х.М.Тошбоев, Ш.П.Нуруллаев ва бошқалар. Этилен мономерини ажратиш олиш технологиясининг кинетик модели. “Назарий ва экспериментал кимё ҳамда кимёвий технологиянинг замонавий муаммолари”, Халқаро илмий-амалий анжуман материаллари, Қарши, 2023, -177-180 бетлар.
- [5]. Х.М.Тошбоев, Ш.П.Нуруллаев. Упрощенная модель получения этиленового мономера методом пиролиза на ШГКХ. Сборник статей IV-Международной НТК «Минские научные чтения-2021» (Передовые технологии и материалы будущего), Том-2, Минск, 2021, стр.53-57.
- [6]. Х.М.Ташбаев, Ш.П.Нуруллаев, Р.М.Мадиев, З.С.Алиханова. Усовершенствование получения этиленового мономера методом пиролиза // Научный журнал Universum: Технические науки. Москва, 2021, №10 (91), часть 4, стр.32-39.
- [7]. Х. Тошбоев. “Установка сепаратора (отстойника) объемом 35 м³ для удаления жёлтого масла, поступающего из куба щелочной колонны DA-1201”. Рационализаторское предложение №160, 22.02.2016 йил.
- [8]. Kh.M.Toshboev, R.Madiev, Sh.P.Nurullaev. Innovative approach to improving the process of obtaining ethylene monomer by pyrolysis // Web of scientist: International scientific research journal. Indonesia, ISSN: 2776-0979, Volume 5, Issue 2, February, 2024. Pp. 366-369. <https://wos.academiascience.org>.
- [9]. Kh.M.Toshboev, R.Madiev, Sh.P.Nurullaev. Improvement receipt process ethylene monomer by pyrolysis // International multidisciplinary research in academic science (IMRAS). Indonesia, ISSN: 2654-8259, Volume 7, Issue 02, February, 2024. Pp. 216-219. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10760299>.
- [10]. Тошбоев Х.М., Нуруллаев Ш.П., Каюмов Ж.С., Абдурахмонов А.П. Газ углеводородларини пиролиз қилиш жараёнида ишқор колоннасида “сарик мой”ни ҳосил бўлишини камайтириш // «Назарий ва экспериментал кимё ҳамда кимёвий технологиянинг замонавий муаммолари» Халқаро илмий-амалий анжумани материаллари, Қарши, 2023, 175-177 бетлар.

1917 ЙИЛГИ ИККИ ИНҚИЛОБ ДАВРИДА ТУРКИСТОНДАГИ
ИЖТИМОЙИЙ-СИЁСІЙ ВАЗИЯТ

А.А. Камилов

Фаргона политехника институти
(Қабул қилинди 01.11.2024 й.)

Аннотация. Мақолада Октябрь инқилоби арафасида Туркистондаги вазият бир қатор тарихий далиллар ёрдамида очиқ беришга ҳаракат қилинган. Бунда Чор Россиясининг маҳаллий халққа нисбатан адолатсиз муносабатда бўлганлиги, Россия империясининг манфаатлари устивор бўлганлиги, туб аҳолининг ҳуқуқ ва манфаатлари ҳар томонлама камситилганлиги муаммоларига эътибор қаратилган.

Таянч сўзлар: Туркистон ўлкаси, чоризм, “халқлар турмаси”, чоризмнинг сиёсати, миллий ҳуқуқ ва манфаатлар, адолат, озодлик, миллий озодлик.

Аннотация. В статье предпринята попытка на основе ряда исторических фактов раскрыть ситуацию в Туркестане накануне Октябрьской революции. Обращается внимание на проблемы несправедливого отношения царской России к местному населению, верховенства интересов Российской империи, всесторонней дискриминации прав и интересов коренного населения.

Ключевые слова: царская Россия, «нация народов», политика царизма, противостояние наций, местное население.

Abstract. The article tries to reveal the situation in Turkestan on the eve of the October Revolution with the help of a number of historical facts. In this, attention is focused on the problems of unjust treatment of Tsarist Russia towards the local people, priority of the interests of the Russian Empire, discrimination of the rights and interests of the native population.

Key words: Tsarist Russia, "nation of peoples", policy of tsarism, confrontation of nations, local population.

1917 йилда содир бўлган икки инқилоб оралиғидаги давр Туркистон халқлари ҳаётида ҳам алоҳида хусусиятларга эгаллиги билан ўлкамиз тарихидан муҳим жой эгаллаган. Таъкидлаш лозимки, бу даврда Туркистон халқларининг асосий қисми қишлоқ хўжалигида банд бўлган. Бундан эса Россия империяси ҳар томонлама унумли фойдаланиш учун ҳаракат қилди. 1867-1917 йиллар давомида Туркистон генерал-губернаторлигида бошқарув тизими маҳаллий халқларни эзиш, миллий камситиш ва уларни ҳар томонлама мустамлака сифатида тобе этиб туришга мўлжаллаб такомиллаштириб борилганлиги ана шундан далолат беради.

Тарихдан яхши маълумки, Туркистон ўлкаси узок давр мобайнида Россия империясининг асосий хом ашё базаси бўлиб хизмат қилган. Бунинг учун ўлкада етиштириладиган хом ашёларни ташиб кетиш учун темир йўллар қурилишига эътибор кучайтирилди. Маҳаллий халқ оммаси саноат ишлаб чиқариши ва темир йўлда ишлашга жуда кам жалб этилди.

XX аср бошларидан Туркистон ўлкасида миллий ўзлигини англаш, озодлик, демократия учун миллий-озодлик ҳаракати бошланди. 1916 йилги халқ қўзғолонлари бундай норозилик ҳаракатининг чўққиси бўлди. Чунки бу қўзғолон, Т.Рисқулов айтганидек, умумхалқ, инқилобий бўлиб, эзувчи синфларга қарши қаратилган ўн йиллаб тўпланган азоб-уқубатларнинг маҳсулидан иборат эди.

Қўзғолон бошланиши ва унинг мислсиз миқёсда кучайишида чор самодержавиесининг 1916 йил 25 июндаги фронт орқасидаги ишларга ўзбек, қozoқ, тожик, қирғиз, туркман ва чеккадаги бошқа халқларни сафарбар қилиш ҳақидаги фармони жиддий туртки бўлди.

Подшолик Россияси, амалда, “халқлар турмаси” эди. Чунки чоризмнинг сиёсати асрлар давомида миллатларни бир-бирига тўқнаштириш, уларни эзиш, чекка ўлкалардаги маҳаллий аҳолининг тили, урф-одатларини камситиш ва ҳаёт тарзини руслаштиришга қаратиб келинди. Мавжуд тузум бошқарувининг мустабид ҳарбий-мустамлакачилик тузumi маҳаллий аҳолини давлат ҳақидаги тушунчаларини эзгилашга, маданиятини топташга, она

тилини суриб чиқаришга, фуқароларда итоаткорлик руҳини сингдириш ва сақлаб қолишга қаратилган эди. Туб аҳоли ўз юрти ва мамлакатини бошқаришдан маҳрум этилиб, ўз миллий давлатини барпо этиш эркидан мосуво қилинган эди.

Туркистон ўлкаси этник жиҳатдан кўп миллатлилиги билан бошқа худудлардан ажралиб турар эди. Жумладан, демографик маълумотларга кўра, бу даврда ўлкада истиқомат қилган аҳолининг 35, 77% аҳолини ўзбеклар, 44, 36% ни қозиқлар ва қирғизлар, 6,73% ни тожиклар, 4,98% ни туркманлар, 3,75% ни руслар, 2,36% ни қорақалпоқлар, 2,15% ни эса бошқа миллат вакиллари ташкил қилар эди.

Чор ҳукумати Туркистонда саноатдан кўра қишлоқ хўжалигини ривожлантиришдан манфаатдор бўлганлиги равшан эди. Зеро, фақат хом-ашё етказувчи аҳоли онгида курашувчанлик ҳисси ҳам, истаги ҳам доимо суёт бўлади. Шунинг учун асосан аграр ўлка бўлган Туркистон иқтисодий жиҳатдан заиф ривожланган эди бу даврда. Буни аҳоли таркибига нисбатан ҳам кўришимиз мумкин. Масалан, 1917 йили Сирдарё вилоятида қишлоқ аҳолиси 1770 минг кишини ташкил этган бўлса, шаҳар аҳолиси 358 минг эди, холос. Бу рақамлар Фарғонада 2045 минг ва 388 минг, Самарқандда 799 минг ва 176 минг, Закаспийда 468 минг ва 137 минг, Еттисувда 1387 минг ва 113 минг кишини ташкил этади [10]. Шаҳарлардаги мавжуд саноат корхоналарида эса техник ва технологик жиҳозланиш даражаси жуда пайт ва қолоқ эди. Уларда асосан қўл меҳнатидан фойдаланиш устун бўлиб, саноат корхоналарининг иш фаолияти асосан қишлоқ хўжалик маҳсулотларини дастлабки қайта ишлашга мослаштирилган эди.

Темир йўл хизмати соҳасида асосан руслар ишларди. Подшо ҳукумати, ҳаттоки, қуйи лавозимларга ҳам маҳаллий миллат вакиллари яқинлаштиришни истамас эди. Уларнинг мақсади темир йўл хизматини “қўз қорачиғидек” сақлашдан иборат эди. Маҳаллий миллат вакиллари асосан қора иш ва ёрдамчи хўжалик ишлари билан банд эди. Бу соҳадаги умумий ишчиларнинг 76,6% ини маҳаллий туб аҳоли вакиллари ташкил қилганлиги ана шундан далолат беради. Аммо кўпчилик ишчилар бундай ишларга мавсумий қабул қилинарди.

Шундай қилиб, Ўрта Осиёда маҳаллий миллат ишчилари синфи икки ёклама, ҳатто уч ёклама зулмга маҳкум эдилар. Мустамлакачилик зулми Россиянинг Оврупа қисми худудидаги аҳволдан анча юқори эди.

1917 йил февраль инқилоби Россияда чор самодержавиесини ағдариб ташлади. Унинг ўрнига Муваққат буржуа ҳукумати ҳокимият тепасига келди. Чоризмнинг ағдарилиши 10 март куни Туркистон бўйлаб кенг нишонланди. Бўлиб ўтган кўп минг кишилиқ митингларда янги ҳукумат хўжалик тақчиллиги билан курашади, ер ва сувдан фойдаланиш масаласини ҳал этади, миллатлар ҳуқуқлари ва манфаатларини ҳимоя қилади, деб умид боғладилар. Шунингдек, бу инқилоб чекка ўлкалардаги қашшоқ халқ оммасининг ижтимоий ва миллий соҳада эркин бўлишига умид уйғотди. Аммо рус буржуазиясининг миллий масаладаги сиёсати Февраль инқилобидан кейин ҳам ўзгармай қолди. Кенг халқ оммаси бу ҳолатни, кечикиб бўлса-да, тушуна боришга мажбур бўлди.

Муваққат ҳукумат ўзининг тадбирларидан бири сифатида 1917 йил 20 мартда миллий ва сажда қилиш ҳақидаги чеклашларни бекор қилиш ҳақида декрет қабул қилди. Лекин ҳужжатда айтилган бўлса ҳам амалда рус бўлмаган халқларнинг ҳақ-ҳуқуқлари эскича, рус тили эса умумдават тили бўлиб қолаверди. Шу маънода Муваққат ҳукумат Туркистон ўлкасида миллий муносабатларнинг Февраль инқилобидан олдинги ҳолатда бўлишига ҳаракат қилди, холос. Бу ҳукуматнинг бўлғуси бошлиғи А.Ф.Керенский 1915 йил декабрдаёқ Давлат думасининг яширин мажлисида шундай деган эди: “Туркистон ва Чўл қирғиз вилоятлари – бу Тула ёки Тамбов губерниялари эмас. Уларга инглизлар ва французлар ўз мустамлакаларига қарагандек қараши мумкин”[11]. Демак, мана шу сиёсат йўлини тутган Муваққат ҳукуматнинг миллий масаладаги сиёсати фақат қоғозда қолди.

Туркистон генерал-губернаторлиги тугатилган вақтда ўлкада 5250 минг киши яшарди. Шулардан, 41% - ўзбеклар, 19% - қozoқлар, 8% - тожиклар, 5% - туркманлар, 1,5% - қорақалпоқлар, 25,5% - руслар ва бошқа миллат вакиллари эди [12]. Жами аҳолининг 80% га яқини қишлоқ хўжалиги ишлари билан банд эди.

Туркистон ўлкасида рус капиталистлари ва помещикларининг аввалги мустамлакачилик сиёсати давом эттирилди. Февраль инқилобидан кейин бир ой давомида ўлканинг аввалги генерал-губернатори Куропаткин ҳокимиятни бошқариб турди. У ўзбек, қирғиз, қозоқ халқларининг унумдор ерларини тортиб олиб, ўзларини чўлларга ҳайдаш сиёсатини давом эттирди. Фақатгина ишчи ва аскарларнинг талаби билан 31 март куни Тошкент эсерменшевиклар кенгаши уни ишдан бўшатиб, уй қамоғига жўнатди.

Чор самодержавиеси ағдарилгандан кейин Ўрта Осиё ва Қозоғистонда социал-демократик ташкилотлар ўзларининг фаолиятларини қайта тикладилар ва кенгайтирдилар. Тошкент социал-демократик ташкилоти ҳаммадан олдин ўз фаолиятини қайтадан бошлади. РСДРП бирлашган Тошкент ташкилоти аъзоларининг сони бошланғич даврида 300 кишигача етди, бироқ улардан бир нечтасигина маҳаллий миллат вакиллари эди. Бу ташкилотнинг асосий ўзагини темир йўл устахоналари ишчилари ташкил этарди.

Шундай бўлса-да, мазкур ҳолат Туркистон ўлкасидаги ижтимоий-сиёсий ҳаётда маълум сиёсий куч юзага кела бошлаганлигини кўрсатар эди. Инқилобнинг дастлабки давридаёқ Тошкентнинг ўзида 20 дан ортиқ ижтимоий-сиёсий ташкилотлар вужудга келди. Тошкентнинг эски шаҳар қисмида 5 март куни зиёлилар ташаббуси билан “Ерлилар кўмитаси” тузилди, 8 мартда эса муаллимлар, шифокорлар, гумашталар ва хизматчилар жамиятлари ташкил топди. Андижонда “Озод халқ”, “Хуррият”, “Маърифат”. Самарқандда “Муравважул ислом”, Каттақўрғонда “Равнақул ислом” каби ташкилотлар тузилди [13]. Лекин империяда обрў-эътибор қозонаётган партия ўз қарашлари устунчилигига эриша бошлади. Буни большевикларнинг 1917 йил VII бутунроссия Апрель конференцияси мисолида кўриш мумкин. Унда миллий масала бўйича доклад қилган Сталин большевиклар партиясининг миллий масаладаги: “миллатларни ажралиб чиқиш ва мустақил давлат тузишгача бўлган ўз тақдирини ўзи белгилаши” ҳукуқи программ талабларини чуқур таҳлил қилиб берди. Лекин, афсуски, тарихнинг “аччиқ сабоғи” шундай бўлдики, ўзини “халқпарвар” деб билган партиянинг бу сиёсати КПСС ўз фаолиятини тугатгунга қадар ҳукм суриб келди.

Тошкентда, шунингдек, латиш социал-демократик группаси ҳам ташкил топди. У 40 кишини бирлаштирган эди. Март ойида социал-демократик ташкилотлар Наманган, Андижон, Қўқонда ташкил топди. РСДРП Қўқон ташкилоти ўз матбуот органи – “Кокандский рабочий” (“Қўқон ишчиси”) рўзномасига эга эди.

Лекин бу социал-демократик ташкилотлар ва жамиятлар миллий сиёсатда маҳаллий миллат манфаатларини ҳимоя қиладиган даражада кураш олиб боролмас эди. Чунки ташкилот аъзоларининг оз қисмигина маҳаллий миллат вакилларидан иборат бўлиб, ташкилот большевик ва меньшевикларни бирлаштиргани учун қарашлардаги фикрлар ҳам турлича эди, маҳаллий миллат тилида матбуот органлари жуда оз эди.

Туркистон ўлкаси сиёсий ва иқтисодий соҳадагина эмас, балки маданий соҳада ҳам тараққиётдан анча орқада эди. Буни Туркистон ўлкаси собиқ генерал-губернатори Куропаткин ҳам таъкидлаб, “биз 50 йил давомида маҳаллий аҳолини тараққиётдан нарида, мактабдан ва рус ҳаётидан узоқда ушлаб турдик”, деган эди. Чоризм мустамлакачилик сиёсати адабиёт, санъат, матбуотнинг эркин ривожига катта тўсиқ бўлди. Ўзбек, қозоқ, тожик, қирғиз, туркман болалари учун диний мактаблар мавжуд бўлиб, у ерда қуръон араб тилида ўргатиладди. Талабалар уни ёддан айтишга ўргатилиб, араб алифбоси ўргатилмасдан туриб Қуръон оятларини ёд олишга мажбур этилади. Шуниси ҳам эътиборлики, бу вақтда ўлкада маҳаллий миллатнинг она тилида бирон-бир олий ўқув юрти бўлмаган, олий маълумотлилар эса марказий шаҳарларда таълим олишган.

Хулоса. Ушбу мақолада Туркистон вилоятининг маданий соҳадаги орқада қолиши ва бу ҳолатнинг сабабларига эътибор қаратилган. Собиқ генерал-губернатор Куропаткиннинг фикрига кўра, маҳаллий аҳолини ривожланишдан четлаб, таълим ва рус маданиятидан узоқлаштириш сиёсати олиб борилган. Чоризм давридаги мустамлакачилик сиёсати эса адабиёт, санъат ва матбуотнинг эркин ривожланишига катта тўсиқ бўлган. Мактаблар асосан диний бўлиб, ўқувчилар фақат Қуръонни араб тилида ёд олишга ўқитилган, бу эса уларнинг

она тилида таълим олиш имкониятларини чеклаган. Натижада, маҳаллий халқлар учун ўқитувчи ва олий маълумотли мутахассислар етишмаслиги муаммоси юзага келган. Умуман олганда, мақола Туркистон вилоятининг маданий ривожланишидаги тўсиқларни ва таълим соҳасидаги камчиликларни кўрсатади.

Адабиётлар

- [1]. Победа Советской власти в Средней Азии и Казахстане. Ред. Кол. Ташкент. Фан, 1967, С. 62.
- [2]. Раджапов С. Создание Узбекского социалистического государства. Ташкент. Госиздат УзССР, 1950, С.17.
- [3]. Гафурова К.А. Борьба за интернациональное сплочение трудящихся Средней Азии и Казахстана в первые годы Советской власти (1917-1924 гг) М., Наука, 1972, С.83
- [4]. Қаранг: Фан ва турмуш, 1991 й., 2-сон, 18 б.
- [5]. O'zbekiston Respublikasining Konstitusiyasi. –Toshkent: “O'zbekiston”, 2018. –B. 29. (Constitution of the Republic of Uzbekistan. - Tashkent: "Uzbekistan", 2018. -b. 29.)
- [6]. Jalilov Sh. Davlat hokimiyati mahalliy organlari islohoti: tajriba va muammolar.-T.,1994. 192 b.; Jalilov Sh. Mahalla yangilanish davrida. - T., 1994. 72 b.; Jalilov Sh. Mahalla: o'zini o'zi boshqarishning huquqiy kafolati. - T., 1999. 320 b.; Jalilov Sh.. Kuchli davlatdan - kuchli jamiyat sari: tajriba, tahlil, amaliyot. - T., 2001. 160 b. (Jalilov Sh. Reform of the local authorities: experience and problems., T., 1994. 192 b. ; Jalilov Sh. During the neighborhood renewal. - T., 1994. 72 p. ; Jalilov Sh. Neighborhood: Legal guarantee of self-government. - T., 1999. 320 p. Jalilov Sh .. From a powerful state to a strong society: experience, analysis, practice. - T., 2001. 160 p.)
- [7]. Saidov A.X. Mahalla va o'zini o'zi boshqarish organlari: erkinlashtirish va zamonaviylashtirish // Demokratlashtirish va inson huquqlari. - T., 2000. №1. 11 - 17 b. (Saidov A.X. Neighborhood and self-government bodies: liberalization and modernization // Democratization and human rights. - T., 2000. №1. 11 - 17 p.)
- [8]. Komilov K. O'zbekiston Respublikasi Konstitusiyasi asosida fuqarolarning o'zini o'zi boshqarish organlari to'g'risidagi qonunni takomillashtirish zarurligi to'g'risidagi fikr va mulohazalar // O'zbekiston Respublikasi Konstitusiyasi asosida fuqarolarning o'zini o'zi boshqarish organlari to'g'risida. - T., 1997. 149-151 b.(Kamilov K. Comments and comments on the need to improve the law on citizens' self-government bodies on the basis of the Constitution of the Republic of Uzbekistan // Citizens' self-government on the basis of the Constitution of the Republic of Uzbekistan about bodies. - T., 1997. 149-151.)
- [9]. Suvonqulov M. O'zbekiston Respublikasida fuqarolar o'zini o'zi boshqarish organlari faoliyatining nazariy - huquqiy masalalari: yurid. fanlari nomzodi ... (dis. avtoref. - T., 2002. -24
- [10]. Победа Советской власти в Средней Азии и Казахстане. Ред. Кол. Ташкент. Фан, 1967, С. 62.
- [11]. Раджапов С. Создание Узбекского социалистического государства. Ташкент. Госиздат УзССР, 1950, С.17.
- [12]. Гафурова К.А. Борьба за интернациональное сплочение трудящихся Средней Азии и Казахстана в первые годы Советской власти (1917-1924 гг) М., Наука, 1972, С.83
- [13]. Фан ва турмуш, 1991 й., 2-сон, 18 б.

ҚУРИЛИШ МАТЕРИАЛЛАРИ САНОАТИДА ИШЛАТИЛГАН ОЛОВГА ЧИДАМЛИ
МАТЕРИАЛЛАРДАН ҚАЙТА ФОЙДАЛАНИШ

Р.Ж. Тожиев, Б.С. Ортиқалиев

Фаргона политехника институти
(Қабул қилинди 11.09.2024 й.)

Аннотация. Мақолада қурилиш саноатида оловга чидамли материалларни қўллаш ва ишлатиш жараёнида ҳосил бўладиган оловбардош чиқиндиларни қайта ишлаш ҳақида ёзилган. Қурилиш саноатининг келажакдаги ривожланишида оловга чидамли чиқинди материалларидан фойдаланиш ва қайта ишлатишда максимал даражада ошириш керак ва оловга чидамли материаллардан ишлаб чиқарилган юқори қўшимча қийматли маҳсулотларни доимий равишда тарғиб қилиш, оловга чидамли материаллардан фойдаланиш тўғрисида ёзилган.

Таянч сўзлар: оловга чидамли материал, саралаш, тозалаш, энергия тежаш, идиш, чиқинди, хом-ашё, технология, атроф-муҳит

Аннотация. В статье описана переработка огнеупорных отходов, образующихся при применении и использовании огнеупорных материалов в сфере сноса зданий. В будущем развитии строительной отрасли следует максимально увеличить использование и повторное использование отходов огнеупорных материалов, а также постоянное продвижение продукции с высокой добавленной стоимостью из огнеупорных материалов, основанной на использовании огнеупорных материалов.

Ключевые слова: огнеупорный материал, сортировка, очистка, энергосбережение, тара, отходы, сырье, технология, окружающая среда.

Abstract. The article describes the processing of refractory waste generated during the application and use of refractory materials in the demolition industry. In the future development of the construction industry, the use and reuse of waste refractory materials should be maximized, and the continuous promotion of high value-added products made of refractory materials is written on the use of refractory materials.

Keywords: fire-resistant material, sorting, cleaning, energy saving, container, waste, raw materials, technology, environment.

Оловга чидамли материаллар қурилиш материаллари саноатида кенг қўлланилади, корхоналар узлуксиз ишлаб чиқаришни таъминлаш учун юқори ҳароратларда ишлаш учун катта миқдорда оловга чидамли материалларни сотиб олишлари керак бўлади.

Корхоналарда ҳар бир ишлаб чиқариш жараёни чўян ва пўлат печларнинг кундалик тамири ва чўян сув идишидаги оловга чидамли материалларни ишлатиш оловга чидамли чиқинди материалларини ҳосил бўлишига олиб келади.

Умуман олганда, кўпчилик корхоналар ишлаб чиқариш жараёнларида ҳосил бўлган оловга чидамли чиқинди материалларини йўқ қилиш усулидан фойдаланишга қарор қилмоқдалар. Лекин айрим қурилиш саноатини ўзгартириш ва модернизация қилиш, энергия тежаш ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш талабларини ишлаб чиқиш, пўлат қолдиқларидан оловга чидамли материалларни танлаш, таснифлаш ва махсус қайта ишлаш, юқори оловга чидамли хом ашёни, ҳар томонлама ишлаб чиқиш ва қайта ишлаш мумкин, нафақат қурилиш саноатини ўзгартириш ва янгилашга ёрдам беради, қурилиш корхонасининг иқтисодий айланишини амалга оширади, иқтисодий ёқотишларни камайтириши мумкин [1].

Ҳозирги вақтда Хитойда оловга чидамли чиқиндиларнинг йиллик ишлаб чиқарилиши ўсишда давом этмоқда, бу нафақат чиқиндилар ҳажмининг ошишига, пўлат фабрикаларини ишлаб чиқариш ва тозалаш харажатларининг ошишига, балки атроф-муҳитнинг ифлосланишига ҳам олиб келади.

Оловга чидамли материалларни технологик қайта ишлаш орқали саноат аҳамиятига эга бўлган янги маҳсулотларни олиш мумкин.

Шан Стеел Групп, Хитойнинг шимоли-гарбий қисмида йиллик 10 миллион тонна йирик ишлаб чиқариш қувватига эга бўлиб, гарбий минтақада биринчи даражали пўлат материаллар етказиб берувчи вазифасини амалга ошириш мажбуриятини олади, ҳар йили

бази бир қисмини ҳисобга олмаганда, катта миқдорда оловга чидамли материаллар истемол қилинади. Ишлаб чиқариш таннархи, гуруҳнинг миқдори шунингдек, оловга чидамли материаллар ишлаб чиқариш ва қайта ишлаш заводларига, оловга чидамли материаллар чиқиндиларининг бир қисмини, қайта ишлашга, саралашга эга бўлади [2].

Биринчи қадам - материалларни таснифлаш ва чиқиндилардан оловга чидамли материалларини саралаш. Оловга чидамли материалларнинг катта миқдорини қайта ишлаш.

Биринчидан, оловга чидамли материалларнинг бир қисми тўғридан-тўғри чиқиндилар сифатида қайта ишланади;

Иккинчидан, тўғридан-тўғри фойдаланиш учун оловга чидамли материалларнинг парчаларини бир қисми, тозалаш ёки оловга чидамли қисмларининг ифлосликлардан тозалаш, ёндириш орқали олиб ташлаш;

Учинчидан, қолдиқларни тозалаш ва чиқиндиларни оловга чидамли материалларни кимёвий тозалашдан сўнг, чиқиндиларнинг яна бир қисмини ишлаб чиқариш ва қайта тиклаш учун танлаш ва таснифлаш мумкин. Қолдиқ гишт ва рефрактер астар қуйиш жараёнини қайта ишлаш орқали маҳсулотдан олдинги хом ашёни олиш мумкин, сўнгра хом ашёни қайта ишлаш ва гранулалар сифатида фойдаланиш мумкин.

Гарчи улар атроф-муҳитни муҳофаза қилиш муаммосининг бир қисмини ҳал қилиш учун оловга чидамли усуллардан фойдаланишдан воз кечган бўлса-да, бази иқтисодий манфаатлар, шунингдек, маҳсулот сифатини сезиларли даражада пасайтиради, шунинг учун оловга чидамли материалнинг чиқиндиларини қайта ишлашда, усулнинг кейинги қўлланилиши рефрактерни қайта ишлашдир. Материалларни кенг қамровли қайта ишлаш ва қайта ишлаш учун материалларни қайта ишлаб чиқариш технологияси, масалан, янги оловга чидамли хом ашёни қўшиш, янги материалларни синтез қилиш ёки жисмоний тозалашни қайта ишлаш учун оловга чидамли ишлаб чиқариш технологиясидан фойдаланиш ёки оловга чидамли материални кукун ёки нанометр кукунига қайта ишлаш учун чиқиндиларни саралаш орқали бошқа жараёнлар тўлиқроқ амалга оширилади [3].

Оловга чидамли материаллардан фойдаланиш жараёнида қурилиш саноати чиқиндиларни оловга чидамли материаллардан фойдаланишнинг янги усулларини ишлаб чиқиш ва ўрганишга қаратилиши керак ва оловга чидамли чиқинди материаллардан фойдаланиш даражасини ошириш мақсадига эришиш учун оловга чидамли чиқинди материаллардан фойдаланиш қийматини яхшилашга ҳаракат қилиши ва нол чиқиндиларни йўқ қилиш керак бўлади.

Ҳозирги вақтда Шаанхи Стеел Групп асосан қайта ишланган рефрактер материалларни қайта ишлашнинг иккита усулини тадқиқ қилди: (1) саралашдан кейин бир нечта аралашмаларга эга қайта ишланган материаллар тўғридан-тўғри заррачалар ҳажми таснифига кўра қайта ишланади ва бир хил хом ашё ишлаб чиқариш жараёнига айланади.

(2) кўпроқ аралашмаларни ўз ичига олганлар саралангандан кейин яна сараланиши керак ва темир магнит ажратилгандан кейин парчаланиши керак.

Масалан, оловга чидамли қуйма темир учун қайта ишланган материал одатда шлакли труба материали сифатида ёки майдалаш ва олиб ташлаш, магнит ажратиш ва бошқа қайта ишлаш жараёнларидан кейин юқори ўчоқ шлақларини ишлаб чиқариш учун хом ашё сифатида ишлатилади. Натижалар жуда яхши ва иқтисодий фойда келтиради.

Темир ва пўлатдан ясалган юқори алуминали гиштларни, гиштли магнезит деворини печ билан, темир қозон ферроқотишма эритиш печини ягона қайта ишлаш орқали ва барча турдаги оловга чидамли саралаш элақлари. магний оксиди бўлимига кўра, ташлаб юборилган алюминий оксиди, углерод, ўз навбатида, таркибида углерод бўлмаган ва ўхшаш бўлмаган материаллар ёки темир билан аралаштирилган, ҳали ҳам магнит ажратиш усули билан ажратилиши керак.

У тахминан турли хил материалларни ҳосил қилиши мумкин, масалан, чиқинди магнезияли углерод гиштлири, чиқинди алюминий магнезияли углерод гиштлири, чиқинди алюминий кремний карбид гиштлири, чиқинди магнезия гиштлири, чиқинди магнезияли хром гиштлири, чиқинди алюминий юқори таркибли алюминий гишт (шу жумладан муллит

ва пўлат жаде гиштлири) ҳар бир қурилиш корхонасининг материалларга бўлган талабларини ишлаб чиқаришда бевосита қўлланилиши мумкин.

Саралашдан сўнг янги рефрактер оловга чидамли материал қўшиш учун 2 нисбатига мувофиқ бўлиши керак, шунингдек, чуқурликда янги рефрактер қайта ишлаш нисбати билан аралаштирилган бўлиши мумкин, яхлитлик қуйиш ёки қуйма тўқималарни ишлаб чиқариш усули янги оловга чидамли маҳсулотларни қайта ишлаш, шунинг учун оловга чидамли материаллардан фойдаланган ҳолда бошқа жараёнларнинг талабларини қондириш, қуйма темир таннархида оловга чидамли материал тайёрлашни камайитириш ва ишлаб чиқариш ва эксплуатация қилиш корхонасига айлантириш [4].

Шу билан бирга, келажакдаги ривожланиш жараёнида чиқиндиларни қайта ишлашга чидамли материалларни кенг қамровли қўллашни янада рағбатлантириш, қайта ишланган маҳсулотларнинг қўшимча қиймати ва технологик даражасини яхшилаш, чиқиндиларни қайта ишлашга чидамли материалларни қўллаш доирасини кенгайтириш ва оловга чидамлилиги туфайли атроф-муҳитнинг ифлосланишини камайитириш зарур.

Қўп амалиётдан оловга чидамли материаллар чиқиндиларини қайта тиклаш технологиясини такомиллаштириш шуни кўрсатадики, чиқиндиларни қайта ишлаш технологияси ва қўлланилиши даражасини ошириш учун, бир томондан, оловга чидамли чиқинди материални қайта ишланган маҳсулот эрозияга чидамлилигини, каррозияга қаршилигини ва бошқа хусусиятларни яхшилаш, сифатни самарали яхшилаш имконини беради. Чиқиндиларни қайта ишлаб чиқариш, оловга чидамли материал ёқотилишини камайитириш, оловга чидамли материаллар чиқиндиларини йўқ қилишни оптималлаштириш тасирга эга;

Шу сабабли, қурилиш саноатида чиқиндиларни оловга чидамли материаллардан фойдаланишни кучайтириш учун нафақат барча турдаги оловга чидамли материаллардан комплекс фойдаланиш, балки чиқиндиларни қайта ишлаш технологияси ва жараёнига ҳам этибор қаратиш ва турли хил материалларни қўллаш керак.

Материалнинг ўзи ишлаб чиқариш жараёнида юқори қаттиқлик ва юқори ҳароратли эрозияга эга, органик ва ноорганик бирикмалар мажмуасини шакллантириш, майдалаш, кучдан ҳимоя қилиш, ишлаб чиқариш самарадорлиги паст бўлган оловга чидамли материал бўлиб, материалга қўйиладиган махсус талаблар туфайли, бир вақтнинг ўзида қуруқ бўлиши керак, майдалаш жараёни муқаррар равишда чанг бўлади, ходимлар ва атроф-муҳит объектларидан чангни тозалаш учун кўплаб қурилмаларга сармоя қилиш керак, бу эса юқори экологик харажатларга олиб келади.

Оловга чидамли материалларни бузиш ва тиклаш фақат техник хизмат кўрсатиш ва тамирлаш оралигида амалга оширилиши мумкин ва шу билан бирга, шикастланган асбоб-ускуналарни ўз вақтида тамирлаш керак. Иш жойидаги муҳит бир-бири билан чамбарчас боглиқ ва кўпинча вақт билан чекланган техник хизмат кўрсатишга тўғри келади, бунинг натижасида чиқиндига чидамли материаллар тўғридан-тўғри тозаланади ва тузатиш ишларига тасир қилади [5].

Хулоса. Хулоса қилиб айтганда, қайта тикланадиган манба сифатида оловга чидамли чиқиндилар пўлат ишлаб чиқариш ва эксплуатация қилишнинг иқтисодий ва ижтимоий афзалликларини яхшилаш учун қурилиш саноати харажатларини самарали равишда камайитириши, атроф-муҳитни муҳофаза қилиш ва қурилиш корхоналарининг барқарор ривожланишига ёрдам бериши мумкин.

Ҳозирги вақтда қурилиш саноатида оловга чидамли чиқинди материаллардан фойдаланиш маълум бир миқёсга эга, масалан, чиқинди темир-бетон хандақ, углеродли чиқиндилар магний гиштлири аста-секин кенг қамровли қайта ишлашга айланади.

Шу билан бирга, қурилиш саноатининг келажакдаги ривожланишида оловга чидамли чиқиндиларни материаллардан фойдаланиш ва қайта ишлашни максимал даражада ошириш керак ва оловга чидамли материаллардан ишлаб чиқарилган юқори қўшимча қийматли гишт маҳсулотларни доимий равишда тарғиб қилиш ва оловга чидамли чиқинди материаллардан фойдаланиш керак.

Адабиётлар

- [1]. Хорошавин, Л.Б. Значение вторичных огнеупоров недооценено / Л.Б. Хорошавин // Уральский рынок металлов. 2006. № 8. – С. 39–42.
- [2]. Хорошавин, Л.Б. Современные тенденции развития производства и применения огнеупоров. / Технология композиционной керамики в материаловедении: материалы заочной Всероссийской конференции. – Уфа: Вагант, 2008. – С. 22–30.
- [3]. “Иқтидорли талабалар, магистрантлар, докторантлар ва мустақил изланувчилар “ илмий – амалий анжумани материаллари 2018 йил 11-12 май. 25-бет. “ Донадор ва сочилувчан материалларни саралаш машинаси” т.ф.д, проф: Тожиев Р.Ж, магистрант: Ортиқалиев Б.С.
- [4]. “Истеъмол бозорини сифатли озиқ-овқат маҳсулотлари билан таъминлаш-фаровонлик ва тараққиётнинг муҳим омили” республика илмий - амалий анжумани материаллари 2018 йил 4-5 май. 279-бет. “ “KVARTS” АЖ да Оловбардош гишт хомашёсини саралаш жараёнларини тадқиқ қилиш” т.ф.д, проф: Тожиев Р.Ж, магистрант: Ортиқалиев Б.С.
- [5]. Тожиев Р.Ж., Садуллаев Х.М., Ортиқалиев Б.С. Техноген хом-ашёлардан тайёрланган оловбардош гиштнинг хоссаларига тўлдирувчи моддалар гранулометриқ таркибининг таъсири ФарПИ ИЛМИЙ-ТЕХНИКА ЖУРНАЛИ 2024, Т.28. спец. выпуск №15 9-13 бетлар.

УО‘К 677.21

ПАХТА СЕПАРАТОРИДА СИДИРГИЧЛАР СОНИНИНГ ТАҲЛИЛИ

М.А. Саломова

Наманган тўқимачилик саноати институти,

mashhurasalomova695@gmail.com

(Қабул қилинди 11.09.2024 й.)

Аннотация. Ушбу мақолада пахта тозалаш корхоналарида пахтани ишлаб чиқариш жараёнида пахтани ҳаводан ажратиш олишда қўлланиладиган пахта сепараторининг сидиргичлар сонини таҳлил қилинган. Бунда тозалаш самарадорлигини оширишда сепараторнинг сидиргичлар сонига боғлиқлиги келтирилган.

Таянч сўзлар: пахта, тола, чигит, сепаратор, сидиргич, қувур, циклон.

Аннотация. В данной статье анализируется количество хлопкосепараторных валиков, используемых для отделения хлопка от воздуха при производстве хлопка-сырца на хлопкоочистительных заводах. Показана зависимость эффективности очистки сепаратора от количества скреберов.

Ключевые слова: хлопок, волокно, семена, сепаратор, полоскатель, труба, циклон.

Abstract. This article analyzes the number of cotton separator wipers used to separate cotton from the air during cotton production at cotton ginning plants. The dependence of the separator's cleaning efficiency on the number of scrapers is shown.

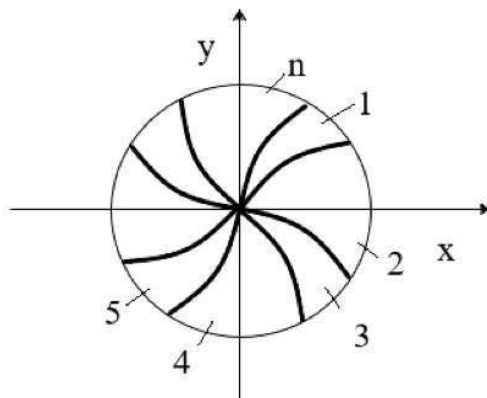
Key words: cotton, fiber, seed, separator, sweeper, pipe, cyclone.

KIRISH

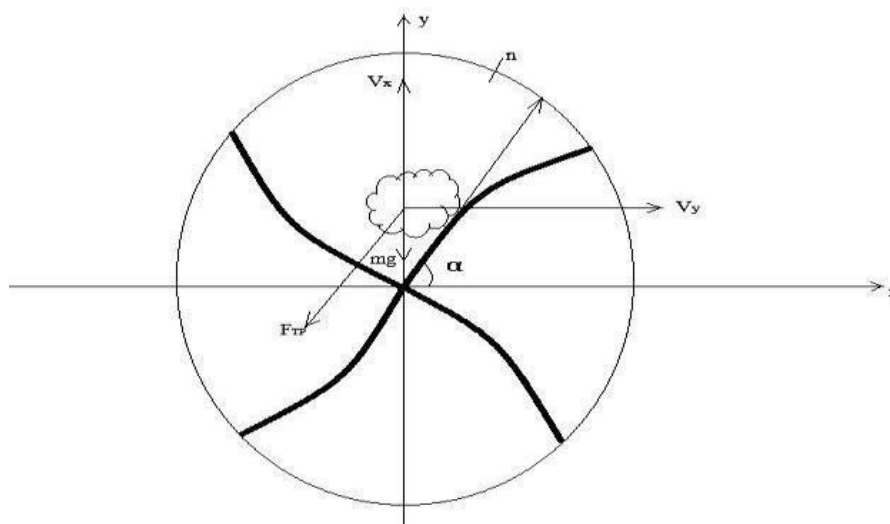
Республикамизда пахта етиштириш ва уни чуқур қайта ишлаш асосида юқори қўшимча қийматга эга бўлган маҳсулотлар ишлаб чиқаришнинг кластер усули жорий этиш, пахтани етиштириш, йиғиб-териш олиш, ғарамларга жойлаш, ишлаб чиқариш жараёнига узатиш, куриштиш ва тозалаш, жинлаш жараёнларидан ташқари, йиғириш, тўқиш, бўйаш-пардозлаш, тикиш жараёнлари бўйича кенг кўламли чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. 2022-2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясида жумладан, «Миллий иқтисодиёт барқарорлигини таъминлаш ва ялпи ички маҳсулотда саноат улушини оширишга қаратилган саноат сиёсатини давом эттириб, саноат маҳсулотларини ишлаб чиқариш ҳажмини 1,4 бараварга ошириш»² бўйича вазифалари белгиланган. Ушбу вазифани амалга оширишда, хусусан, пахта хомашёсини ишлаб чиқариш жараёнига дастлабки сифат кўрсаткичларига таъсир кўрсатмасдан узатиб берилиши натижасида хомашёни сифат кўрсаткичларини сақлаш учун илмий асосланган самарали технологияларни, маҳсулот

сифати ва табиий хусусиятларининг бузилишига олиб келувчи омилларини бартараф этувчи техникавий ечимларни ишлаб чиқиш муҳим ҳисобланади [1-3].

Сидиргичлар сонини кўпайтириш натижасида турли юзага ёпишган пахтани ажратиш олиш самарадорлигини ошириш. Тавсия қилинаётган сидиргичнинг ёй шаклида келтириш орқали турли диск юзасига ёпишиб қолган пахта бўлакчаларини ажратиш олишдаги самарадорлигини оширишда назарий таҳлил қилинган. Тозалаш самарадорлигини оширишда сепараторнинг сидиргичлар сонига боғлиқлиги келтирилган.



1-расм. Пахта сепараторидаги n та сидиргич.



2-расм. n -секциядаги пахта бўлакчасини ҳаракат схемаси.

Сепараторнинг ҳар бир секция юзасида пахта бўлакчалари мавжуд бўлади. Секциялар айланганда пахта бўлакчалари ўз оғирлиги билан турли диск юзасида ҳаракатланади [4,5]. Сепаратор доимий бурчак тезлик билан айланади ҳамда радиал йўналишда ҳаракатланади. Сепараторнинг оғирлик маркази сифатида 0 нуқта ва кутб бурчаги билан белгилаймиз. Натижада n -секцияда жойлашган пахта бўлакчасининг оғирлик маркази координатасини аниқлаймиз.

$$Y_n = R \cdot \sin(\omega t + \alpha) \quad (1)$$

$$X_n = R \cdot \cos(\omega t + \alpha)$$

n -секциядаги пахта бўлакчасига таъсир қилаётган кучларни координата ўқларидаги проекциялари.

$$\begin{aligned} X_n &= -F_{\text{тр}} \cdot \frac{V_x}{\sqrt{V_x^2 + V_y^2}} \\ Y_n &= -F_{\text{тр}} \cdot \frac{V_y}{\sqrt{V_x^2 + V_y^2}} \end{aligned} \quad (2)$$

п-секциядаги пахта бўлакчасини ҳаракатини Лагранжинг-II тур тенгламасидан фойдаланиб сидиргич сиртидаги иккинчи тартибли бир жинсли бўлмаган тенгламаси қуйидаги кўринишда ифодалаймиз [6]:

$$\frac{d^2 s}{dt^2} = S_n \cdot w^2 - N \sin(wt + \alpha) \quad (3)$$

(3) дифференциал тенгламани умумий ечими Y_1 билан хусусий ечими Y_2 ларнинг йиғиндисига тенг.

$\ddot{S} - Sw^2 = 0$ бир жинсли қисмини қуйидаги кўринишда ҳисоблаймиз

$$\lambda^2 - w^2 = 0 \quad \lambda_1 = w, \quad \lambda_2 = -w$$

$$Y_1 = C_1 e^{\lambda_1 t} + C_2 e^{\lambda_2 t} = C_1 e^{wt} + C_2 e^{-wt}$$

Y_1 -хусусий ечим, умумий ечимини қуйидагича аниқлаймиз

$$Y_1 = A \cos(wt + \alpha) + B \sin(wt + \alpha)$$

$$\dot{Y}_2 = -Aw \sin(wt + \alpha) + Bw \cos(wt + \alpha)$$

$$\ddot{Y}_2 = -Aw^2 \cos(wt + \alpha) - Bw^2 \sin(wt + \alpha)$$

Бу ифодаларни (3) тенгликка қўямиз

$$\begin{aligned} -Aw^2 \cos(wt + \alpha) - Bw^2 \sin(wt + \alpha) - Aw^2 \cos(wt + \alpha) \\ - Bw^2 \sin(wt + \alpha) = -N \sin(wt + \alpha) \end{aligned}$$

$$\text{Бундан} \quad A = 0 ; B = \frac{N}{2w^2}$$

Умумий ифодаси

$$Y = Y_1 + Y_2 = C_1 e^{wt} + C_2 e^{-wt} + \frac{N}{2w^2} \sin(wt + \alpha) \quad (4)$$

(4) тенгламадан C_1 ва C_2 ўзгармас қийматларни бошланғич шартдан фойдаланамиз

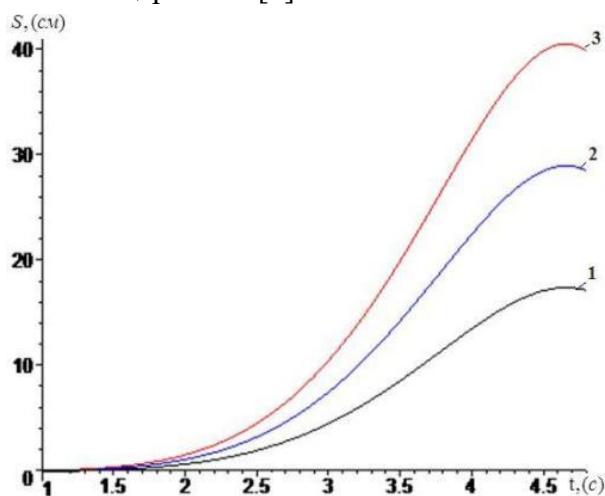
$$C_1 = \frac{V_0}{2W} - \left(\frac{w \cdot \sin wt + \cos wt}{4w^3} \right) \cdot N, C_2 = \left(\frac{\cos wt - w \sin wt}{4w^3} \right) \cdot N - \frac{V_0}{2W}$$

$$t = 0 \quad y = 0 \quad \dot{y} = V_0 \rightarrow$$

Аниқланган C_1 ва C_2 ўзгармасларни (4) тенгламага қўйиб сидиргич сиртидаги пахта бўлакчасини ҳаракат тенгламасини ифодалаймиз.

$$\begin{aligned} S = \left(\frac{V_0}{2W} - \left(\frac{w \cdot \sin wt + \cos wt}{4w^3} \right) \cdot N \right) \cdot e^{wt} + \left(\left(\frac{\cos wt - w \sin wt}{4w^3} \right) N - \frac{V_0}{2W} \right) \cdot e^{-wt} + \\ \frac{N}{2w^2} \cdot \sin wt + \alpha \end{aligned} \quad (5)$$

(5) тенгламани ҳаракатини Maple дастуридан фойдаланиб графикларини келтириб чиқарамиз. Тўрли юза сиртидаги пахта бўлакчаларини сидиргичлар ёрдамида ажратишдаги ҳолатини қараймиз [6].



3-расм. Сидиргичлар сирти бўйлаб пахтанинг ҳаракатини вақтга боғлиқлиги ва сидиргичнинг

бурчак тезликларини $\omega_1 = 10 \text{ рад} / \text{с}$,

$\omega_2 = 15 \text{ рад} / \text{с}$, $\omega_3 = 20 \text{ рад} / \text{с}$, турли хил қийматларидаги таҳлили.

Хулоса: Олиб борилган тадқиқотлар натижаси шуни кўрсатмоқдаки, пахта сепаратори ёрдамида ташувчи ҳаво оқимидан пахта хом ашёсини ажратиш олишда турли юзага сўрувчи ҳаво таъсирида ёпишган пахталарни сидириб олишда яқка ва тўғри шаклда жойлашган сидиргичга нисбатан парабола шаклдаги қўш сидиргичда иш унумдорлиги ҳамда турли юзани тозалаш самарадорлиги юқори бўлар экан. Бунда парабола шаклидаги қўш сидиргичлар ёрдамида турли юзани пастки ва юқори қисмларини бир вақтнинг ўзида тозалаш имконияти яратилади. Шунингдек, сидиргичларни парабола шаклида бўлиши унинг юза қисмида пахта бўлакчаларини ўз оғирлиги билан паска ҳаракатланишига ва турли юзани пахта қатламидан тезда тозалаш самарадорлигининг ошишига хизмат қилади.

Адабиётлар

- [1]. М.Саломова, Р.Мурадов, А.Каримов, О.Маматкулов, И.Турсунов. //Пахта сепаратори// гувоҳнома-FAР 01715. 18.10.2021.
- [2]. М.Саломова, Р.Мурадов, Х.Исаханов, О.Маматкулов. //Пахта хомашёси сепаратори// гувоҳнома-FAР01824. 25.02.2022.
- [3]. М.Саломова, Р.Мурадов, А.Қўш имов, Ф.Рахимов. //Тўрли баранли пахта сепаратори// гувоҳнома-FAР01821. 28.02.2022.
- [4]. M.Salomova, R.Muradov, F.Raximov, N.Rejapova. //Create a Device that can Remove Heavy Components from the Chasis Chamber// International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology 10041-10047 Pp. Xindiston. 2019.(impact factor:6.646).
- [5]. М.Саломова, Ф.Рахимов, Х.Қосимов//Пневмотранспорт қурилмаси элементларини такомиллаштириш// “Механика муаммолари” Ўзбекистон журнали Тошкент 2019 йил,1-сон, 101-104 б.
- [6]. M.Salomova, A.Kushimov, E.Mukhametshina, R.Murodov, A.Usmonkulov. //Theoretical and Practical Study of the Process of Cotton Separation in Mobile Device// Journal of Textile Science & Engineering. Research Article Volume 10:4, 2020 DOI: 10.37421/jtese.2020.10.410. 2-4 Pp. (impact factor:0.08).

UO‘K 677.21

ARRA TISHINING OLD QIRRASINI OG‘ISH BURCHAGINING JINLASH TEKNOLOGIK JARAYONIGA TA‘SIRI

M. Inamova

Namangan to‘qimachilik sanoati instituti,
O‘zbekiston E-mail: inamova.93@mail.ru
(Qabul qilindi 11.09.2024 y.)

Annotatsiya. Paxta tolasini chigitdan ajratish jarayoni nazariy tahlillari arra tishlarining arra yoyi bo‘yicha tolalarni ilib olishda tola uzunligi bilan arra tishlari qadami va arra tishi usti chizig‘i uzunligi hisobiga tish ustida tolaning turib qolish va arra tishlari orasiga tola kirishiga qarshilik qiladi. Bu holat arrali tola ajratish jarayoni ish unumini kamaytiradi va tish qirrasi tolani kesilishi yoki sinishiga olib keladi. Olingan natijalardan jin arrasini ishlab chiqarishga joriy qilishda foydalaniladi.

Tayanch so‘zlar: Arrali jin, arra tishi, tola, paxtya bo‘lagi.

Аннотация. Теоретический анализ процесса отделения хлопкового волокна от семян, длины зубьев пилы и длины шага зубьев пилы, а также длины линии на вершине зубьев пилы, сопротивляющейся волокну, остающемуся на зубе, и волокну. попадание между зубьями пилы. Это условие снижает производительность процесса разделения волокон пилы и приводит к тому, что кромка зуба разрезает или ломает волокно. Полученные результаты будут использованы при внедрении джин-пилы в производство.

Ключевые слова: пильное полотно, зуб пилы, волокно, кусок ваты.

Abstract. Theoretical analyzes of the process of separating cotton fiber from the seed, the length of the saw teeth and the length of the saw tooth pitch and the length of the line on the top of the saw teeth resist the fiber staying on the tooth and the fiber entering between the saw teeth. This condition reduces the productivity of the saw fiber separation process and causes the tooth edge to cut or break the fiber. The obtained results will be used in the introduction of the gin saw into production.

Key words: saw blade, saw tooth, fiber, piece of cotton.

KIRISH

Arra tishlari bilan paxta bo'lakchasining zarbali ta'sirlashuvini modellashtirish maqsadida moddiy nuqta impulsining o'zgarish qonuniga ko'ra ifodalashga harakat qilamiz.

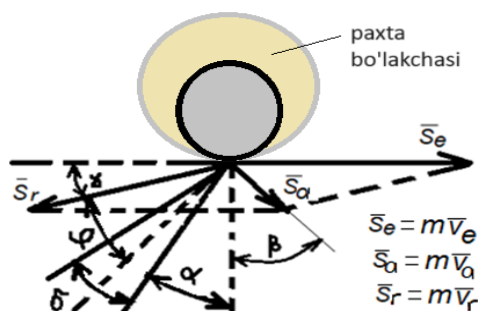
$$m\bar{v}_e - m\bar{v}_a = \bar{S}, \quad (1)$$

$$m\bar{v}_e - m\bar{v}_a = m\bar{v}_r, \quad (2)$$

Bu yerda: $\bar{v}_a$ paxta bo'lakchasining chiziqli tezligi bo'lib u homashyo valigining chetki nuqtasida chiziqli tezligiga teng bo'ladi, m/s; $\bar{v}_e$ esa arra tishlarining chiziqli tezligi;

$\bar{v}_r$ esa paxta bo'lakchasining nisbiy tezligi [1].

1-rasmga ko'ra quyidagilarni yozamiz:



1 – rasm. Paxta bo'lakchasi bilan arra tishlari ta'sirlashuvi sxemasi.

$$\frac{v_r}{\cos \beta} = \frac{v_a}{\sin \gamma} = \frac{v_e}{\cos(\beta - \gamma)} \quad (3)$$

Bu yerda γ paxta bo'lakchasi nisbiy tezligi bilan arrali silindr yoyiga o'tkazilgan urinma orasidagi burchak; β – paxta bo'lakchasining chiziqli tezligi bilan arra radiusi orasidagi burchak.

Birinchi tenglamaga ko'ra:

$$\sin \gamma = \frac{v_a \cos \beta}{v_r} \quad (4)$$

Sxemaga ko'ra quyidagi ifodalarni yozish mumkin:

$$v_r = \sqrt{v_e^2 + v_a^2 - 2v_e v_a \sin \beta}, \quad (5)$$

$$\sin \gamma = \frac{v_a \cos \beta}{\sqrt{v_e^2 + v_a^2 - 2v_e v_a \sin \beta}}. \quad (6)$$

(3) tenglamadan quyidagi kelib chiqadi:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{v_a \cos \beta}{\sqrt{v_e^2 - v_a^2 \cos^2 \beta}}, \quad (7)$$

Undan quyidagini olamiz:

$$\gamma = \arctg \frac{v_a \cos \beta}{\sqrt{v_r^2 - v_a^2 \cos^2 \beta}} \quad (8)$$

(1) , (2) va (5) dan quyidagi kelib chiqadi:

$$|\vec{S}| = m\sqrt{v_e^2 + v_a^2 - 2v_e v_a \sin \beta}. \quad (9)$$

Zarba impulsining arra tishi burchagi bissektressasiga proyeksiyasini aniqlaymiz. Bu kattalik arrali jin ish unumdorligini aniqlashda yuqori ahamiyatga ega. Shuningdek bu kattalik jinlash jarayonida sinadigan Chigitlar soniga ham kata ta'sir ko'rsatadi [2]:
quyidagini aniqlash mumkin:

$$S_v = |\vec{S}| \cos \psi_3 \quad (10)$$

Bu yerda ψ paxta bo'lakchasi nisbiy tezligi bilan arra tishi uchburchagi bissektressasigi orasida burchak.

Bu burchakni quyidagicha aniqlash mumkin:

$$\psi = \frac{z}{2} - \left(\alpha + \gamma + \frac{\delta}{2} \right) \quad (11)$$

Bu yerda α arra tishi oldi qirrasi og'ish burchagi, δ - arra tishining ochilish burchagi.

(10) ga (11) ni qo'ysak quyidagi kelib chiqadi:

$$S_v = m\sqrt{v_e^2 + v_a^2 - 2v_e v_a \sin \beta} \sin \left(\alpha + \frac{\delta}{2} + \gamma \right) \quad (12)$$

Bu yerda m paxta bo'lakchasi massasi, kg. $\alpha + \frac{\delta}{2} = \alpha_1$ bo'lsin. U holda:

$$S_v = m\sqrt{v_e^2 + v_a^2 - 2v_e v_a \sin \beta} \sin(\alpha_1 + \gamma) \quad (13)$$

Yoki:

$$S_v = \sqrt{(v_a - v_a \sin \beta)^2 + v_a^2 - v_a^2 \sin^2 \beta} \sin(\alpha_1 + \gamma) \quad (14)$$

(14) surat qismini quyidagicha o'zgartiramiz:

$$\begin{aligned} \sqrt{v_r^2 - v_a^2 \cos^2 \beta} &= \sqrt{v_e^2 + v_a^2 - 2v_e v_a \sin \beta - v_a^2 \cos^2 \beta} = \\ &= -\sqrt{v_a^2 - 2v_e v_a \sin \beta + v_a^2 \sin^2 \beta} = v_e - v_a \sin \beta \end{aligned} \quad (15)$$

(11) ni (12) ga va (13) ni (14) ga qo'ysak quyidagi hosil bo'ladi

$$S_B = m \sqrt{\frac{v_a^2 \cos^2 \beta}{\operatorname{tg}^2 \gamma} + v_a^2 \cos^2 \beta} \sin(\alpha_1 + \gamma) \quad (16)$$

Bundan quyidagi ifoda kelib chiqadi:

$$S_B = m \frac{v_a \cos \beta}{\sin \gamma} (\sin \alpha_1 \cos \gamma + \cos \alpha_1 \sin \gamma) \quad (17)$$

Unga ko'ra:

$$S_B = m(v_a \cos \beta \sin \alpha_1 \operatorname{ctg} \gamma + v_a \cos \beta \cos \alpha_1) \quad (18)$$

(16), (17) va (18) ga ko'ra:

$$S_n = m[(v_e - v_a \sin \beta) \sin \alpha_1 + v_a \cos \alpha_1 \cos \beta] \quad (19)$$

(19) ni quyidagicha yozib olish mumkin:

$$S_s = m[v_e \sin \alpha_1 + v_a \cos(\alpha_1 + \beta)] \quad (20)$$

(20) ni tahlil qilib ko'radigan bo'lsak, arra tishi bilan paxta bo'lakchasi zarbali ta'sirlashuvi impulsining tish ochilish burchagi bissektrissasiga proyeksiyasi arra tishi tezligining chiziqli funksiyasi ekanligini ko'rishimiz mumkin [3].

Agar paxta chigiti mexanik shikastlanishi ko'riladigan bo'lsa, bu ko'rsatgich arraning aylanish tezligi qanchalik yuqori bo'lsa, u shunchalik katta bo'ladi.

Zarba davomida arra tishlari paxta bo'lakchasi massasi ichiga tishning oldingi qirrasi uzunligicha kira oladi. Bunday zarba vaqtini quyidagi tengsizlikdan aniqlashimiz mumkin.

$$t \leq \frac{1}{v_e} \quad (21)$$

bu yerda t zarba vaqti l tish oldi qirrasi uzunligi.

Agar l uzunlikni 3 mm tish tezligini 12m/s deb qabul qilsak t quyidagiga teng bo'ladi:

$$t \leq \frac{1}{4000} \text{ sek.} \quad (22)$$

(21) va (22) dan arra tishining paxta bo'lakchasiga urilishidagi zarba kuchini quyidagicha topishimiz mumkin:

$$F_{ud} = \frac{S_B}{t} \text{ yoki} \\ F_{ud} = \frac{m \left[v_a \sin \left(\alpha + \frac{\delta}{2} \right) + v_a \cos \left(\alpha + \frac{\delta}{2} + \beta \right) \right]}{t} \quad (23)$$

Paxta tolasining chigitdan yulib oladigan kuchning kattaligi quyidagiga teng:

$$S = S_n \operatorname{tg} \psi$$

yoki:

$$S_s = m \left[v_e \sin \left(\alpha + \frac{\beta}{2} \right) + v_a \cos \left(\alpha + \frac{3}{2} + \beta \right) \right] \\ \times \operatorname{tg} \left(\alpha + \frac{\delta}{2} + \gamma \right). \quad (24)$$

Bitta tolani chigitdan yulib olish uchun kerak bo'ladigan kuch paxtaning naviga bog'liq holda 1.2 dan 3 grammgacha bo'ladi.

Bizgacha olib borilgan tadqiqotlar natijalariga ko'ra bitta tish 100 dan 120 donagacha tolani yulib olishi mumkin. Bunga kora bitta paxta bolakchasi 20-25 marta arra tishlaridan zarba olgandan keyin toladan to'liq tozalanadi. Agar paxta chigitida 10000 dona tola bo'ladi deb qabul qilsak, u holda arra tishlari uzib oladidan tolalar sonini topish mumkin. Yuqoridagilarga ko'ra, olib borilgan

nazariy tadqiqotlar yordamida olingan tenglamalar yordamida arrali jinlash jarayoni parametrlarining o'zaro bog'liqlikda o'zgarishini tahlil qilishimiz mumkin [4].

Xulosa

Arra tishlarining tolani ilib olib, kolosnik bilan ta'sirlashuvi matematik modeli ishlab chiqilib, tahlil qilinganda, arra tishi old qirrasining og'ish burchagi jinlash jarayoni unumdorligi va tolada nuqson xosil bo'lishiga katta ta'sir ko'rsatadi. Og'ish burchagining ortishi tishning tolani ilib olish qobiliyatiga va ish unumining ortishiga olib kelsa, tolani arradan echib olish ko'rsatkichiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun tishning old qirrasi og'ish burchagi ratsional qiymatini aniqlash muhim hisoblanadi.

Adabiyotlar:

- [1]. M.D.Inamova, S.Noorullah, K.I.Ortiqova, G.R.Jo'rayeva, A.A.Mirzaakramov Geometry of the gin-saw teeth effect on separation of fibers from seed cotton during the ginning process // Pakistan journal of biotechnology VOLUME 21, 21.01.2024 pp.114-119.
- [2]. K.Ortikova, A.Umarov, M.Inamova Increasing the efficiency of saw ginning technology // The American Journal of Engineering and Technology The USA journals, October 30, 2023 VOLUME 05, ISSUE 10, pp. 12-27.
- [3]. Inamova Maftuna, Isoqjonova Madina, & Sarimsakov Olimjon. (2024). Of the speed change of the saw cylinder on the sawing machine the density, speed and composition of the saw blade. "XXI asrda innovatsion texnologiyalar, fan va ta'lim taraqqiyotidagi dolzarb muammolar" Nomli Respublika Ilmiy-Amaliy Konferensiyasi, 2(6), 179–184. Retrieved from <https://universalpublishings.com/index.php/itftdm/article/view/6366>.
- [4]. Yuldashev, K., Sharipov, K., Najmitdinov, S., Inamova, M., & Ruzimatov, S. (2024). Modelling cotton fiber doffing from saw teeth based on a mathematical model. E3S Web of Conferences, 537, 08017. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202453708017>.

PISHITILGAN IP TARKIBIDAGI YAKKA IPLARNI UZUNLIK BO'YICHA FARQINING IP SIFATIGA TA'SIRI

D.D. Atambaev

Namangan muhandislik-texnologiya instituti

(Qabul qilindi 14.10.2024 y.)

Annotatsiya: Ushbu maqolada iplarni qo'shib o'rash jarayonida yakka iplarni uzunlik bo'yicha farqining ip sifatiga tasiri aniqlandi. Ushbu qiymatlar mashina ishlaganda ipning pishiqligiga ta'siri bo'yicha grafiklar qurildi hamda ular tahlil qilindi.

Kalit so'zlar. To'qimachilik, pishiqlik, yigirish, ip, ipni pishitish, buram, ip tarangligi, ip o'rash tezligi, uzunlik.

Аннотация: В данной статье определено влияние разницы длины отдельных нитей на качество нити в процессе намотки нити. Эти значения были отображены на графике и проанализированы на предмет влияния машины на жесткость пряжи.

Ключевые слова. текстиль, основа, прядение, пряжа, варка пряжи, скручивание, натяжение пряжи, скорость намотки пряжи, длина.

Abstract: In this paper, the influence of the difference in the length of individual threads on the quality of the thread during the winding process was determined. These values were plotted on a graph and analyzed for the influence of the machine on the stiffness of the yarn.

Keywords. textile, warp, spinning, yarn, yarn boiling, twisting, yarn tension, yarn winding speed, length.

Yangi assortimentdagi mahsulotni ishlab chiqarishda 3-qavatli ipning sifatiga e'tibor kundan kunga oshib borayotganini e'tiborga oladigan bo'lsak, hozirgi kunda to'qimachilik sanoatida qo'shib qayta o'rash jarayoniga ko'proq e'tibor qaratilishi o'ta muhim masalalaridan biridir. Jahon bozorida to'qimachilik va yengil sanoat mahsulotlariga bo'lgan zamonaviy talablarni tahlilidan ko'rinmoqdaki, hozirda bu mahsulotlarni assortiment imkoniyatlarini oshirish uchun xomashyo

sifatida ishlatiladigan yakka, pishitilgan va 3-qavatli iplar turlarini va xossalarini keskin oshirish vazifasi namoyon bo'lmoqda. Ma'lumki, har qanday pishitilgan ip bir necha yakka yoki monofilamentlardan qo'shib ishlab chiqariladi va ularga lozim bo'lgan buram berib ipning kutilayotgan xossalari ta'minlanadi.

Yangi assortimentdagi mahsulotni ishlab chiqarishda pishitilgan ipning sifatiga e'tibor kundan kunga oshib borayotganini e'tiborga oladigan bo'lsak, pishitilgan ipning asosiy sifat ko'rsatkichlarini ta'minlashda hal qiluvchi bosqich hisoblanuvchi, yakka iplarni qo'shib qayta o'rash jarayoniga ko'proq e'tibor qaratilayotganini ko'rishimiz mumkin. Amaliyotdagi tajribalardan ayon bo'lmoqdaki, ayniqsa maxrli mahsulotlar ishlab chiqarishda, qo'shib o'rash jarayoni juda muhim hisoblanadi [1-5].

Respublikamiz olimlari va mutaxassisleri tolali materiallarni qo'shib o'rash va pishitish texnikasi hamda texnologiyasini o'rganish va takomillashtirish bo'yicha ilmiy-tadqiqot ishlari ustida ish olib bormoqdalar, bu esa pishitilgan ipdan mato ishlab chiqarish va turlarini ko'paytirishga olib keladi [6]. Hozirgi kunda to'qimachilik korxonalarida asosan pishitilgan iplar qo'sh buramli pishitish mashinalarda ishlab chiqarilmoqda. Mamlakatimizda qo'sh buramli pishitish mashinalarda pishitilgan ipning assortimentini ko'paytirish va uning raqobatbardoshligini ta'minlashga qaratilgan turli tadqiqotlar olib borilmoqda.

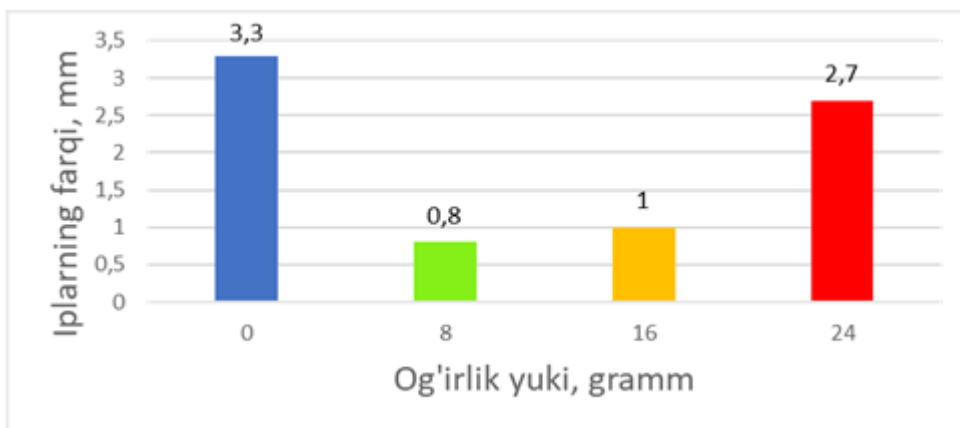
Tadqiqot ishlari Namangan viloyati «Popfen» Textile MChJ korxonasida o'rnatilgan SSM TW2-D qo'shib o'rash mashinasida va Saurer Compact Twisting pishitish mashinalarida tayyorlangan pishitilgan iplarda olib borildi. Tajribalar davomida chiziqli zichligi $T_{ip}=36 \times 3$ teks va $T_{ip}=29,5 \times 3$ teks pishitilgan iplar olinib, yakka iplarni uzunligi bo'yicha tafovutini aniqlash ishlari o'tkazildi. Buning uchun ma'lum metodikadan [7] foydalangan holda, ipga bo'ylamasiga qo'yilgan muayyan boshlang'ich taranglik ostidagi yakka iplarning uzunliklari bo'yicha farqini aniklash maqsadida, KU-500 buram aniqlovchi jihozning qisqichlari orasidagi boshlang'ich 500 mm uzunlikdagi pishitilgan ip buramlari to'la qaytarilib, yakka iplarni parallel xolatiga yetkazildi. To'la parallel holatga keltirilgan yakka iplarni uchlari mahkamlangan qisqichlar, ya'ni chap tomondagi mahkamlovchi qisqichlar bo'shatiladi va uskuna shkalasidagi ko'rsatkich "nol" holatdan chetga og'ishi bilan har bir yakka iplarning uzunliklari o'lchab olinadi. Shundan so'ng, yakka iplar uzunligini vizual chamalagan xolda, tarangroq holatda bo'lgan ipni kesib olindi, so'ngra uskunada qolgan yakka ipni uzunligi aniqlab olindi.

Na'munadagi pishitilgan ip tarkibidagi yakka iplarning uzunligi bo'yicha farqini foizlarda 500 mm uzunlikdagi qisqichlarda qisib olingan kesmalarga nisbatan hisoblandi. Aksariyat mutaxassislar pishitilgan iplardagi yakka iplar uzunlik bo'yicha farq ko'rsatkichlari 2,5 % dan oshmasligi lozim deb hisoblaydilar [7-10].

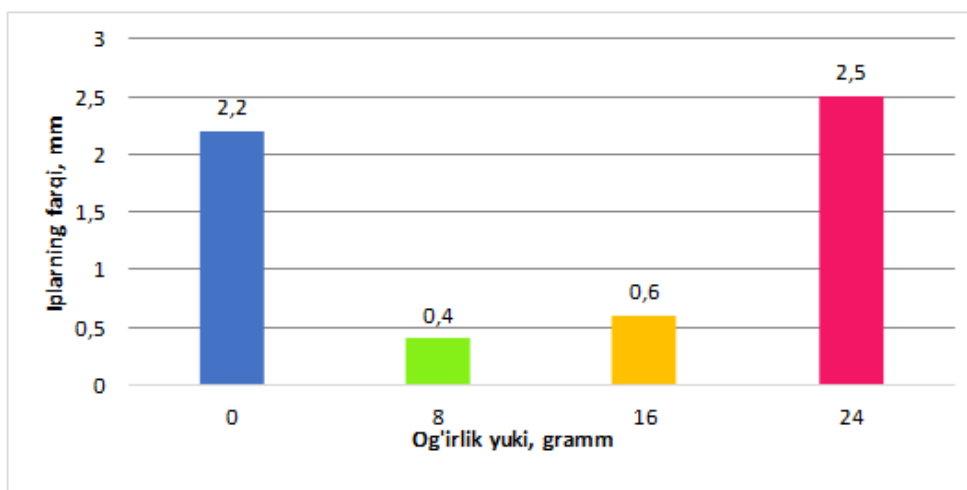
1 va 2 rasmda ko'rsatilgan gistogrammani taqqoslab natijalaridan shunday xulosaga kelish mumkin, yakka iplarni qo'shib o'rash jarayonida taranglovchi qurilma yuksiz holatda iplar nazoratsiz hisoblanib iplarning tarangligi turlicha bo'lganligi uchun turli buramlarda pishitilgan ipda yakka iplarni uzunlik bo'yicha farqlari barcha variantlarda katta bo'lib qolmoqda. Demak, qo'shib o'rash jarayonida yakka iplar nazoratsiz bo'lishi natijasida pishitilgan iplardagi yakka iplarning uzunlik bo'yicha farqlanishi katta bo'lishiga olib keladi.

Shuningdek, qo'shib o'rash jarayonida $T_{ip}=36 \times 3$ ipga taranglovchi qurilmaga 8 va 16 gr og'irlikda yuk qo'yilganda pishitilgan iplardagi yakka iplarning uzunlik bo'yicha farqi pastroq natijalarni qayd etmoqda. Bu holat esa yaxshi deb baholanadi. Va aksincha qo'shib o'rash jaryonida taranglovchi qurilmaga yuk qo'ymasdan va 24 gr og'irlik yuki qo'yilganda pishitilgan ipdagi yakka iplarning uzunlik bo'yicha farqlanishi barcha natijalarda ham yuqori ya'ni $T_{ip}=36 \times 3$ ipda (33 va 27 mm), $T_{ip}=29,5 \times 3$ ipda esa (22 va 25mm) bo'lib qolmoqda.

Qo'shib o'rash jarayonida $T_{ip}=29,5 \times 3$ ipga taranglovchi qurilmaga 8 va 16 gr og'irlikda yuk qo'yilganda pishitilgan iplardagi yakka iplarning uzunlik bo'yicha farqi pastroq ya'ni $T_{ip}=36 \times 3$ ipda (8 va 10 mm), $T_{ip}=29,5 \times 3$ ipda esa (4 va 6 mm) natijalarni qayd etmoqda. Bu holat esa yaxshi deb baholanadi.



1-rasm. $T_{ip}=36 \times 3$ teks yo'g'onlikdagi pishitilgan ipda (buramlar soni $K=490$ br/m) og'irlik yuki o'zgarishi natijasida yakka iplarning uzunligi bo'yicha farqi.



2-rasm $T_{ip}=29,5 \times 3$ teks yo'g'onlikdagi pishitilgan ipda (buramlar soni $K=490$ br/m) og'irlik yuki o'zgarishi natijasida yakka iplarning uzunligi bo'yicha farqi.

1-jadval

№	Ko'rsatkichlar	Yakka ipni uzunligi 500 mm			
		Ip burami, br/m 490			
1	Shayba og'itligi,gram	0	8	16	24
1	36x3	533mm	508mm	510mm	527mm
2	29x3	522mm	504mm	506mm	525mm

Demak, qo'shib o'rash jarayonida taranglovchi qurilmaga ipning chiziqli zichligi qarab haddan ziyod yuklama berilishi salbiy ta'sirlarga olib kelishi muqarrar, chunki qo'shib o'rash jarayonida taranglovchi qurilmaga ortiqcha yuk qo'yilishi qo'shilayotgan iplarda tolalarning cho'zilib qolishi hisobiga qo'shilayotgan yakka iplarning uzunlik farqini oshishiga olib keladi. Bu esa o'z navbatida pishitish jarayonida iplarning shtoporligini keltirib chiqaradi.

Turli taranglikka ega bo'lgan holatda tarangligi bo'shroq bo'lgan ip, yuqori taranglikka ega bo'lgan ipni o'rab oladi, bu esa pishitilgan ip nuqsonlaridan biri – shtoporlikka olib keladi.

Qo'shib o'rash jarayoni texnologik parametrlarini maqbullashning maqsadi, pishitilgan iplarning notekisligini kamaytirish, ishqalanishga chidamliligini oshirish, pishiqliligi va egiluvchanligini yaxshilashdir. Demak, bir xil taranglikda ip ishlab chiqarish uchun zaruriy jarayondir. Ipni pishitishga tayyorlash texnika va texnologiyalari xususiyatlarining tahlili natijasida turli assortimentdagi iplar turlicha konstruksiyadagi mashinalarda ishlab chiqarilishini hisobga olib, ipni pishitishga tayyorlash texnika va texnologiyalari asosiy kamchiligi, pishitishga tayyorlanayotgan yakka iplarni bir xil taranglik ta'minlangan holda moslamalarini sozlash bo'yicha yetarlicha tavsiyalar va ishlanmalar mavjud emasligi aniqlandi. Mazkur tadqiqot natijalaridan shuni xulosa qilib aytishimiz mumkinki, talab etilgan sifat natijasiga erishish uchun albatta qo'shish jarayonida iplarni tarangligiga e'tibor qaratish muhim va taranglovchi qurilmalarda ip tarangligini bir xilda ushlab turish uchun $T_{ip}=36 \times 3$ chiziqli zichlikdagi iplar uchun 8 gr dan 16 gr oralig'ida va $T_{ip}=29.5 \times 3$ chiziqli zichlikdagi iplar uchun esa 8 gr dan 16 gr taranglikni ta'minlash maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Adabiyotlar

- [1]. X.A.Алимова, X.X.Ибрагимов, Қ.Жуманиязов. Пишитилган ип ва ип буюмларини ишлаб чиқариш. Дарслик. Т., ТТЕСИ, 2003 й., 247 б.
- [2]. Қ.Ғ.Ғофуров ва бошқалар. Хорижий фирмалар йиғириш технологияси ва жиҳозлари. Т., ТТЕСИ, 2002 й.
- [3]. X.A.Алимова, В.А.Усенко. Ипакни эшиш. Т., “Ўқитувчи”, 2001 й.
- [4]. Севостьянов А.Г. и др. Механическая технология текстильных материалов: Учебник для вузов – М.: Легпромбытиздат, 1989 г. – 512 с. L.A.Amzaev, Q. J. Jumaniyazov, S.L.Matismailov. Tadqiqotni ilmiy asoslari va texnologik jarayonlarni muqobillash. Darslik. - T.: TTESI. 2008. - 147 bet.
- [5]. U.X. Meliboev, To'qimachilik sanoati texnologik jarayonlarini modellashtirish asoslari, O'quv qo'llanma, Adabiyot uchqulari, Namangan, 2020.
- [6]. A.G. Sevostyanov, Metody i sredstva issledovaniya mexaniko-texnologicheskix protsessov tekstilnoy promyshlennosti. - M.: MGITU im. A.N. Kosygina, 2007. - 648 s.
- [7]. Sultanov Mirzaolim Obidov Avazbek. Investigation of working parts of fixed device designed to separate spinning fibers from fibrous waste that can be spun. Journal of Critical Reviews 7 (19), 5614-5623
- [8]. Obidov Avazbek Azamatovich, Sultonov Mirzaolim Mirzarahmatovich, Khamidov Sardor Dilmurod o'g'li, Begmatov Ohunjon Sodiqjon o'g'li. Journal of Hunan University (Natural Sciences). Vol. 48. No. 12. December 2021
- [9]. J. Yuldashev, M.Mirxojaev, D.Atambaev, D.Raimberdieva. Analysis of modern sportswear materials. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 6, Issue 3, March 2019
- [10]. D.Atambaev. Analysis of Fibrous Waste Generated in the Preparation Departments of Spinning Mills and Cotton Processing. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 7, Issue 9, September 2020

РАЗРАБОТКА И МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕНСОРНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ АМПЛИТУДНО-МОДУЛЯЦИОННОГО СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ПРОЧНОСТИ ОБОЛОЧКИ КОКОНА ПО ЕГО ПЕРИМЕТРУ

Ж.Г. Обидов

Ферганский политехнический институт,
jamshidobidov19@gmail.com +998911301005
(Получена 16.08.2024 г.)

Аннотация. В данной работе разработаны и метрологическое обеспечение сенсорной системы на основе амплитудно-модуляционного сканирования для комплексной оценки прочности кокона по периметру, а также полуциклических механических характеристик образцов хлопчатобумажной пряжи с особенностями подготовки кокона и При первичной обработке и их удлинении на основании графиков установлено, что деформация нитронной структуры синтетического волокна изменяется по мере увеличения натяжения, на основе экспериментов с образцами синтетического волокна и хлопчатобумажной смесовой пряжи,

нагруженными в поляризованном поле. В соответствии со стандартом УзРСТ-631-95 принципы, определяющие качество полученных серийных коконов, поясняются путем сравнения их с образцами сортовых коконов в лаборатории.

Ключевые слова. метрологическое обеспечение, испытательные лаборатории, методы определения качества, контроль качества продукции, стандарт УзРСТ-631-95, принципы определения качества серийных коконов, циклические механические характеристики, разработка сенсорной системы, синтетическое волокно, деформация смесовой пряжи.

Annotatsiya. Ushbu maqolada pilla qobig'ining perimetri bo'ylab mustahkamligini har tomonlama baholash uchun amplituda modulyatsiyasini skanerlashga asoslangan sensor tizimini ishlab chiqish va metrologik ta'minlash hamda pillalarni tayyorlash va ularga birlamchi ishlov berishning xususiyatlari bilan paxta aralash ip namunalarning yarim siklik mexanik xarakteristikalarini ularning cho'zilish grafiklari asosida, qutblangan maydonda zaryadlab emulsiyalangan sintetik tola bilan paxta aralash ipi namunalarni tajribalar asosida kuchlanish ortgan sari sintetik tola nitron strukturasining o'zgarishi natijasida olinadigan aralash ipning deformatsiyasi ham o'zgarishi aniqlandi. O'zRST-631-95 standartiga muvofiq laboratoriyadagi navli pillalarning namunalariga solishtirib, qabul qilingan turkum pillalarning sifatini belgilaydigan tamoyillar yoritilgan.

Kalit so'zlar. Metrologik ta'minot, sinov laboratoriyalari, sifatni aniqlash usullari, mahsulot sifatini nazorat qilish, O'zRST-631-95 standarti, turkum pillalarning sifatini belgilaydigan tamoyillar, siklik mexanik xarakteristikalar, sensor tizimini ishlab chiqish, sintetik tola, aralash ipning deformatsiyasi.

Abstract. In this paper, the development and metrological provision of a sensor system based on amplitude modulation scanning for comprehensive evaluation of the strength of the cocoon along the perimeter, as well as semi-cyclic mechanical characteristics of cotton blend yarn samples with characteristics of cocoon preparation and primary processing, and their elongation based on the graphs, it was determined that the deformation of the synthetic fiber nitron structure changes as the tension increases, based on the experiments of samples of synthetic fiber and cotton mixed yarn charged in the polarized field. In accordance with the UzRST-631-95 standard, the principles that determine the quality of the received series cocoons are explained by comparing them with the samples of grade cocoons in the laboratory..

Keywords. metrological supply, testing laboratories, quality determination methods, product quality control, UzRST-631-95 standard, principles determining the quality of series cocoons, cyclic mechanical characteristics, sensor system development, synthetic fiber, deformation of mixed yarn.

Для интегральной оценки мощности оболочки кокона по периметру разработана система датчиков, основанная на сканировании с амплитудой модуляцией. Более совершенной является разработанная нами многооптронная система с импульсной модуляцией источника излучения с экспоненциальной огибающей, блок схема и временные диаграммы которых приведены на рис.1 и рис.2.

Устройство работает следующим образом:

Контролируемый кокон 5 проходит между излучающим диодом 26 и фотоприемником 25 (рис.1 б), в результате чего на выходе фотоприемника 25 формируется фотоэлектрический сигнал, из которого первым пороговым устройством 21 (рис.1.а) формируется сигнал в виде импульса (рис.2.а). Сформированный импульс подается на вход дифференцирующего устройства 28. Продифференцированный сигнал рис.2.б с выхода дифференцирующего устройства 28 поступает на вход установки логической "I" триггера с раздельным запуском 29, вследствие чего на выходе которого устанавливается логическая "I", которая запускает задающий генератор I. Прямоугольные импульсы с выхода задающего генератора I (рис.2.е) поступают на управляющий вход модулятора экспоненты 3, а через делитель частоты 2 на основной вход модулятора экспоненты 3 и аналогового коммутатора 4. С выхода модулятора экспоненты 3 промодулированные по экспоненциальному закону прямоугольные импульсы в виде, показанные на рис.2.г, подается через аналоговый коммутатор 4 на излучающий диод [1].

После окончания первого экспоненциального импульса, в момент времени t_2 (рис.2.г) на основной вход аналогового коммутатора 4 поступают прямоугольные импульсы с выхода делителя частоты 2, при воздействии которого аналоговый коммутатор 4 подключает выход модулятора экспоненты 3 к излучающему диоду 7. Далее, аналоговый коммутатор 4 при воздействии прямоугольного импульса, поступающего с выхода делителя частоты 3, подключает к выходу модулятора экспоненты 3 излучающие диоды 8–12. Сформированные потоком поочередно облучают контролируемый объект (кокон) 5. Прощедший поток воспринимается соответствующими фотоприемниками 13–19. Фотоэлектрический сигнал с выхода фотоприемников 13–19 подается через аналоговый мультиплексор 20 на вход второго порогового устройства 27 (рис.2.г). Аналоговый мультиплексор 20 управляется выходными импульсами делителя частоты 2. Фотоэлектрический сигнал с выхода второго порогового устройства 27 подается на вход вычитания реверсивного счетчика 22 (вход инвертирующий), на суммирующий вход которого поступают прямоугольные импульсы с выхода задающего генератора I. При этом количество импульсов, записанных на реверсивном счетчике определяется как:

$$N_{pc} = N_{zg} - N_{пу}, \quad (1)$$

где: N_{pc} – количество импульсов, записанных в реверсивном счетчике;

N_{zg} – количество импульсов, задающего генератора в промежутке времени $t_1 - t_2$ (рис.2.г) ;

$N_{пу}$ – количество импульсов на выходе второго порогового устройства.

С выхода реверсивного счетчика 22 прямоугольные импульсы, количество которых пропорционально мощности оболочки кокона, подаются через буферный регистр 23 на вход регистрирующего прибора 24. Буферный регистр 23 управляется импульсом с последнего выхода аналогового коммутатора 4. Установка реверсивного счетчика 22 в состоянии логического “0” осуществляется выходным сигналом дифференцирующего устройства 28, который формируется при прохождении кокона через канал датчика (рис.1.б и рис.2.б).

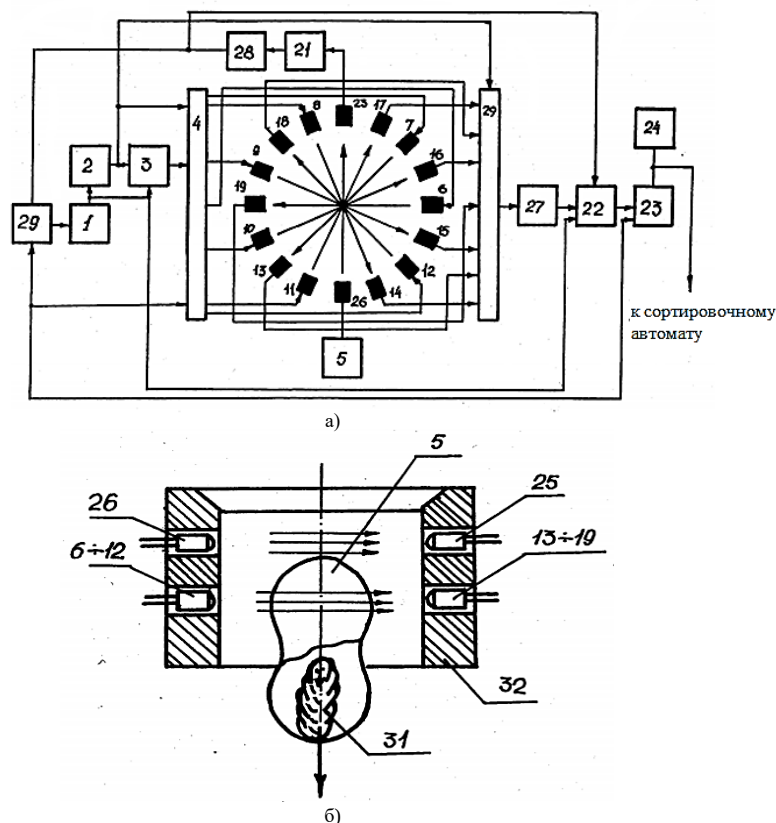


Рис. 1 а) Блок-схема одноволнового оптоэлектронного устройства контроля мощности со сканированием по периметру кокона [2].

б) конструкция датчика одноволнового ОЗУ мощности оболочки.

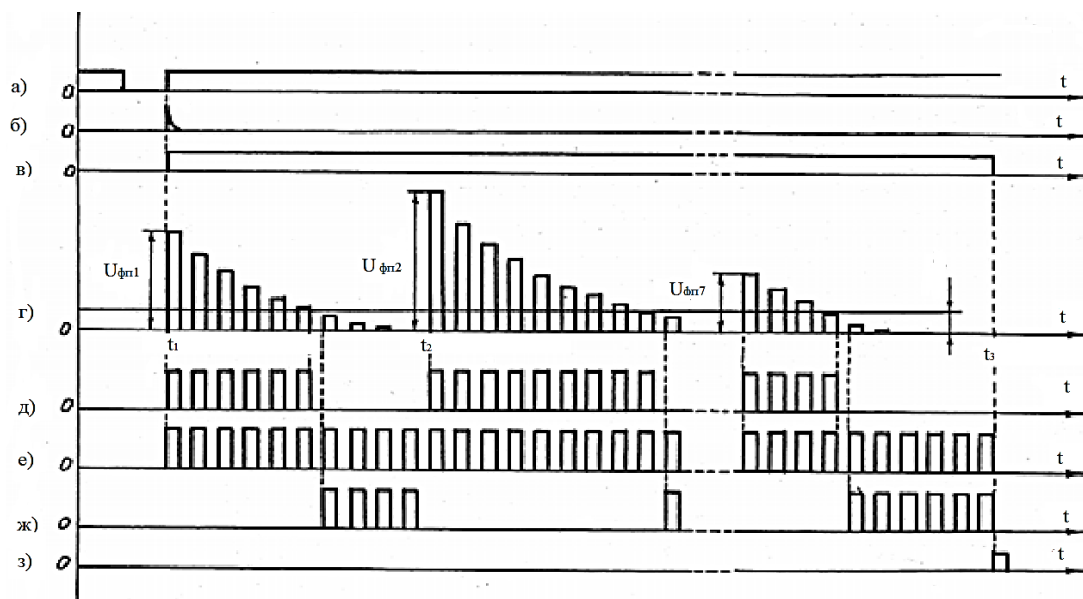


Рис.2. Временные диаграммы одноволнового ОЗУ мощности оболочки со сканированием по периметру кокона [3].

Таким образом, на буферном регистре сохраняется информация до тех пор пока не проходить следующий контролируемый объект (кокон). Далее цикл повторяется.

Расстояние между осью расположения дополнительного и основного фотоприемника составляет $L_k/2$,

где: L_k – средняя длина кокона.

Поэтому при прохождении кокона через канал датчика сигнала формируется фотоэлектрический сигнал на выходе фотоприемника 25, который является запускающим для основных излучающих диодов 6–12.

При вертикальном прохождении коконов через канал датчика у нормальных коконов куколки 31 находятся в нижнем полушарии (рис.1.б) Поэтому на выходе фотоприемника 25 фотоэлектрический сигнал формируется после прохождения куколки между основными излучающими диодами 6–12 и фотоприемниками 13–19, а именно при облучении основными излучающими диодами 6–12 верхнего полушария кокона, где он освобожден от куколки.

Список литературы

- [1]. Obidov, J. G. O. (2020). About safety technique and issues of supplying electricity of the textile industry. ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal, 10(9), 123-127.
- [2]. Mamasodikov, Y., & Qipchaqova, G. M. (2020). Optical and radiation techniques operational control of the cocoon and their evaluation. ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal, 10(5), 1581-1590.
- [3]. Jamoldinovich, A. E. (2020). The importance of metrology and standardization today alikhonov elmurod. international scientific and technical journal "innovation technical and technology", 1(4), 1-3.

О РЕШЕНИЯХ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ ГИПЕРБОЛИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ С НЕИЗВЕСТНЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ

Ш.Т. Каримов, магистр Ё.Н. Юлдашева

Ферганский государственный университет,
(Получена 11.09.2024 г.)

Аннотация. В работе доказано существование регулярного решения прямой краевой задачи и

возможность построения с его помощью решения исходной обратной задачи. При этом для исследования прямой краевой задачи используется техника, основанная на методе регуляризации и методе неподвижной точки.

Ключевые слова: гиперболические уравнения, коэффициенты уравнения, линейная и нелинейная обратные задачи, цилиндрическая область, разрешимость, единственность и устойчивость нелинейных обратных задач.

Abstract. *The paper proves the existence of a regular solution to a direct boundary value problem and the possibility of constructing a solution to the original inverse problem using it. In this case, a technique based on the regularization method and the fixed-point method is used to study the direct boundary value problem.*

Keywords: hyperbolic equations, equation coefficients, linear and nonlinear inverse problems, cylindrical domain, solvability, uniqueness and stability of nonlinear inverse problems.

Annotatsiya. Maqolada to'g'ridan-to'g'ri chegaraviy masalaning muntazam yechimi mavjudligi va undan foydalanib, dastlabki teskari masala yechimini qurish imkoniyati isbotlangan. Bunday holda, to'g'ridan-to'g'ri chegaraviy muammoni o'rganish uchun tartibga solish usuli va qo'zg'almas nuqta usuliga asoslangan texnika qo'llaniladi.

Tayanch so'zlar: giperbolik tenglamalar, tenglama koeffitsientlari, chiziqli va chiziqli bo'lmagan teskari masalalar, silindrik soha, nochiziqli teskari masalalarning echilish qobiliyati, yagonaligi va barqarorligi.

Введение. Нелинейные обратные задачи для гиперболических уравнений в различных постановках изучались в работах М.М. Лаврентьева, В.Г. Романова, М. Ямамото и др. (см., например [1-4]). Под обратной задачей для уравнений с частными производными в настоящей работе подразумевается такая задача, в которой вместе с решением требуется определить правую часть (внешние нагрузки) или (и) тот или иной коэффициент (коэффициенты) самого уравнения. В случае, если в обратной задаче неизвестными являются решение и правая часть, то такая обратная задача будет линейной; если же неизвестными являются решение и хотя бы один из коэффициентов, то обратная задача будет нелинейной. Именно нелинейные обратные задачи для гиперболических уравнений и будут изучаться в настоящей работе.

Цель работы. Основной целью работы является исследование вопросов разрешимости, единственности и устойчивости нелинейных обратных задач для гиперболических уравнений второго порядка в ограниченной цилиндрической области в случае неизвестных коэффициентов, зависящих от времени.

Методы исследования. Для рассмотренных обратных задач доказываются теоремы существования, единственности и устойчивости регулярных решений. Техника доказательств основана на переходе от обратной задачи к прямой краевой задаче для нового нелинейного "нагруженного" уравнения. Доказывается существование регулярного решения прямой краевой задачи и возможность построения с его помощью решения исходной обратной задачи. При исследовании прямой краевой задачи используется техника, основанная на методе регуляризации и методе неподвижной точки.

Содержание работы. Всплываем разрешимость нелинейных обратных задач для уравнения гиперболического типа в случае интегрального переопределения.

Пусть D есть интервал $(0,1)$ оси Ox , Q есть прямоугольник $\{(x, t): x \in D, t \in (0, T), 0 < T < +\infty\}$,

В статье изучаются обратные задачи нахождения решения гиперболического уравнения и неизвестного коэффициента $q(t)$ при производной первого порядка.

Положим,

$$V_0 = \left\{ v(x, t): \quad v(x, t) \in L_\infty(0, T; W_2^2(D)) \cap W_2^1(\dot{D}), \quad v_t(x, t) \in L_\infty(0, T; W_2^1(D)), \quad v_{tt}(x, t) \in L_\infty(0, T; L_2(D)) \right\}$$

Пусть $f(x, t)$, $v_0(x)$, $v_1(x)$, $K(x, t)$ - суть заданные при $x \in \bar{D}$, $t \in [0, T]$, функции.

Введем некоторые обозначения:

$$F(t) = \int_0^1 K(x, t) f(x, t) dx,$$

$$M_1 = \left[\int_0^1 u_0^2(x) dx + \int_0^1 u_1^2(x) dx + \int_0^T \int_0^1 f^2(x) dx dt \right] \exp(T),$$

$$M_2 = M_1 T + \int_0^1 u_0^2(x) dx + \int_0^1 u_1^2(x) dx + \int_0^T \int_0^1 f^2(x) dx dt,$$

$$M_3 = \left[2 \int_Q f_t^2 dx dt + 4 \int_0^T \int_0^1 f^2(x, t) dx + \left| 2 \int_0^1 u_0'^2(x) dx + 2 \int_0^1 u_0''^2(x) dx - 4 \int_0^1 f(x, 0) u_0''^2(x) dx + \right| \right] \exp(T),$$

$$N_1 = \max_{[0, T]} \int_0^1 K_t^2(x, t) dx,$$

$$N_2 = \max_{[0, T]} \int_0^1 K_{tt}^2(x, t) dx,$$

$$N_3 = N_1^{\frac{1}{2}} \max_{[0, T]} |a(1, t)|,$$

Обратная задача 1.1: найти функции $u(x, t)$ и $q(t)$, связанные в прямоугольнике Q уравнением

$$u_{tt} - u_{xx} + q(t)a(x, t)u_t = f(x, t) \quad (1)$$

при выполнении для функции $u(x, t)$ условий

$$\begin{aligned} u(0, t) = u(1, t) = 0, \quad 0 < t < T, \\ u(x, 0) = u_0(x), \quad u_t(x, 0) = u_1(x), \quad x \in D, \end{aligned}$$

$$\int_0^1 K(x, t) u(x, t) dx = \mu(t), \quad 0 < t < T$$

Теорема 1.1.1. Пусть выполняются условия:

$$\begin{aligned} a(x, t) &\in C^2(\bar{Q}), \quad \mu(t) \in C^2([0, T]); \\ F(t) - \mu''(t) &\leq -m_0 < 0, \quad a(1, t) > 0, a(1, t)\mu'(t) \leq -m_1 < 0, t \in [0, T]; \\ a(x, t) &\geq 0, a_{xx}(x, t) \leq 0, (x, t) \in \bar{Q}, \quad R_0 \leq m_0, \quad R_1 \leq m_1 \\ \int_0^1 K(x, 0) u_0(x) dx &= \mu(0), \quad \int_0^1 K(x, 0) u_1(x) dx + \int_0^1 K_t(x, 0) u_0(x) dx = \mu'(0) \end{aligned}$$

Тогда для любой функции $f(x, t)$ такой, что $f(x, t) \in L_2(Q)$, $f_{t(x, t)} \in L_2(Q)$, для любых функций $u_0(x)$ и $u_1(x)$ вида

$$u_0(x) \in W_2^2(D) \cap \dot{W}_2^1(D), \quad u_1(x) \in \dot{W}_2^1(D)$$

обратная задача 1.1 имеет решение $\{u(x, t), q(t)\}$ такое, что

$$u(x, t) \in V_0, \quad q(t) \in L_\infty([0, T]).$$

Помимо теоремы существования, доказываются теоремы единственности и устойчивости решений обратной задачи 1.1.

Пусть

$$W_1 = \{ \{u(x, t), q(t)\} : u(x, t) \in V_0, q(t) \in L_\infty([0, T]), |a(1, t)\mu'(t) - \varphi(t, u)| \geq k_0 > 0, q(t) \geq 0$$

при $x \in [0, T]\}$.

Теорема 1.1.2. Пусть $a(x, t) = 1$ при $(x, t) \in \bar{Q}$, для функций $f(x, t)$, $K(x, t)$ и $\mu(t)$ выполняются включения теоремы 1.1.1 Тогда в множестве W_1 обратная задача 1.1 не может иметь более одного решения.

Теорема 1.1.3. Пусть $a(x, t) = 1$ при $(x, t) \in \bar{Q}$, для функций $f(x, t)$, $K(x, t)$, $\mu_1(t)$, $\mu_2(t)$ выполняются включения теоремы 1.1.1 Далее, пусть

$\{u(x, t), q_1(t)\}$ и $\{u(x, t), q_2(t)\}$ есть два решения обратной задачи 1.1

соответствующие условиям (4) с функциями $\mu_1(t)$ и $\mu_2(t)$ соответственно и принадлежащие множеству W_1 . Тогда имеет место оценка

$$\begin{aligned} \|u(x, t) - v(x, t)\|_{L_\infty(0, T; L_2(D))} + \|u_t(x, t) - v_t(x, t)\|_{L_\infty(0, T; L_2(D))} \\ + \|u_x(x, t) - v_x(x, t)\|_{L_\infty(0, T; L_2(D))} \leq R \|\mu_1(t) - \mu_2(t)\|_{W_2^2([0, T])}. \end{aligned}$$

постоянная R в которой определяется лишь функциями $f(x, t)$, $u_0(x)$, $u_1(x)$, $K(x, t)$ и числом T .

Обратная задача 3.1: Найти функции $u(x,t)$, $q(t)$ связанные в прямоугольнике Q уравнением

$$u_{tt} - u_{xx} + q(t)u_t = f(x,t),$$

при выполнении для функции $u(x, t)$ следующих условий

$$u(x, 0) = u_0(x), \quad u_t(x, 0) = u_t(x)$$

$$u(0, t) = 0, \quad u(1, t) = u_1(t), \quad u_x(1, t) = 0, \quad 0 < t < T.$$

Введем обозначения:

$$h(t) = \frac{f(1, t) - \varphi_1''(t)}{\varphi_1'(t)}, \quad g(t) = \frac{1}{\varphi_1'(t)}, \quad h_0 = \min_{[0, T]} h(t),$$

$$m_0 \max_{[0, T]} |g(t)|, \quad M = \frac{h_0}{m_0};$$

$$K_1 = \int_0^T \int_0^1 f_{xx}^2 dx dt + \int_0^1 u_0'''^2(x) dx + \int_0^1 u_0''^2(x) dx, \quad K_2.$$

Заключение. Таким образом, здесь показаны некоторые пути решения приведенных выше обратных задач для гиперболических уравнений с различными условиями переопределения и формулированы выводы о разрешимости обратных задач, указаны некоторые возможные обобщения результатов.

Список литературы

- [1]. Романов, В. Г. Устойчивость в обратных задачах / В. Г. Романов. М. : Науч. мир, 2005. - 295 с.
- [2]. Валитов, И. Р. Обратные задачи для гиперболических уравнений: случай неизвестных коэффициентов, зависящих от времени / И. Р. Валитов, А. И. Кожанов // Вестник НГУ. Сер. Математика, механика, информатика. 2006. Т. 6, вып. 1. - С. 3-18.
- [3]. Yamamoto, M. Lipschitz stability for a hyperbolic inverse problem by finite local boundary data. (English) Appl. Anal. 85, No. 10, pp.1219-1243 (2006).
- [4]. Fden, A. On global behavior of solutions to an inverse problem for semilinear hyperbolic equations / A. Eden, V. K. Kalantarov // Записки научных семинаров ПОМИ. 2004. - Т. 318.

БАРАБАНЛИ ҚУРИТГИЧДА СФЕРИК ЗАРРАЧАЛАРНИ ҚУРИТИШ ВАҚТИНИ МОДЕЛЛАШТИРИШ

А.А. Ахунбаев, Г.Ш. Ғаниева

Фаргона политехника институти

e.mail: a.ahunboyev@ferpi.uz ORCID:0000-0001-6764-3690

(Қабул қилинди 12.02.2024 й.)

Аннотация. Барабанли қуритгичда сферик заррачаларнинг қуритиш кинетикасини математик модели ишлаб чиқилган. Таклиф қилинган бу назарий модел сферик заррачаларнинг ҳар қандай маълум бўлган заррача диаметри, айланувчи барабан диаметри, қуритгич узунлиги ва материал массасини ҳисобга олиб қуритиш кинетикасини моделлаштириш учун ишлаб чиқилган.

Таянч сўзлар: Барабанли қуритиш, сферик заррача, заррача диаметри, айланувчи барабан диаметри, қуритгич узунлиги, материал массаси.

Аннотация. Разработана математическая модель кинетики сушки сферических частиц в барабанной сушилке. Предлагаемая теоретическая модель разработана для моделирования кинетики сушки сферических частиц для любого известного диаметра частиц, диаметра вращающегося барабана, длины сушилки и массы материала.

Ключевые слова. барабанная сушка, сферические частицы, диаметр частиц, диаметр вращающегося барабана, длина сушилки, масса материала.

Abstract. A mathematical model of the kinetics of drying spherical particles in a drum dryer has been developed. The proposed theoretical model is developed to simulate the drying kinetics of spherical particles for any known particle diameter, rotating drum diameter, dryer length, and material mass.

Keywords. drum drying, spherical particles, particle diameter, rotating drum diameter, dryer length, material weight.

Кириш

Барабанли қуритиш жуда мураккаб жараён бўлиб, унда зарралар қуритгич ичида ҳаракатланиш даврида конвектив усулда қуритилади. Қуритиш жараёнида зарранинг кўзгалмас статик ҳолатидаги қуритишдан ташқари унинг ҳаракатланиш жараёни ҳам ҳисобга олиш керак. Мйккестад биринчи бўлиб қуритиш агенти ҳавосининг ҳарорати, дастлабки намлик миқдори ва маҳсулотни ҳаракат тезлигига асосланган айланма қуритгичда маҳсулот намлигини аниқлаш учун тенглама таклиф қилган [1]. Юпқа қатламли қуритиш тенгламалари қуритилаётган маҳсулотларидаги иссиқлик ва масса алмашилиш жараёнларини моделлаштиришга ёрдам беради ва янги қуритиш аппаратларини лойиҳалаш учун ёрдам беради [2]. Улар бир нечта маҳсулотларнинг қуритиш вақтларини ҳисоблаш ва қуритиш эгри чизиқларини умумлаштириш учун ишлатилади. Таклиф қилинган бу моделда юпқа қатламли материал намлигининг ўзгариш тезлиги қуритиш тезлигининг пасайиши даврида қуритиш ҳавоси билан мувозанатга келганда материал намлиги ва қуритилаётган материал намлиги ўртасидаги ўзгаришга мос келади. Қуритишнинг иккинчи даври учун қуритиш эгри чизиқлари учун турли муаллифлар томонидан берилган математик моделлар ва тажриба тенгламаларини умумий ҳолда қуйидаги кўринишга келтириш мумкин:

$$\frac{\partial U}{\partial t} = a \exp(-kt) \quad (1)$$

Кўпгина муаллифлар қуритиш кинетикасини моделлаштириш учун диффузия назариясига асосланган ярим эмпирик моделларни ишлаб чиққанлар. Аксарият муаллифлар томонидан, моделда кириш ҳавосининг ҳарорати, кириш ҳавосининг тезлиги, намлик ва бошқалар функцияларига боғлиқ ҳолда аниқланган, материал массаси барча муаллифлар томонидан ҳисобга олинмаган. Кўплаб моделлар таклиф қилинган бўлсада, барабанли аппаратдаги қуритиш механизмини тавсифловчи умумий назария мавжуд эмас. Шунинг учун қуритилма ва материал учун алоҳида махсус моделлар умумий моделларга қараганда фойдалироқ кўринади [3].

Шунинг учун, биз ушбу моделда қуритилиши керак бўлган материаллар миқдорини ҳисобга олган ҳолда, айланма қуритгичда сферик заррачаларнинг қуритиш кинетикаси учун назарий моделини ишлаб чиқамиз.

Аналитик усул

Юпқа қатламли материални қуритишнинг назарий тенгламасини таҳлил қиламиз. Кимёвий маҳсулот бўлган минерал ўғит учун қуритиш жараёни, қуритишнинг иккинчи даврида, яъни қуритиш тезлиги пасайиш даври учун, Фикнинг диффузия тенгламаси орқали аниқлаймиз:

$$\frac{\partial U}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D \frac{\partial U}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D \frac{\partial U}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(D \frac{\partial U}{\partial z} \right) \quad (2)$$

Бу ерда: D -диффузия коэффициенти, U -ҳар қандай t вақтда намлик миқдори, ва t -қуритиш вақти.

Қуритиш барабанида ҳаракатланаётган сферик заррача учун материал ҳаракатини барабан ўқи бўйлаб йўналган бўлган ва намликнинг диффузия коэффициенти ўзгармас бўлганида Фикнинг диффузия тенгламаси қуйидаги кўринишга келади:

$$\frac{\partial U}{\partial t} = D \left(\frac{\partial^2 U}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial U}{\partial r} \right) \quad (3)$$

Бу (3) дифференциал тенгламани ечиш учун қуйидаги фаразларни қабул қилдик:

- 1- намлик диффузион ва бир томонлама ўзгаради;
- 2 - диффузия коэффициенти намлик концентрациясига боғлиқ эмас;
- 3- қуритиш жараёни изотермик, яъни адиабатик қуритгич жараёни;
- 4- қуритилиши керак бўлган материал шарсимон шаклга эга;
- 5- материалнинг шакл ўзгариши ҳисобга олинмайди.

Ажратиш константаси сифатида $-\lambda^2$ дан фойдаланиб, (3) тенгламани қуйидаги кўринишга келтирамиз:

$$\frac{1}{D} \frac{\partial U}{\partial t} = -\lambda^2 \quad (4)$$

$$\left(\frac{\partial^2 U}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial U}{\partial r} \right) = -\lambda^2 \quad (5)$$

Ўзгарувчиларни ажратиш ёрдамида (4) тенгламани интеграллаш қуйидагини беради:

$$T = C_1 e^{-\lambda^2 D t} \quad (6)$$

Тенглама (5) қуйидаги шаклга келади:

$$r^2 R'' + 2rR' + \lambda^2 r^2 R = 0 \quad (7)$$

Тенглама (7) - нол тартибли Бессел тенгламаси бўлиб, унинг учун [4] да берилган ечимдан фойдаланамиз

$$R(r) = C_2 (\lambda r)^{1/2} J_{1/2}(\lambda r) + C_3 (\lambda r)^{1/2} J_{-1/2}(\lambda r) \quad (8)$$

Бунда

$$J_{1/2}(\lambda r) = \sqrt{\frac{2}{\pi(\lambda r)}} \sin(\lambda r) \quad (9)$$

$$J_{-1/2}(\lambda r) = \sqrt{\frac{2}{\pi(\lambda r)}} \cos(\lambda r)$$

$$R(r) = \sqrt{\frac{2}{\pi\lambda}} \left[\frac{C_2}{r} \sin(\lambda r) + \frac{C_3}{r} \cos(\lambda r) \right] \quad (10)$$

(6) ва (10) тенгламаларни умумлаштириб, $U(r, t) = R(r)T(t)$ ҳисобга олиб қуйидагини оламиз ва қуйидаги чегара шартларини қабул қиламиз:

$$\begin{aligned} \frac{\partial U}{\partial r} &= 0, & r &= 0, r \geq 0, \\ U &= U_e, & r &= a, t \geq 0, \\ U &= U_0, & 0 \leq r \leq a, t &= 0 \end{aligned} \quad (11)$$

Заррани шар шаклида эканлигини ҳисобга олиб, қуйидаги ечимни оламиз:

$$U(r, t) = C_1 e^{-\lambda^2 D t} \sqrt{\frac{2}{\pi\lambda}} \left[\frac{C_2}{r} \sin(\lambda r) + \frac{C_3}{r} \cos(\lambda r) \right] \quad (12)$$

$$UR = \frac{U_i - U_e}{U_o - U_e} = \frac{6}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} \exp \left[\frac{-n^2 \pi^2 D}{r^2} t \right], \quad (13)$$

Бу ерда r -шар радиуси, UR -намлик коэффициенти, U_o -бошланғич намлик, U_m -мувозанат намлик миқдори, $U_t - t$ вақтдаги намлик миқдори ва t -қуритиш вақти (соат).

Хулоса

Таклиф қилинган бу назарий модел сферик заррачаларнинг ҳар қандай маълум бўлган заррача диаметри, айланувчи барабан диаметри ва қуритгич узунлигида қуритиш кинетикасини моделлаштириш учун ишлаб чиқилган. Бу модел материал массасини ҳам ҳисобга олади. Модел бўйича ҳисобланган назарий намлик қийматини текшириш учун экспериментал тадқиқотлар ўтказиш лозим.

Адабиётлар

- [1]. O. Myklestad, "Heat and mass transfer in rotary dryers," Chemical Engineering Progress Symposium Series, vol. 59, no. 41, pp. 129–137, 1963.
- [2]. D. S. Jayas, S. Cenkowski, S. Pabis, and W. E. Muir, "Review of thin-layer drying and wetting equations," Drying Technology, vol. 9, no. 3, pp. 551–588, 1991.
- [3]. Ахунбаев А.А. (2021). Гидродинамическая модель движения в барабанном аппарате с учетом влияния продольного перемешивания. Universum: технические науки, (9-1 (90)), 34-38.
- [4]. K. A. Stroud, Advance Engineering Mathematics, Palgrave Macmillan, Hampshire, UK, 4th edition, 2003.

1. “Фарғона политехника институти Илмий – техника журнали” (“Научно – технический журнал ФерПИ”, “Scientific – Technical Journal FerPI”) 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 **ташкilot 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 катъий кетма-кетликда равои 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 ФерПИ веб-сайти <http://www.ferpi.uz> (faoliyat→ilmiy faoliyat→ilmiy jurnal) дан топиш мумкин.**

Кўрсатилган қоидалар асосида тайёрланмаган мақолалар таҳририят томонидан қабул қилинмайди.

1. На страницах «Научно-технического журнала ФерПИ» 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 ФерПИ <http://www.ferpi.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 Fer.PI” 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 FarPI website, <http://www.ferpi.uz> (faoliyat→ilmiy faoliyat→ilmiy jurnal).

ФарПИ ИЛМИЙ-ТЕХНИКА ЖУРНАЛИ
ТАҲРИРИЯТИ:

Масъул муҳаррир
Мусахҳиҳ
Мусахҳиҳ
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.ferpi.uz>
E-mail: ferpijurnal@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: 22.10.2024 й.
Бичими: А4. Гарнитура Times New Roman.
Босма табоғи: 15,25. Адади 10 нусха. Буюртма № 3.
Баҳоси шартнома асосида.
УП «FARPI ALPHA PRINT» босмахонасида чоп этилди.
Фарғона шаҳар, Фарғона кўчаси 86 -уй.