

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



2023. Том 27. № 6

**НАУЧНО–ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ ФерПИ**

**SCIENTIFIC – TECHNICAL
JOURNAL of FerPI**

ФАРҒОНА – 2023

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 ОАКнинг
илмий нашрлари рўйхатига қиритилган

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. – ЎзФА ФТИ
4. Сиддиқов Б.М., Prof. of Mathem. – Ferris State University, USA
5. Нуриддинов И., ф.-м.ф.д., проф. – ЎзФА ЯФИ
6. Юлдашев Н.Х., ф.-м.ф.д., проф. – ФарПИ

Механика:

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

Қурилиш:

1. Аббасов Ё.С., т.ф.д. – ФарПИ
2. Ақромов Х.А., т.ф.д., проф. – ТошАҚИ
3. Одилхажаяев А.Э., т.ф.д., проф. – ТошТЙТМИ
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 ТЙТМИ
2. Хайриддинов Б.Э., т.ф.д., проф. – Қарши ДУ
3. Қасимахунова А.М., т.ф.д., проф. – ФарПИ
4. Расулов А.М., т.ф.д. – ТАТУ ФФ
5. Эргашев С.Ф., т.ф.д. – ФарПИ

Кимёвий технология ва экология

1. Салиханова Д.С., т.ф.д. проф. – ЎзФА УНКИ
2. Ибрагимов А.А., к.ф.д., проф. – ФарДУ
3. Ибрагимов О.О., к.х.ф.д. проф. – ФарПИ
4. Омонов Т.С., ф.-м.ф.д., проф. – Альберта Университети, Эдмонтон, Канада.
5. Хамдамова Ш.Ш., т.ф.д. – ФарПИ
6. Хамроқулов З.А., т.ф.д. – ФарПИ

Ижтимоий-иқтисодий фанлар

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

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. Валиёв, 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. Одилхажаяев, 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. Тўхтақўзиёв, 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, A.M. Mamadjanov,
R.A. Muminov, I. Nuritdinov, A.O. Odilxajayev, T.S. Omonov, A.M. Rasulov, S.J. Razzakov, B. Siddikov, L.A. Sivachenko,
D.S. Salikhanova, S.A. Tarasenko, R.J. Tojiev, A.A. Tuxtakuziev, Sh.N. Fayzimatov, B.E. Hayriddinov, Sh.Sh. Xamdamova,
Z.A. Xamroqulov, N.B. Shinkova, S.F. Ergashev, N.Kh.Yuldashev (Executive Editor)

ФУНДАМЕНТАЛ ФАНЛАР

Олимов Л.О., Ахмадалиев У.А. Гранулланган ZnSb яримўтказгичли интерметал бирикманинг электр ўтказувчанлик ва потенциал тўсиқ баландлигининг температурага боғлиқлиги	9
Маннанов М.И. Кремнийга никелни диффузия қилиш йўли билан кучли компенсацияланган намуналар олиш	13

МЕХАНИКА

Bayboboev N.G., Alixanov A.A., Do'smatov T.G., G'ulomov Sh.I. Karotoshka kovlagichning kovlash ishchi organining parametrelarini hisoblash	18
Qayumov B.A., Ortiqov S.S. Avtomobillarga TXK operatsiyalarni guruhlash usullari va ta'mirlashning mehnat hajmini aniqlash	24
Djurayev A.D., Jo'rayev D.D., Axmedov X.I. Paxta chigitini qismlarga (yadro va sheluxaga) ajratadigan prizmasimon qo'sh barabanli separatorni samaradorligi	28
Qodirov Z.A., Dadajonov Sh., Muxammadrasulov Sh.X., Niyazaliyeva M.M. Tut ipak qurti pillalarini chuvishga tayyorlashning takomillashtirilgan texnologiyasi	33
Алимова Х.А., Ахмедов Ж.А., Шарипов Ж.Ш., Собиров Қ.Э. Атабаев И.Х. Юқори чизиқли зичликдаги хом ипақдан эшилган ипақ ипларини ишлаб чиқариш усуллари	38
Nazirov R.R, Toshmirzayev Q.O. Paxta xomashyosini barabanli quritgichlarda quritish samaradorligiga ta'sir etuvchi omillarni o'rganish	46
Matchanov R.D., Yuldashev A.T., Kuldoshev D.A., Astanov B.J., Malikov B.Z., Djuraeva N.B. Vertikal shpindelli paxta terish mashinasi uchun U-shaklidagi yon burchakli qabul kamerasini tadqiq qilish	50
Qorabayev Sh.A. Pnevмомеханик yigirish mashinasi konfuzorida paxta tolasini aerodinamik xususiyatlarini tadqiq qilish usuli	56
Джураев А., Тешабоев О.А., Юлдашев К.К. Тавсия этилган самарали винтли конвейер турли юзасини тебраниш кўрсаткичлари таҳлили	62
Джамолов Р.К., Ғайратов Ж.Ғ. Уруғлик чигитни аррали цилиндрда туксизлантириш учун арра оралиқ кистирмалари юзасининг конструкциясини ишлаб чиқиш	67
Кулиев Т.М., Ғайратов Ж.Ғ., Абидова А.Р. Пахта регенераторининг асосий параметрларини тозалаш самарадорлик талабларига кўра аниқлаш	72

ҚУРИЛИШ

Рахманов Б. Қурилишдаги полимер стропларнинг деформацияланиш хусусиятларини компьютер моделлаштириш	76
Қўзибоев Ш.Ш. Гипс қолип массаларининг таркиби ва хусусиятлари	80
Yunusaliyev E.M., Maxsimov K.I., Maxsimov K.K. Sho'r tuproqlarning o'zgaruvchanligi va korroziv xossalarni xisobga olgan gorizontali yuklangan qoziqlar	85
Arifjanov A., Xodjiyev N.R., Kurbonov K.M. Issiqlik ta'minoti suv isitish qozon qurilmasida issiqlik uzatilishini gidravlik hisobi	88
Ювмитов А.С., Тошпўлатов С.У., Эгамбердиев Б.О. Кўп қаватли биноларда қўлланиладиган актив сейсмик химоя қурилмаларининг таҳлили ва уларни қўллашнинг мақбул ечимлари	92

ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОН ҚУРИЛМАЛАР ВА АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Зикриллаев Х.Ф., Содиқов Т.Б. Биринчи фотоэлектрик станция ва унинг жорий ҳолатининг таҳлили	101
Юсупова Ф.Т. Комбинацияланган энергия қурилманинг эксплуатацион параметрларини тадқиқот натижалари	106

Turdimatov M.M. Kvant va klassik kriptografiya usullarini birgalikda qo'llash istiqbollari to'g'risida	113
Abdullayev E.S., Zakirov V.M., Shukurov F.D. Masofaviy xizmat ko'rsatish tizimlarida so'rovlarga xizmat ko'rsatish usullarining o'rni	117
Хамзаев Д.И., Абдурахмонов С.М., Хамзаев И.Х. “FARG'ONAAZOT” АЖ корхонасидаги тайёр маҳсулотларни маркировкалаш ва автоматик ҳисобини юритиш тизими хусусиятлари	122
Uzbekov M.O., Begmatov E.M. Segner g'ildiragi asosidagi reaktiv gidroturbinaning maqbul parametrlari tahlili	126
Eraliyev X.A. Nosimmetrik yuklangan tarmoqni simmetriyalab quvvat yo'qotishlarini kamaytirish	133
Қорабошев О.З. Ёнғин ва фавқулодда вазиятларни машинали ўқитиш (machine learning) усуллари ёрдамида бошқариш	139
Uzoqov G'.N., Safarov A.B., Qo'ziyev Z.E. Ko'p qutbli magnitoelektrik generatorlarni modellashtirish	144
Махаммадиев Ф.М., Мухтаров Ф.Х. Иссиқлик электр станциялари айланма совитиш тизимининг математик моделини ишлаб чиқиш	151
Maxmudov T.F. Sintetik inersiya manbasi sifatida LI-ION batareyalariga asoslangan saqlash tizimlaridan foydalanish	161
Ergashev S.F., Qahharov J.I., Aliev R., G'oipov E. Ikki tomonlama sezgir kremniy quyosh elementlari bo'lgan energiya panellarining asosiy xarakteristikallari	166
Маматов Н.С., Абдуллаев Ш.Ш., Юлдашев З.Б., Йўлдошев Ю.Ш. Ўзбек тили учун тил моделини куриш	173
Kasimaxunova A.M., Norbo'taev M.A. Optimal tok va ishchi tok o'rtasidagi nomutunosiblik darajasi va uning termoelektrik batareyaning chiqish parametrlariga ta'siri	176
КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЭКОЛОГИЯ	
Хошимов И.Э., Турдиалиева Ш.И., Намазов Ш.С., Каршиев Б.Н., Сейтназаров А.Р., Раджабов Р. Ювиб куйдирилган концентратдан олинган буғлатилган экстракцион фосфор кислотасининг реологик хусусиятлари	184
Хуррамова Н.М., Хуррамов М.Г. Газни қайта ишлаш корхоналари оқоваларини табиий тозалаш майдонларидаги чўкмаларини техноген хавф кўрсаткичларини тадқиқоти	189
ҚИСҚА ХАБАРЛАР	
Alimbabaeva Z.L. Kesish asboblari uchun tez kesar po'latlardan foydalanish	195
Орипов Ж.И. Табиий хом ипак сифат кўрсаткичларини тадқиқи	197
Ильясов А.Т., Адилходжаев А.И., Махаматалиев И.М., Султанова С.И. Майда донадор бетон ва кўпикбетон таркибига критилган микрокремнезём миқдорининг уларнинг конструктив сифати коэффициентига таъсири ҳақида	201
Рахманов Ш.В. Карбамид фармолдегид ва полиакрилонитрил ва меламин асосида композицион боғловчиларнинг физик-механик хусусиятларини ўрганиш	204
Abdullayev I.N., Abdullayev U.M. Ohak chiqindisini (shlamni) ko'pikbetonga qo'llash	207
Kaxarov E.M. Markaziy Qizilqum fosforitlari asosida termik ishlov berilgan ftorsizlangan fosfatlar	211
Mirsalimova S.R., Tajiboyeva O.O. Karbonizatsiya jarayonining nazariy asoslari va texnologik hisoblari	214
Муаллифлар диққатига !	216

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУКИ

Олимов Л.О., Ахмадалиев У.А. Температурная зависимость электропроводности и высоты потенциального барьера гранулированного полупроводникового интерметаллического соединения ZnSb	9
Маннанов М.И. Получение перекомпенсированного кремния путем диффузии никеля	13

МЕХАНИКА

Байбобоев Н.Г., Алиханов А.А., Дусматов Т.Г., Гуломов Ш.И. Расчет параметров подкапывающего рабочего органа картофелеуборочных машин	18
Каюмов Б.А., Ортиков С.С. Методика группировки операций ТО на автомобилях и определения трудоемкости ремонтов	24
Джураев А.Д., Жураев Д.Д., Ахмедов Х.И. Эффективность призмового двойного барабанного сепаратора для разделения семян хлопка на компоненты (ядро и shelux)	28
Кодиров З.А., Дадажонов Ш., Мухаммадрасулов Ш.Х., Ниязалиева М.М. Усовершенствованная технология подготовки коконов тутового шелкопряда к размотке	33
Алимова К.А., Ахмедов Ж.А., Шарипов Ж.Ш., Собиров К.Э. Атабаев И.Х. Способы производства крученых шелковых нитей из шелка-сырца высокой линейной плотности	38
Назирова Р.Р., Тошмирзаев К.О. Изучение факторов, влияющие на эффективность сушки хлопка-сырца в барабанных сушилках	46
Матчанов Р.Д., Йулдашев А.Т., Кулдошев Д.А., Астанов Б.Ж., Маликов Б.З., Джураева Н.Б. Исследование U-образной приемной камеры с боковым отводом для вертикально-шпиндельной хлопкоуборочной машины	50
Корабаев Ш.А. Способ исследования аэродинамических свойств хлопкового волокна в пневмомеханической прядильной машине	56
Джураев А., Тешабоев О.А., Юлдашев К.К. Анализ показателей вибрации рекомендуемой эффективной поверхности сетки винтового конвейера	62
Джамолов Р.К., Гайратов Ж.Г. Разработка конструкции поверхности между пилных прокладок для оголения посевных семян в пилных цилиндрах	67
Кулиев Т.М., Гайратов Ж.Г., Абидова А.Р. Определение основных параметров регенератора хлопка по требованиям эффективности очистки	72

СТРОИТЕЛЬСТВО

Рахманов Б. Компьютерное моделирование деформационных свойств полимерных строп для строительства	76
Кузибоев Ш.Ш. Составы и свойства гипсовых формовочных смесей	80
Юнусалиев Э.М., Махсимов К.И., Махсимов К. К. Горизонтально загруженные сваи с учетом изменчивости и коррозионных свойств засоленных грунтов	85
Арифжанов А., Ходжиев Н.Р., Курбонов К.М. Гидравлический расчет теплопередачи в устройстве водогрейного котла теплоснабжения	88
Ювмитов А.С., Тошпулатов С.У., Эгамбердиев Б.О. Анализ устройств активной сейсмической защиты, используемых в многоэтажных зданиях и соответствующих решений для их применения	92

**ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Зикриллаев Х.Ф., Содиков Т.Б. Первая фотоэлектрическая станция и анализ её текущего состояния	101
Юсупова Ф.Т. Результаты исследования рабочих параметров комбинированного энергетического устройства	106

Турдиматов М.М. О перспективах совместного использования методов квантовой и классической криптографии	113
Абдуллаев Э.С., Закиров В.М., Шукуров Ф.Д. Роль методов обслуживания запрос в системах дистанционного обслуживания	117
Хамзаев Д.И., Абдурахманов С.М., Хамзаев И.Х. О системы маркировки и автоматического учета готовой продукции на предприятие ао “FARG’ONAAZOT”	122
Узбеков М.О., Бегматов Э.М. Анализ оптимальных параметров струйной гидротурбины на основе колеса Сегнера	126
Эралиев Х.А. Уменьшение потерь мощности путем балансировки нагрузки в сети с несимметричной нагрузкой	133
Корабошев О.З. Управление пожарными и чрезвычайными ситуациями с помощью методов машинного обучения	139
Узаков Г.Н., Сафаров А.Б., Кузиев З.Э. Моделирование многополюсных магнитоэлектрических генераторов	144
Махаммадиев Ф.М., Мухтаров Ф.Х. Разработка математической модели системы обратного охлаждения тепловых электростанций	151
Махмудов Т.Ф. Использование систем накопителей на основе LI-ION батарей в качестве источника синтетической инерции	161
Эргашев С.Ф., Каххаров Ж. И., Алиев Р., Гоипов Э. Основные характеристики энергетических панелей с двухсторонне - чувствительными кремниевыми солнечными элементами	166
Маматов Н.С., Абдуллаев Ш.Ш., Юлдашев З.Б., Йулдошев Ю.Ш. Построение языковой модели узбекского языка	173
Касимахунова А.М., Норбутаев М.А. Степень расогласования оптимального тока с рабочим током и влияние его на выходные параметры термоэлектрической батареи	176
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ	
Хошимов И.Э., Турдиалиева Ш.И., Намазов Ш.С., Каршиев Б.Н., Сейтназаров А.Р., Раджабов Р. Реологические свойства упаренной экстракционной фосфорной кислоты из мытого обожженного концентрата	184
Хуррамова Н.М., Хуррамов М.Г. Исследование показателей техногенной опасности осадки стоков на полях естественных очистки газоперерабатывающих предприятий	189
КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ	
Алимбабаева З.Л. Применение быстрорежущих сталей для режущего инструмента	195
Орипов Ж.И. Изучение показателей качества натурального шелка-сырца	197
Ильясов А.Т., Адилходжаев А.И., Махаматалиев И.М., Султанова С.И. О влиянии количества микрокремнезёма введенного в состав мелкозернистого бетона и пенобетона на их коэффициент конструктивного качества	201
Рахманов Ш.В. Исследование физико-механических свойств композиционных связующих на основе мочевиноформальдегидной и полиакрилонитрила и меламина	204
Абдуллаев И.Н., Абдуллаев У.М. Применение известковых отходов (шлама) для пенобетона	207
Кахаров Э.М. Термические обесфторенные фосфаты на основе фосфоритов Центральных Кызылкумов	211
Мирсалимова С.Р., Тажибоева О.О. Теоретические основы и технологические расчеты процесса карбонизации	214
К сведению авторов !	217

FUNDAMENTAL SCIENCES

Olimov L.O., Akhmadaliev U.A. Temperature dependence of electrical conductivity and potential barrier height of granulated ZnSb semiconductor intermetallic compound	9
Mannanov M.I. Production of overcompensated silicon by nickel diffusion	13

MECHANICS

Bayboboev N.G., Alikhanov A.A., Dusmatov T.G., Gulomov Sh.I. Calculation of parameters of the digging working body of potato harvesters	18
Kayumov B.A., Ortikov S.S. Methods of grouping operations of TS on cars and determining the labor volume of repairs	24
Djuraev A.D., Juraev D.D., Akhmedov K.I. Efficiency of the design of a double-drum prismatic separator separating cotton seed husk into parts (core and shell)	28
Kadirov Z.A., Dadajonov Sh., Mukhammadrasulov Sh.Kh., Niyazalieva M.M. Improved technology of preparing silkworm cocoons for unwinding	33
Alimova K.A., Akhmedov J.A., Sharipov J.Sh., Sobirov K.E. Atabaev I.Kh. Methods for the production of twisted silk threads from raw silk of high linear density	38
Nazirov R.R., Toshmirzayev K.O. Study of the factors affecting the efficiency of drying cotton raw materials in drum dryers	46
Matchanov R.D., Yuldashev A.T., Kuldoshev D.A., Astanov B.J., Malikov B.Z., Djuraeva N.B. Investigation of a U-shaped receiving chamber with a side tap for a vertical spindle cotton harvester	50
Korabayev Sh.A. A method of researching the aerodynamic properties of cotton fiber in a pneumomechanical spinning machine	56
Djuraev A., Teshaboev O.A., Yuldashev K.K. Analysis of vibration indicators of recommended efficient screw conveyor mesh surface	62
Djamolov R.K., Gayratov J.G. Development of the surface design between the saw pads for exposing the sowing seeds in the saw cylinders	67
Kuliev T.M., G'ayratov J.G', Abidova A.R. Determination of the main parameters of the cotton regenerator according to cleaning efficiency requirements	72

BUILDING

Rakhmanov B. Computer simulation of deformation properties of polymer slings for construction	76
Kuziboev Sh.Sh. Compositions and properties of gypsum molding mixtures	80
Yunusaliyev E.M., Makhsimov K.I., Makhsimov K.K. Horizontally loaded piles taking into account the variability and corrosive properties of salt soils	85
Arifjanov A., Xodgiyev N., Kurbonov K. Hydraulic calculation of heat transfer in device of heat supply water boiler	88
Yuvmitov A.S., Toshpulatov S.U., Egamberdiev B.O. Analysis of active seismic protection devices used in multi-storey buildings and appropriate solutions for their application	92

ENERGETICS, THE ELECTRICAL ENGINEERING, ELECTRONIC

DEVICES AND INFORMATION TECHNOLOGIES

Zikrillayev Kh.F., Sodiqov T.B. The first photovoltaic power plant and analysis its current status	101
Yusupova F.T. Results of studying the operating parameters of a combined power device	106

Turdimatov M.M. On the prospects of the council use of quantum and classical cryptography methods	113
Abdullayev E.S., Zakirov V.M., Shukurov F.D. The role of request service methods in remote service systems	117
Hamzaev D.I., Abdurakhmanov S.M., Hamzaev I.H. About the system of marking and automatic accounting of finished products at the enterprise JSC "FARG'ONAAZOT"	122
Uzbekov M.O., Begmatov E.M. Analysis of the optimal parameters of a jet turbine based on a Segner wheel	126
Eraliev K.A. Minimization of power losses through load balancing in an unbalanced load network	133
Koraboshev O.Z. Managing fire and emergency situations with the machine learning methods	139
Uzakov G.N., Safarov A.B., Kuziev Z.E. Modeling of multiple magnetoelectric generators	144
Makhammadiyev F.M., Mukhtarov F.Kh. Development of a mathematical model of the recycling cooling system of thermal power plants	151
Makhmudov T.F. Using storage systems based on LI-ION batteries as a source of synthetic inertia	161
Ergashev S. F., Kahharov Zh. I., Aliev R., Goipov E. The basic characteristics of solar panels with bifacial - sensitive silicon solar cells	166
Mamatov N.S., Abdullaev Sh.Sh., Yuldashev Z.B., Yoldoshev Yu.Sh. Building a language model for the uzbek language	173
Kasimakhunova A.M., Norbutaev M.A. The degree of mismatch between the optimal current and the operating current and its influence on the output parameters of the thermoelectric battery	176
CHEMICAL TECHNOLOGY AND ECOLOGY	
Khoshimov I.E., Turdialieva Sh.I., Namazov Sh.S., Karshiev B.N., Seytnazarov A.R., Radjabov R. Rheological properties of evaporated extraction phosphoric acid from washed burnt concentrate	184
Khurramova N.M., Khurramov M.G. Study of indicators of technogenic hazard of sewage sediment on natural treatment fields of gas processing enterprises	189
SHORT MESSAGES	
Alimbabaeva Z.L. The use of high-speed steels for cutting tools	195
Oriphov J.I. Study of natural raw silk quality indicators	197
Ilyasov A.T., Adilkhodzhaev A.I., Makhamataliev I.M., Sultanova S.I. Effect of quantity of silica fume on the coefficients of constructive quality fine-grained concrete and foam concrete	201
Rakhmanov Sh.V. Study of the physical and mechanical properties of composite binders based on urea formaldehyde and polyacrylonitrile and melamine	204
Abdullayev I.N., Abdullayev U.M. Application of lime waste (sludge) for foam concrete	207
Kaxarov E.M. Thermal fuel-free phosphates based on phosphorites of Central Kyzylkum	211
Mirsalimova S.R., Tajiboyeva O.O. Theoretical foundations and technological calculations of the carbonization process	214
Information to the authors !	218

ГРАНУЛЛАНГАН $ZnSb$ ЯРИМЎТКАЗГИЧЛИ ИНТЕРМЕТАЛ БИРИКМАНИНГ
ЭЛЕКТР ЎТКАЗУВЧАНЛИК ВА ПОТЕНЦИАЛ ТЎСИҚ БАЛАНДЛИГИНИНГ
ТЕМПЕРАТУРАГА БОҒЛИҚЛИГИ

Л.О. Олимов, У.А. Ахмадалиев

Анджон машинасозлик институти (keenjon7@gmail.com)
(Қабул қилинди 25.08.2023 й.)

Ушбу мақолада яримўтказгичли термоэлектрик материаллар синфига мансуб, грануланган $ZnSb$ яримўтказгичли интерметал бирикманинг электр ўтказувчанлиги ва потенциал тўсиқ баландлигининг температурага боғлиқлиги таҳлил қилинган. Олинган ҳар бир натижалар орасида $ZnSb$ гранулаларига термик ишлов бериш жараёнини амалга ошириш орқали, грануланган $ZnSb$ яримўтказгичли бирикмада содир бўладиган электрофизик ва термоэлектрик жараёнлар ўрганилган.

Калит сўзлар: Грануланган, интерметал бирикма, потенциал тўсиқ, кристал, заррача, термик ишлов бериш, электр ўтказувчанлик.

В данной статье анализируются электропроводность и высота потенциального барьера гранулированного полупроводникового интерметаллида $ZnSb$, относящегося к классу полупроводниковых термоэлектрических материалов.

Ключевые слова: гранулы, интерметаллид, потенциальный барьер, кристал, частица, термообработка, электропроводность.

This article analyzes the electrical conductivity and potential barrier height of the granular semiconductor intermetallic compound $ZnSb$, which belongs to the class of semiconductor thermoelectric materials.

Key words: Granular, intermetallic compound, potential barrier, crystal, particle, thermal treatment, electrical conductivity.

Кириш.

Термоэлектрик материаллар иссиқлик энергиясини тўғридан тўғри электр энергиясига айлантира оладиган ҳамда қайта тикланиши мумкин бўлган ва энергия ишлаб чиқариш қобилиятига эга бўлган экологик тоза материал сифатида тан олинади [1]. Бугунги кунда термоэлектрик материалларга жумладан рух сурма ($ZnSb$) термоэлектрик материални қайта ўрганишга қизиқиш кундан кунга ортиб бормоқда. Бунинг асосий сабабларидан бири материалшуносликдаги наноструктуралар ва энергия билан боғлиқ кўчма электрон маҳсулотлар соҳасида кенг қўлланилаётган қайта зарядланувчи литий-ион батареясининг ривожланиши билан боғлиқдир. Маълумки $ZnSb$ материалли литий-ион батареяларида электрод сифатида ишлатила бошланди, бу эса ушбу термоэлектрик материалнинг электрофизик ва термоэлектрик хоссаларини қайтадан ўрганиб чиқишга туртки бўлди. $ZnSb$ интерметал бирикмасининг баъзи хусусиятлари яримўтказгич материалнинг хусусиятларига яқин, аммо механик ва кимёвий хоссалари метал қотишмаларга жуда яқин [2].

Тадқиқотлар шуни кўрсатадики, бирикманинг электрофизик ва термоэлектрик хоссалари $Zn-Sb$ яримўтказгичли интерметал бирикма тайёрлаш босқичларида юз берувчи физик жараёнларга боғлиқ. Хусусан, $ZnSb$ кукунларини тайёрлаш, пресслаш жараёнлари донаторликларнинг ҳосил бўлиши ва ўсишига ҳамда электрофизик ва термоэлектрик хоссаларига сезиларли таъсир қилиши кўрсатиб берилган. Заряд кўчиш жараёнлари ва термоэлектрик характеристикалари $ZnSb$ пластиналари олиш усулига боғлиқ бўлиб, температура ортиши элетрўтказувчанлик ҳамда Зебеек коэффициентининг ортишига сезиларли таъсир қилиши асосланган.

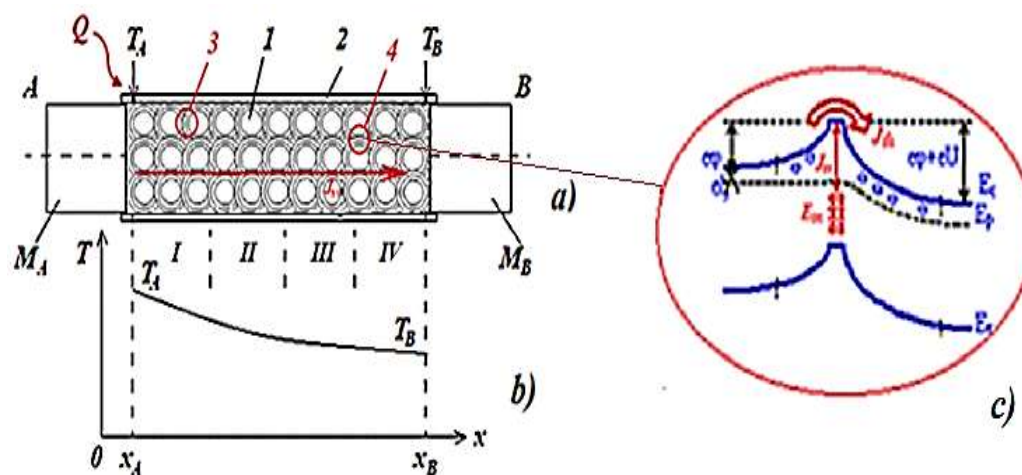
Шуни ҳам таъкидлаш жоизки, кейинги йилларда грануланган яримўтказгичлар тайёрлаш ва улар асосида термоэлектрик материаллар олиш, уларнинг электрофизик хоссаларини ўрганишга бўлган қизиқиш ортиб бормоқда [3-10]. Грануланган яримўтказгичлар асосида термоэлектрик материал тайёрлаш кукунли технологияга асосланган бўлиб, у нисбатан соддалиги ва иқтисодий жиҳатдан тежамкорлиги билан

ажралиб туради. Термоэлектрик материал гетероген муҳитдан иборат бўлиб, унинг атомар тузилиши грануллиланган яримўтказгич ядросининг атомар тузилишидан тубдан фарқ қилади. Адабиётларда температура ортиши электрўтказувчанлик (σ) ҳамда Зеебек коэффициентининг (α) ортишига, аксинча иссиқлик ўтказувчанликнинг (λ) камайишига олиб қилиши гетероген муҳитнинг хусусиятларига боғлиқлиги кўрсатиб берилган.

Тадқиқот методи

Бизнинг тадқиқотимизнинг янгилиги шундан иборатки, тадқиқот объекти сифатида грануллиланган ZnSb интерметал бирикма тайёрлаш ва унда заряд кўчиш жараёнлари ҳамда термоэлектрик ҳодисаларини ўрганиш учун Егор ва Диссельхорста методи танлаб олинган [11].

1-расмда Егор ва Диссельхорста методи ёрдамида намуналарнинг соддалаштирилган схемаси тасвирланган. ZnSb заррачалари (1) труба шаклидаги диэлектрик (2) корпусга жойлаштирилади. Заррачаларнинг икки (A ва B) томонидан 2-расмда кўрсатилгандек, мис контактлар (M_A ва M_B) билан босилади. Босим кучи $P \sim 30 \div 50$ килограмми ташкил қилади [12-14]. Бундай ҳолда, намунани стержен шаклида тасавур қилиш мумкин. Стержен шаклидаги намуналар иссиқлик ўтказувчанлигини аниқлаш учун Егор ва Диссельхорста методидан фойдаланиш мумкин [3].



1-расм. Егор ва Диссельхорста методи асосида намуналарни ўлчашнинг соддалаштирилган схемаси (а), температуралар фарқи (б), зоналар диаграммаси (с). Бу ерда, 1 – грануллиланган ZnSb заррачалари, 2 – иссиққа бардош диэлектрик корпус, 3 ва 4 – заррачалараро чегара соҳа, M_A ва M_B ҳамда T_A ва T_B мос ҳолда A ва B соҳадаги омик контакт ҳамда термопаралар.

Егор ва Диссельхорста методига асосан Q иссиқлик берилганда A соҳада ҳосил бўлган зарядлар B соҳага кўчади ҳамда M_A ва M_B контактлардаги температуралар фарқи ҳисобига электр юритувчи куч пайдо бўлади. Температуралар фарқи T_A ва T_B термопаралар ёрдамида назорат қилиб борилади. Бундай ҳолда, иссиқлик ўтказувчанликни қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$\lambda = \frac{U\sigma}{8\Delta t}, \quad (1)$$

бу ерда, σ – ўрганилаётган намунанинг электрўтказувчанлиги, U – кучланиш, Δt – намунанинг A ва B соҳалардаги температуралар фарқи. Агар экспериментда ток кучини аниқлаш орқали амалга оширилса, (1) формулани қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$\lambda = \frac{Il}{8\Delta tS}, \quad (2)$$

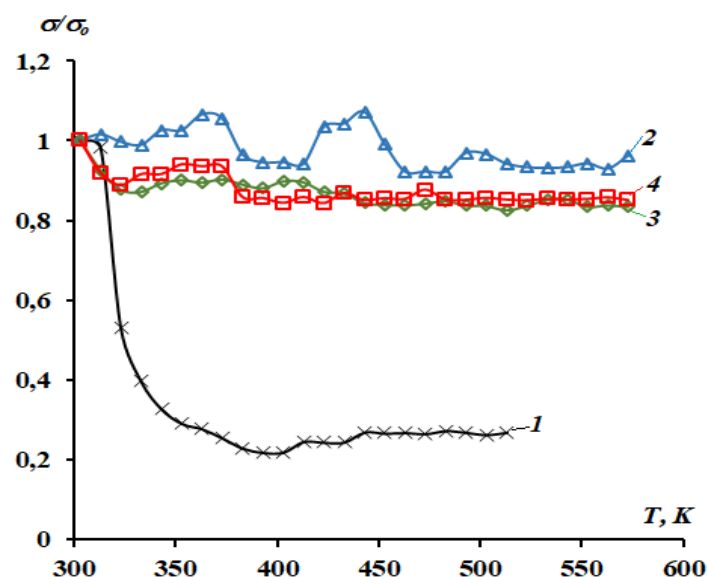
l ҳамда S – мос ҳолда, ўрганилаётган намуна узунлиги ва кўндаланг кесим юзаси. l ҳамда S – мос ҳолда, ўрганилаётган намуна узунлиги ва кўндаланг кесим юзаси. Стационар ҳолда, (1) ва (2) ифодалар асосида иссиқлик ўтказувчанлик қийматларининг бир хиллигига эътибор бериш талаб этилади. Таъкидлаш жоизки, барча тадқиқотлар термик ишлов

беришнинг температура ортиши ва камайиши жараёнларида ҳамда вақт оралиқларида олиб борилди. Ҳар бир термик ишлов бериш оралиғида намуна 1 соат давомида совутилди, сўнгра қайта ўлчанди.

Натижалар

2-расмларда электрўтказувчанлик (σ) нинг температурага боғлиқлиги тасвирланган. Бироқ, термик ишлов бериш босқичлари ҳамда температураси σ сезиларли таъсир қилиши кузатилди. Масалан, термик ишлов беришнинг дастлабки босқичида температура ортиши билан σ бирдан камайиб боради. Аксинча, термик ишлов беришнинг кейинги босқичларида бундай жараён кузатилмайди. Термик ишлов беришнинг дастлабки босқичида $1 - \sigma_0 \sim 0,06 \text{ (Ом}\cdot\text{см)}^{-1}$, бўлса, кейинги босқичларида $2 - \sigma_0 \sim 0,017 \text{ (Ом}\cdot\text{см)}^{-1}$; $3 - \sigma_0 \sim 0,019 \text{ (Ом}\cdot\text{см)}^{-1}$; $4 - \sigma_0 \sim 0,0187 \text{ (Ом}\cdot\text{см)}^{-1}$ қийматларга эга бўлади. Термик ишлов беришнинг дастлабки босқичида температура $T \geq 375 \text{ K}$ бўлганда электрўтказувчанлик бирдан $\sigma_0 \sim 0,017 \text{ (Ом}\cdot\text{см)}^{-1}$, заряд ташувчилар концентрацияси эса $n_0 \sim 2,85 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$ га ўзгаради.

Электрўтказувчанлик ҳамда заряд ташувчилар концентрациясининг бирдан ўзгариши грануланган ZnSb интерметал бирикмада ҳосил бўлган гетероген муҳитга боғлиқ бўлиши мумкин. Уни қуқунли усулда олинган грануланган ZnSb интерметал бирикманинг тузилиш ҳамда унинг 2-расмда тасвирланган соддалаштирилган схемаси ёрдамида қуйидагича тушунтириш мумкин.



2-расм. Электрўтказувчанликнинг температурага боғлиқлиги, $1 - \sigma_0 \sim 0,06 \text{ (Ом}\cdot\text{см)}^{-1}$, $2 - \sigma_0 \sim 0,017 \text{ (Ом}\cdot\text{см)}^{-1}$, $3 - \sigma_0 \sim 0,019 \text{ (Ом}\cdot\text{см)}^{-1}$, $4 - \sigma_0 \sim 0,0187 \text{ (Ом}\cdot\text{см)}^{-1}$.

Энди келтирилган мулоҳазалар асосида тадқиқот натижаларини тушунтиришга ҳаракат қилиб кўрайлик.

Агар заряд кўчиш жараёни биринчи заррачадан иккинчи заррачага 3-соҳа орқали амалга ошса, заряд ташувчилар кетма-кет намоён бўлувчи $\mathcal{E}_{\text{ин}}$ энергетик сатҳли локаллашган тузоқларда ушланади. Бу жараён заррачалараро чегара соҳада потенциал тўсиқ (φ) баландлигининг ортишига олиб келади. Сетто моделига асосан φ нинг ρ га боғлиқлигини қуйидагича ифодалаш мумкин [1]:

$$\rho = \frac{k}{q\langle a \rangle A^* T} \exp\left(\frac{q\varphi}{kT}\right), \quad (1)$$

бу ерда, q – электрон заряди, k – Больцман доимийси, $\langle a \rangle$ – заррача ўлчами, A^* – Ричардсоннинг эффективлик доимийси, T – температура.

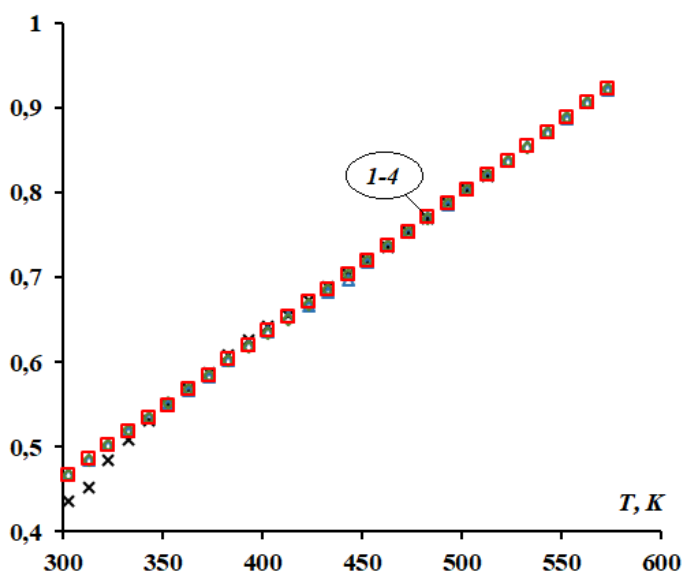
3-расмда потенциал тўсик (ϕ) баландлигининг температурага боғлиқлиги келтирилган. Тадқиқотлар шуни кўрсатадики, $T=300\div 700$ К да ϕ температурага мос ҳолда чизикли ортиб боради. $T=300$ К да термик ишлов беришнинг дастлабки босқичларида $\phi\sim 0,436$ эВ, кейинги босқичларида эса $\phi\sim 0,469$ эВ, $T=700$ К да, барча ҳолларда $\phi\sim 0,92$ эВ га ортади.

Маълумки, ϕ локаллашган тузокларда ушланаётган зарядлар миқдори (Q_i) га боғлиқ:

$$\phi = Q_i^2 / (8\epsilon\epsilon_0 q N_G) \quad (2)$$

бу ерда N_G – электрик жиҳатдан фаол бўлган легирланган киришмалар концентрацияси, ϵ ва ϵ_0 мос ҳолда муҳитнинг нисбий ва вакуумнинг абсолют диэлектрик сингдирувчанлиги..

ϕ, eV



3-расм. Потенциал тўсик баландлигининг температурага боғлиқлиги.

Демак, (2) ифодадан кўринадики, локаллашган тузокларда ушланаётган зарядлар

(Q_i) ортиши ϕ нинг, бу эса ўз навбатида ρ нинг ортишига ($a-b$ ҳолат) олиб келади. Келтирилган мулоҳазалар асосида ZnSb заррачаларида заряд кўчиш жараёнларини қуйидагича тушунтириш мумкин.

Бизнинг фикримизча, термик ишлов беришнинг дастлабки босқичларида температура ортиши билан ZnSb заррачалари ўртасида ҳосил бўлган заррачаларо чегара (3 ва 4 соҳалар 1а-расм) соҳаларида кетма-кет намоён бўлувчи $\mathcal{E}_{\text{ин}}$ энергетик сатҳли локаллашган тузокларда ушланаётган (Q_i) зарядлар миқдори ортиши σ ҳамда

н ларнинг камайишига олиб келади. Бунда ZnSb заррачалари ўзаро бирикиб интерметал бирикмани ҳосил қилади. Маълумки, ZnSb интерметал бирикма кристалланиши $T\sim 450\div 600$ К ларга тўғри келади [14-17]. Бизнинг ҳолда, $T=300\div 700$ К ZnSb интерметал бирикма кристалланиши учун етарлидир. Термик ишлов беришнинг 2, 3, 4, 5 ва ҳақоза босичларида ZnSb интерметал бирикма янада мустаҳкамлашади. Тадқиқотлар шуни кўрсатдики, намуна тагликдан олинганда ZnSb интерметал бирикма поликристал тузилмани ҳосил қилгани аниқланди. Демак, термик ишлов беришнинг дастлабки босқичида температура ортиши билан σ ҳамда н бирдан камайиши ZnSb заррачаларига тегишли. Термик ишлов беришнинг кейинги (2, 3, 4, 5 ва ҳақоза) босичларидаги натижалар поликристал тузилмани ZnSb интерметал бирикмага тегишли. Унинг электрофизик хоссалари поликристал яримўтказгичлардаги заряд кўчиш жараёнларига мос келади.

Хулоса

Шундай қилиб, куқунли технология билан поликристал тузилмани грануланган ZnSb интерметал бирикманинг электрофизик хоссалари бир неча босқичларда термик ишлов бериш орқали яхшилаш мумкин. Бунинг учун термик ишлов бериш температуралари ZnSb интерметал бирикма кристалланиши $T\sim 450\div 600$ К ларга тўғри келиши талаб этилади. Натижавий ZnSb интерметал бирикма поликристал тузилмага эга бўлиб, унинг электрофизик хоссалари донаторликларо чегара соҳаларидан иборат гетероген муҳитнинг хусусиятларига боғлиқ бўлади. Куқунли технология билан поликристал тузилмани

грануланган Zn-Sb интерметал бирикма тайёрлаш усули яримўтказгичли Zn-Sb интерметал бирикма асосида янги турдаги энергия ўзгартиргичлар тайёрлаш имконини бериши мумкин.

Адабиётлар

- [1]. G.J. Snyder, E.S. Toberer. Complex thermoelectric materials Nat. Mater., 7 (2008), pp. 105-114 <https://doi.org/10.1038/nmat2090>
- [2]. Saadat S, et al.: Template-Free Electrochemical Deposition of Interconnected ZnSb Nanoflakes for Li-Ion Battery Anodes. Chemistry of Materials. 2011; 23(4):1032-1038.
- [3]. Patent UZ № FAP 01593 "Method of preparation of thermoelectric material". L.O. Olimov, I.I. Anarboev, A.Mamirov, F.L. Omonboev, M.L. Omonboeva (eds) (2021)
- [4]. Patent Uz IAP 0561 Thermoelectric material and its preparation method. 29.06.2018. Bull., No. 5. B.M. Abdurakhmanov, M.M. Adilov, M.Kh. Ashurov, and others.
- [5]. L.O. Olimov, Anarboev I.I. Some Electrophysical Properties of Polycrystalline Silicon Obtained in a Solar Oven. Silicon 14(8), PP3817 – 3822. 2022. <https://doi.org/10.1007/s12633-021-01596-1>
- [6]. I.I. Anarboev, L.O. Olimov. Microstructure of Polycrystal Silicon Heated by Sunlight. Ra Journal Of Applied Research. 7(11), PP2669 – 2671. 2021.
- [7]. L.O. Olimov, I.I. Anarboev. Energy converter based on nano-structured si. International Bulletin of Applied Science and Technology. 3(6), PP248 – 252. 2023.
- [8]. F.L. Omonboev L.O. Olimov, B.M. Abdurakhmanov. The Influence of Alkali Metal Atoms on the Electrical Conductivity of Granular Silicon. International Journal of Advanced Research in Physical Science (IJARPS). 7(12), PP7-10. 2020. <https://www.arcjournals.org/international-journal-of-advanced-research-in-physical-science/volume-7-issue-12/>
- [9]. L.O. Olimov, B.M. Abdurakhmanov, Z.Sohibova. Influence of alkali metals on the transfer of charge carriers in granulated silicon. Euroasian Journal of Semiconductors Science and Engineering. 2(1), PP8. 2020.
- [10]. Patent Uz IAP 0561 Thermoelectric material and its preparation method. 29.06.2018. Bull., No. 6. B.M. Abdurakhmanov, M.M. Adilov, M.Kh. Ashurov, and others.
- [11]. Теплопроводность материалов: учебное пособие / А.Г. Коротких; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 97 с.
- [12]. F.L. Omonboev L.O. Olimov, B.M. Abdurakhmanov. The Influence of Alkali Metal Atoms on the Electrical Conductivity of Granular Silicon. International Journal of Advanced Research in Physical Science (IJARPS). 7(12), PP7-10. 2020. <https://www.arcjournals.org/international-journal-of-advanced-research-in-physical-science/volume-7-issue-12/>
- [13]. L.O. Olimov, B.M. Abdurakhmanov, Z.Sohibova. Influence of alkali metals on the transfer of charge carriers in granulated silicon. Euroasian Journal of Semiconductors Science and Engineering. 2(1), PP8. 2020.
- [14]. M.I. Fedorov, L.V. Prokof'eva, D.A. Pshenay-Severin, A.A. Shabaldin & P.P. Konstantinov. New Interest in Intermetallic Compound ZnSb. Journal of Electronic Materials. Volume 43, pages 2314–2319 (2014) <https://link.springer.com/article/10.1007/s11664-014-3053-1>
- [15]. X. Song, K. Valset, J.S. Graff, A. Thøgersen, A.E. Gunnæs, S. Luxsacumar, O.M. Løvvik, G.J. Snyder & T.G. Finstad. Nanostructuring of Undoped ZnSb by Cryo-Milling. Journal of Electronic Materials. Volume 44, pages 2578–2584 (2015). <https://link.springer.com/article/10.1007/s11664-015-3708-6>
- [16]. Takao Morimura, Masayuki Hasaka & Hiromichi Nakashima. Microstructures and Thermoelectric Properties of Melt-Spun Zn_xSb_3 Ribbons. Journal of Electronic Materials. Volume 42, pages 951–1955 (2013) <https://link.springer.com/article/10.1007/s11664-013-2481-7>
- [17]. Xiao Li, Xiying Zhou, Lingling Du, Wenhua Zhou & Zhijun Fan. Preparation and modification of ZnSb-based phase change storage films. Journal of Materials Science: Materials in Electronics. Volume 32, pages 8503–8513 (2021) <https://link.springer.com/article/10.1007/s10854-021-05472-x>.

ПОЛУЧЕНИЕ ПЕРЕКОМПЕНСИРОВАННОГО КРЕМНИЯ ПУТЕМ ДИФФУЗИИ НИКЕЛЯ

М.И. Маннанов

Научно-исследовательский институт физики полупроводников и микроэлектроники Национального университета Узбекистана Ташкент, Узбекистан

mannonov.2018@mail.ru

(Получена 8.09.2023 г.)

В данной работе приводятся экспериментальные результаты по получению перекомпенсированного кремния КЭФ-130 путём легирования примесными атомами никеля.

Предлагается оптимизированная технологическая карта для создания терморезистивных датчиков на основе полупроводниковых материалов с заданными параметрами.

Ключевые слова: монокристаллический кремний, диффузия, сканирующий электронный микроскоп, SEM - EVO MA 10 (Zeiss, Germany), эффект Холла, подвижность и концентрация основных носителей заряда, глубокие уровни.

This paper presents experimental results on obtaining overcompensated KEF130 silicon by doping with impurity nickel atoms. An optimized technological map for the creation of thermoresistive sensors based on semiconductor materials with specified parameters is proposed.

Keywords: monocrystalline silicon, diffusion, scanning electron microscope, SEM - EVO MA 10 (Zeiss, Germany), Hall effect, mobility and concentration of the main charge carriers, deep levels.

Куйидаги мақолада КЭФ-130 маркали кремни монокристалларини никел киришма атомлари билан диффузия усули ёрдамида кучли компенсацияланган намуналар олиши бўйича экспериментал натижалар келтирилган. Терморезистив датчиклар учун белгиланган параметрларга эга бўлган яримўтказгичли материалларни олиши учун такомиллашган технология таклиф қилинган.

Калим сўзлар: кремний монокристалли, диффузия, сканерловчи электрон микроскоп SEM - EVO MA 10 (Zeiss, Germany), Холл эффекти, асосий заряд ташувчиларнинг ҳаракатчанлиги ва концентрацияси, чуқур энергетик сатҳлар.

Введение.

Компенсированные полупроводниковые материалы с глубокими уровнями весьма чувствительны к внешним воздействиям. В них протекают явления, не проявляющиеся в полупроводниках, легированных и компенсированных мелкими примесями. Это большая фотопроводимость в видимой и инфракрасной областях спектра, глубокие температурные и ИК-гашения фото- и остаточной проводимостей, низкочастотные осцилляции тока, тензоэффекты [1, 2]. Эти явления связаны с особенностями примесей, создающих глубокие уровни: образование сложных комплексов и неоднородное распределение примесей в объеме полупроводника, возникновение механических напряжений и деформаций решетки кристалла [3-5].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В данной работе приводятся экспериментальные результаты технологии получения перекомпенсированного кремния с примесными атомами никеля. Для эксперимента нами были использованы образцы монокристаллического кремния марки КЭФ-130 с удельным электрическим сопротивлением $\rho = 123 \div 132 \text{ Ом} \cdot \text{см}$, ориентация {111}, концентрация основных носителей $n = 3,69 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$, подвижность носителей $\mu = 1335 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$, концентрация кислорода в которых была равна $N_O \approx 2,7 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$. Поверхности всех образцов были подвергнуты механической и химической обработке. При механической обработке с поверхности образцов был удален слой равной ~ 150 мкм, при помощи абразивных порошков с размерами зерен 20-14 мкм. Далее поверхности образцов очищались от остатков абразивных порошков с помощью ультразвуковой ванны в деионизированной воде. Далее образцы травились на растворе типа СР-8 и СР-4А, для очистки поверхности от углеродных и оксидных слоев [6-7].

Слой атомов никеля или меди на поверхность образцов наносился двумя способами. Первый способ получения слоя был произведен в вакууме на установке ВУП-4. Второй способ получения слоя с помощью осаждения примесных атомов в электролите т.е. химический способ.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБСУЖДЕНИЯ.

Диффузионный отжиг подготовленных образцов проводился в печи СОУЛ-4 при температуре 1150-1250°C. Отжиг длился 2 часа. Для диффузии образцы были помещены в ампулы из кварца разрежённость воздуха в которых был равен 10^{-4} мм. рт. ст. Скорость охлаждения образцов после термоотжига были равны $\vartheta_{\text{охл}} \approx 250^\circ\text{C}/\text{сек}$ и $\vartheta_{\text{охл}} \approx 2^\circ\text{C}/\text{сек}$ соответственно. После диффузионного термоотжига с каждой стороны образцов были удалены слои равные ~ 50 мкм с помощью шлифовки. Далее были измерены основные

электрические параметры с помощью термозонда, 4-х зонда и эффекта Холла, результаты которого представлены в таблицах 1 и 2.

1-таблица

Si<Ni>		$(\vartheta_{\text{сов}} \approx 5 \text{ }^{\circ}\text{C/сек})$			$(\vartheta_{\text{сов}} \approx 250 \text{ }^{\circ}\text{C/сек})$		
T(°C)	t(мин)	R, Ом	ρ , (Ом · см)	β , K	R, Ом	ρ , (Ом · см)	β , K
1150	120	$0,8 \cdot 10^5$	$0,14 \cdot 10^4$	5813	$0,5 \cdot 10^6$	$0,44 \cdot 10^4$	6725
1200	120	$0,3 \cdot 10^6$	$0,65 \cdot 10^4$	6273	$8,1 \cdot 10^6$	$0,71 \cdot 10^4$	7394
1225	120	$2,7 \cdot 10^6$	$1,8 \cdot 10^4$	7534	$11,1 \cdot 10^6$	$6,6 \cdot 10^4$	8061
1250	120	$3,8 \cdot 10^6$	$4,7 \cdot 10^4$	7813	$19,2 \cdot 10^6$	$9,2 \cdot 10^4$	8226
1250*	120	$1,1 \cdot 10^3$	143	1895	$1,2 \cdot 10^3$	151	2134

2-таблица

Si<Cu>		$(\vartheta_{\text{сов}} \approx 5 \text{ }^{\circ}\text{C/сек})$			$(\vartheta_{\text{сов}} \approx 250 \text{ }^{\circ}\text{C/сек})$		
T(°C)	t(мин)	R, Ом	ρ , (Ом · см)	β , K	R, Ом	ρ , (Ом · см)	β , K
1150	120	$0,6 \cdot 10^5$	$0,4 \cdot 10^3$	4927	$0,3 \cdot 10^6$	$0,8 \cdot 10^3$	5250
1200	120	$0,2 \cdot 10^6$	$0,9 \cdot 10^3$	5273	$4,4 \cdot 10^6$	$0,6 \cdot 10^4$	5994
1225	120	$1,4 \cdot 10^6$	$1,1 \cdot 10^4$	5860	$8,7 \cdot 10^6$	$3,3 \cdot 10^4$	6787
1250	120	$3,1 \cdot 10^6$	$2,5 \cdot 10^4$	6124	$12,6 \cdot 10^6$	$6,1 \cdot 10^4$	7226
1250*	120	$0,9 \cdot 10^3$	142	1647	$1,1 \cdot 10^3$	149	2017

Морфологические исследования поверхности образцов проводились с помощью сканирующего электронного микроскопа SEM - EVO MA 10 (Zeiss, Germany). Эксперименты на сканирующем электронном микроскопе проводились следующим образом. Для проведения процесса пробоподготовки, на круглый держатель из металлического сплава, поверх которой приклеена углеродная пленка, с двухсторонней клейкой поверхностью, клеился образец полупроводника. В ходе измерения подавалось ускоряющее напряжение (ЭНТ - Extra High Tension) 15.00кВ, рабочее расстояние (WD-working distance) равнялось 8,5мм. Измерение проводилось в режиме детектирования вторичных электронов (SED-secondary electrons detector). Изображение были получены в различных масштабах, варьирующих от 50мкм, 25мкм и 10 мкм с помощью программного обеспечения SmartSEM.

Определения элементного состава была проведена сканирующем электронном микроскопе SEM - EVO MA 10 (Zeiss, Germany) методом энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии на локальном участке (energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDS)), в котором определялись с помощью энерго-дисперсионным элементным анализатором марки - Oxford Instrument – Aztec Energy Advanced X-act SDD. При получении данных об элементном составе были представлены электронные фотографии с выделенными локальными участками, таблица состава, а также графический спектр.

Измерения фазовых характеристик исследуемого образца, проводились на порошковом рентгеновском дифрактометре «Panalytical Empyrean». Весь контроль за работой оборудования осуществляется посредством компьютера на программе Data Collector, а анализ рентгенограмм проводились на программе High Score с базой данных PDF 2013. Рентгенофазовый анализ исследуемых порошков выполнялись на рентгеновской

дифрактометре «Panalytical Empyrean» оснащенной Cu трубкой ($K\alpha_1 = 1.5406 \text{ \AA}$). Измерения проводились при комнатной температуре в интервале углов 2θ , в диапазоне от 5° до 90° в режиме пошагового сканирования с шагом 0.013 градуса и временем накопления сигнала в точке 5с .

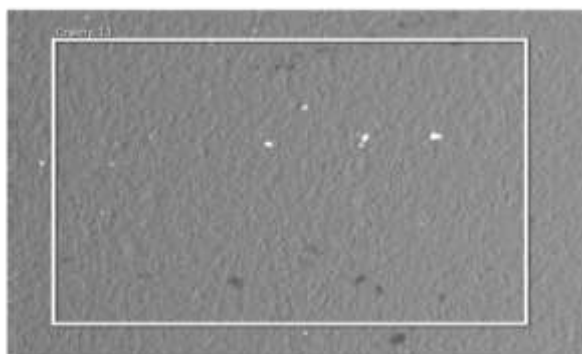


Рис. 1.а. Поверхность исходного образца

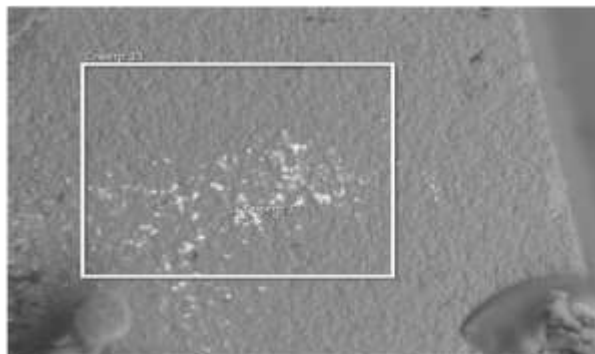


Рис.1.б. Поверхность образца после диффузии атомов меди

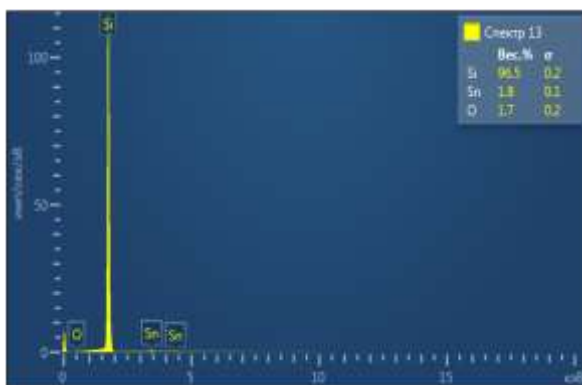


Рис.2.а. Массовое соотношение элементов на поверхности исходного образца

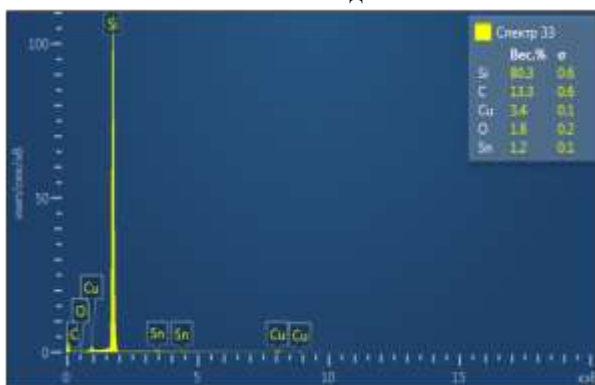


Рис.2.б. Массовое соотношение элементов на поверхности образца после диффузии атомов меди

На рис.1.а приведена поверхность исходного образца, а в рис.2.а представлена диаграмма процентного соотношения относительно массы химических элементов в определенной участке на поверхности образцов. Такие же данные были получены и для образцов, прошедших диффузионную термообработку, то есть легированные примесными атомами никеля или меди, которые представлены на рис. 1.б., рис.2.б для меди и рис.3.а и рис.3.б для никеля.

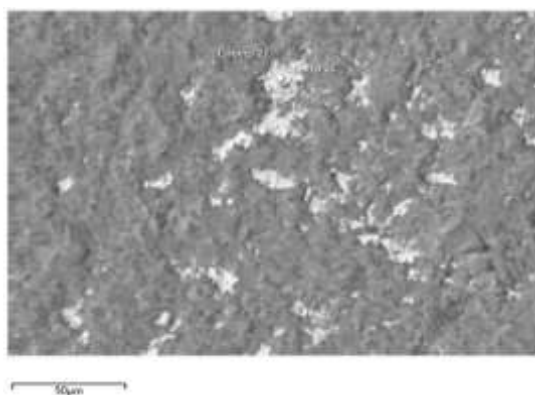


Рис.3.а. Поверхность образца после диффузии атомов меди

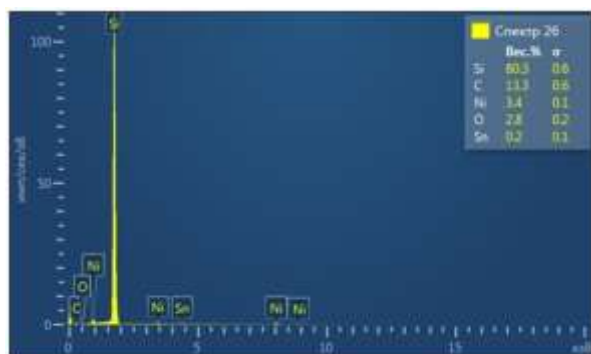


Рис.3.б. Массовое соотношение элементов на поверхности образца после диффузии атомов никеля

Как видно из рисунков после диффузионного термоотжига на поверхности образцов были образованы скопления атомов меди и никеля. А в диаграммах показано, что количество

кремния после отжига уменьшилось. Что свидетельствует об справедливости наших измерений электрических параметров легированных образцов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

В ходе измерений было установлено, что в образцах с меньшим сопротивлением имеется рост подвижности и концентрация носителей заряда. Данный рост в перекомпенсированных образцах $p\text{-Si}\langle\text{Ni}\rangle$ связан с расщелением зон и приближением акцепторных уровней никеля $E_v+0,2$ эВ к потолку валентной зоны, что приводит к более сильному изменению удельного сопротивления низкоомных образцов, что совпадает с результатами авторов работы [8]. В высокоомных образцах с большими степенями компенсации слабое уменьшение подвижности обусловлено влиянием электронов на подвижность.

Список литературы

- [1]. Бахадырханов М.К., Азизов К.А., Хамидов А. // ФТП. 1979. Т.13. Вып. 5. С. 1036-1038.
- [2]. Бахадырханов М.К., Зикриллаев Н.Ф. // ФТП. 1985. Т. 19. Вып. 6. С. 708-710.
- [3]. Суханова Н.Н., Суханов В.И., Юровский А.Я. Полупроводниковые термопреобразователи с расширенным диапазоном рабочих температур // Датчики и системы. №7-8. 1999. С.28-30.
- [4]. Баринов И. Высокотемпературные тензорезистивные датчики давлений на основе карбида кремния // Компоненты и Технологии 2010. № 8. С. 64-71.
- [5]. Бахадырханов М.К., Валиев С.А., Насриддинов С.С., Тачилин С.А., Эгамов У. Чувствительный, быстродействующий и радиационноустойчивый терморезистор для дистанционного контроля температуры // Заводская лаборатория. 2008. Т.74. С. 12-14.
- [6]. Валиев С.А., Насриддинов С.С., Бахадырханов М.К., Тачилин С.А Чувствительный термодатчики на основе сильнокомпенсированного кремния // Электронная обработка материалов. 2007. №6. С.111-113.
- [7]. Фрунзе А. Датчики температуры // Схемотехника. №1. 2000. С. 14-17
- [8]. Бахадырханов М.К., Турсунов А.А., Абдураимов А., Илиев Х.М., Зикриллаев Х.Ф., Худайберганов Б.К. Тензо- и холл-эффекты в $\text{Si}\langle\text{Ni}\rangle$ при деформации// Изв. АН УзССР. Сер. физ.-мат. Наук, 1988. № 2. С. 53-55

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПОДКАПЫВАЮЩЕГО РАБОЧЕГО ОРГАНА
КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИНН.Г. Байбобоев¹, А.А. Алиханов¹, [Т.Г. Дусматов²](mailto:T.G.Dusmatov@gmail.com), [Ш.И. Фуломов¹](mailto:Sh.I.Fulomov@gmail.com)

Наманганский инженерно-строительный институт,
ngbayboboev@gmail.com; +998975945770, Abroaloxonov@gmail.com+998943003444
shukurjonuzg@mail.ru+998913466900

Кокандский государственный педагогический институт dost84@gmail.com+998975945770,
(Получена 25.07.2023 г.)

Kartoshka yig'ish mashinalarining ishlashi ko'p jihatdan kovlash ishchi organlarining ishi bilan belgilanadi. Maqolada kartoshka yig'ish mashinalarining mavjud qazish ishchi organlari tahlil qilingan. Tahlil natijasida yangi ishchi organ - periferiya bo'ylab tishlari bo'lgan disklar taklif etiladi. Disk va tuproq-tuberli qatlam o'rtasidagi o'zaro ta'sir jarayoni ko'rib chiqiladi. Disk tomonidan ishlab chiqilgan tortish kuchini va kerakli momentni aniqlash uchun analitik ifodalar olinadi. Zarrachaning disk yuzasida harakati uchun differensial tenglama tuzilgan. Taklif etilayotgan ishchi organ parametrlarining raqamli qiymatlari olinadi.

Kalit so'zlar: kartoshka yig'ish mashinasi, disk, tuproq, tup, otmoq, ishqalanish kuchi, tarjima tezligi, burchak tezligi, moment, tortish kuchi.

Показатели работы картофелеуборочных машин в значительной мере определяются работой подкапывающих рабочих органов. В статье приведен анализ существующих подкапывающих рабочих органов картофелеуборочных машин. В результате анализа предложен новый рабочий орган – диски имеющие зубья по периферии. Рассмотрен процесс взаимодействия диска с почвенно-клубненоносным пластом. Получены аналитические выражения для определения тягового усилия, развиваемого диском, и требуемого момента. Составлено дифференциальное уравнение движения частицы по поверхности диска. Получены численные значения параметров предлагаемого рабочего органа.

Ключевые слова: картофелеуборочная машина, диск, почва, клубень, лемех, сила трения, поступательная скорость, угловая скорость, момент, тяговое усилие.

The operation indicators of potato harvesting machines are largely determined by the work of the digging working parts. The article provides an analysis of the existing digging working parts of potato harvesting machines. As a result of the analysis, a new working body was proposed - disks with teeth along the periphery. The process of interaction of the disk with the soil-tuber-bearing layer is considered. Analytical expressions are obtained to determine the traction force developed by the disk and the required torque. A differential equation for the motion of a particle on the surface of the disk has been compiled. Numerical values of the parameters of the proposed working body were obtained.

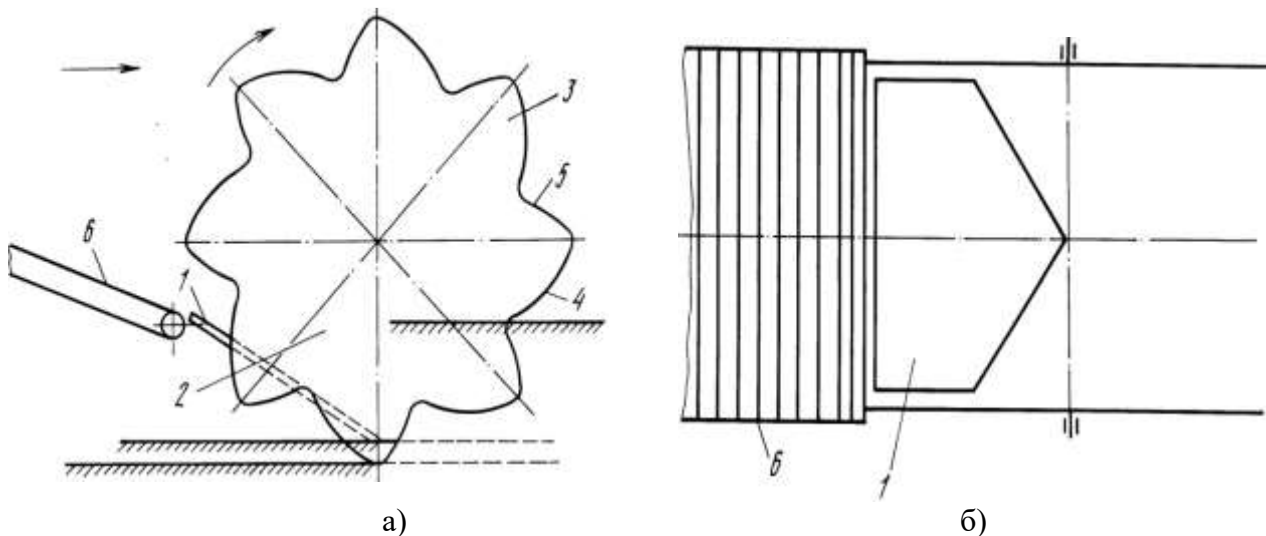
Key words: potato harvester, disk, soil, tuber, ploughshare, friction force, translational speed, angular velocity, moment, tractive effort.

Введение Показатели работы картофелеуборочных машин в значительной мере определяются работой их подкапывающих рабочих органов. [1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,] Интенсивное воздействие на клубненоносный пласт дисковым лемехом позволяет улучшить сепарацию почва без увеличения повреждений клубней картофеля, так как дисковым лемехом и клубнями имеется определённый слой почвы [17]. В то же время воздействие на клубненоносный пласт может увеличить, однако, в этом случае большая вероятность происхождения сгуживания почвы перед лемехом. Для решения этой задачи мы предлагаем диски имеющие зубья по периферии. [18]

Результаты экспериментов выкапывающего рабочего органа картофелеуборочной машины, содержащий лемех и два зубчатых диска, режущая кромка зубьев которых выполнена по логарифмической кривой с постоянным полярным углом резания показала, что на затылочных кромках зубьев нависают неперерезанные растительные остатки [19]. Вследствие этого окружная скорость вершин зубьев диска меньше поступательной скорости движения машины, зубья диска не дорезают часть растительных остатков, как бы их "перешагивают". Так как вращение дисков обеспечивается силами трения на боковой

поверхности дисков и с помощью зубьев, то почва и часть не перерезанных растительных остатков упрутся в затылочную часть зуба и налипают на ней. Это приводит к забиванию подкапывающего рабочего органа растительностью и потере клубней. В связи с этим для улучшения подкопа клубней картофеля мы предлагаем новую конструкцию выкапывающего рабочего органа, имеющую следующие отличительные признаки от вышеизложенных рабочих органов. Затылочная часть каждого зуба зубчатого колеса выполнена по кривой с постоянным полярным углом резания; затылочная кромка одного зуба и рабочая кромка последующего зуба во впадине между зубьями сопряжены по окружности [18].

Объект и задачи исследований. Предлагаемый выкапывающий рабочий орган картофелеуборочной машины содержит лемех 1, диски 2, имеющие зубья 3 по периферии. Рабочие 4 и затылочные 5 кромки зубьев 3 образованы двумя сопряженными кривыми с постоянным полярным углом резания. За лемехом 1 установлен сепарирующий элеватор 6 (рис.1).



а) вид сбоку б) вид сверху. Рис.1 Выкапывающий рабочий орган.

Выкапывающий рабочий орган картофелеуборочной машины работает следующим образом.

Рабочий орган внедряется в подкапываемую грядку. При движении машины снизу грядки подрезается лемехом 1. За счет поступательного движения картофелеуборочной машины и сцепления дисков 2 с почвой, которое обеспечивается силами трения на боковой поверхности дисков 2 и с помощью зубьев 3, диски 2 поворачиваются на своих осях. Диски 2 перерезают растительность и отрезают убираемую грядку по бокам. При вращении дисков 2 часть растительных остатков защемляется между рабочей кромкой 4 зуба 3 и поверхностью почвы, другая часть растительных остатков перерезается в почве затылочной кромкой 5 в почве. Растительные остатки сходят с рабочей кромки 4 на затылочную кромку 5, в результате того, что окружная скорость дисков 2 отличается от поступательной скорости движения картофелеуборочной машины и диски 2 перемещаются в почве со скольжением. Сопряжения в виде окружности в межи зубовых впадинах обеспечивают сход растительных остатков из впадин за счет сил сцепления с почвой и собственного веса растительных остатков, что приводит к самоочищению органа.

Для выбора рациональных конструктивных параметров и режимов дискового подкапывающего рабочего органа необходимо рассмотреть:

процесс силового взаимодействия активного диска, наклоненного к поверхности поля под углами β и α соответственно в продольной и поперечной плоскостях, с подкапываемым пластом;

движение отдельной частицы подкопанного пласта, транспортируемой активным наклонным диском.

При исследовании силового взаимодействия приняты следующие допущения:

- подкапываемый пласт является несжимаемым и эластичным, т.е. при движении клубненосного пласта по рабочей поверхности диска не происходит изменение толщины пласта, а поступательная скорость движения пласта V_H и относительно диска равна скорости движения картофелеуборочной машины V_M ;
- сила трения пласта о лемех пропорциональна нормальному давлению;
- сила подпора пласта со стороны недеформированной почвы, находящейся впереди лемеха, расположена в горизонтальной плоскости [20].

Движению лемеха препятствуют:

- сопротивление почвы при проникновении в нее лезвия;
- сопротивление почвы деформации, производимой рабочей поверхностью лемеха;
- вес пласта;
- динамическое давление пласта и трение, возникающее на рабочей тыльной поверхностях лемеха.

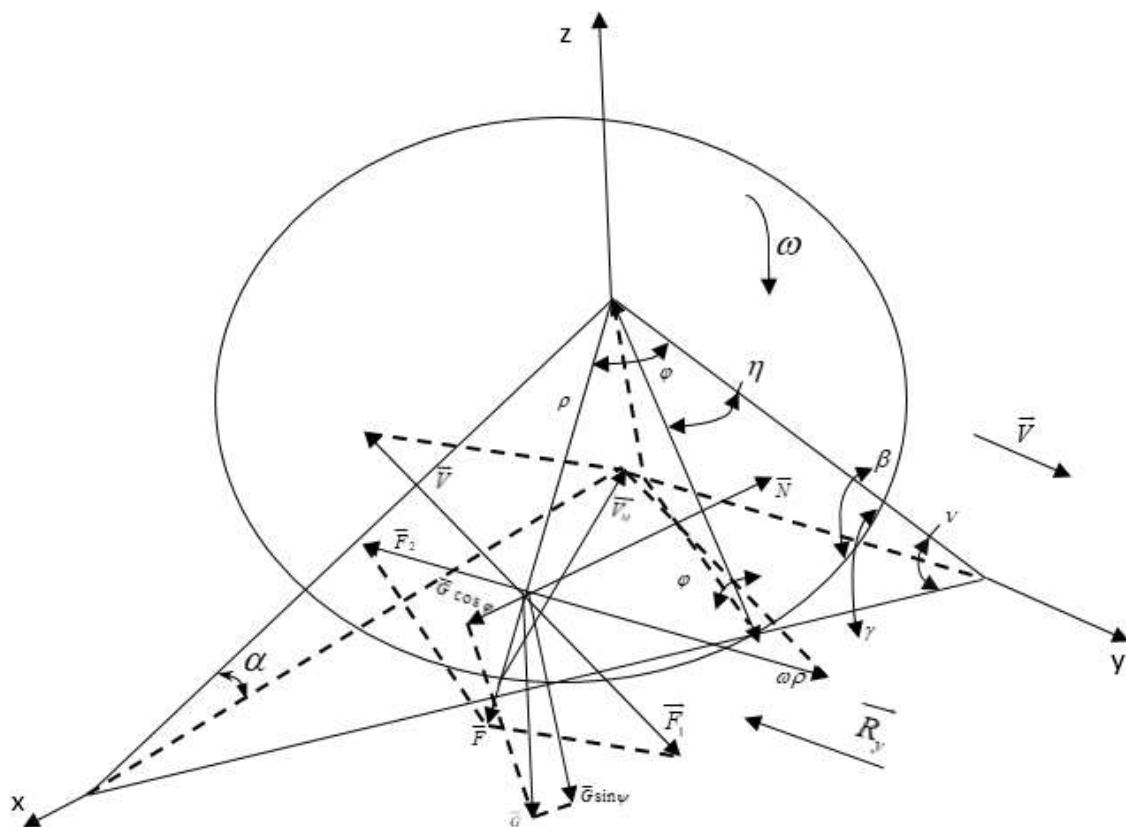


Рис. 2. Силы, действующие на почвенный пласт.

С учетом вышеизложенных допущений представляется возможным аналитически определить слагающую сопротивления движению лемеха в почве, зависящую от веса пласта.

Рассматривая движение пласта по лемеху как равномерное, составим в векторной форме уравнение равновесия всех сил, действующих на пласт (рис. 2),

$$\vec{G} + \vec{N} + \vec{F} + \vec{P} = 0 \quad (1)$$

где $\vec{G}$ – сила тяжести;

$\vec{N}$ – нормальная сила реакции рабочей поверхности лемеха;

$\vec{F}$ – сила трения;

$\vec{P}$ – подпор пласта.

Исходя из принципа независимости действия сил разлагаем силу трения на составляющие $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$ соответственно в поступательном и вращательном движении (рис.2):

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \quad (2)$$

Проектируя уравнение (1) на вертикальную ось OZ и учитывая выражение (2) для элемента пласта массой dm получаем

$$-dG_z + dN_z - dF_{1z} + dF_{2z} = 0 \quad (3)$$

Из подобия треугольника сил трения треугольнику скоростей следует: $dF_1 = dF \frac{V}{V_M}$;

$$dF_2 = dF \frac{\omega \rho}{V_M};$$

Тогда с учетом значений проекций на ось OZ действующих сил уравнение (3) в развернутом вида запишется следующим образом:

$$-dmg + dN \cos \psi - dF \frac{V}{V_M} \sin \gamma \sin \psi + dF \frac{\omega \rho}{V_M} \sin(\varphi - \eta) \sin \psi = 0 \quad (4)$$

где V - поступательная скорость картофелеуборочной машины;

V_M - скорость рассматриваемого элемента почвы (точки M) относительно диска;

ω - угловая скорость вращения диска;

ρ - радиус-вектор рассматриваемого элемента;

ψ - угол наибольшего ската, $tg\psi = \sqrt{tg^2\alpha + tg^2\beta}$;

γ - угол между следом плоскости диска на горизонтальной плоскости и направлением движения, $tg\gamma = \frac{tg\beta}{tg\alpha}$;

η - угол между следом плоскости диска на продольной плоскости OYZ и линией наибольшего ската, $\cos \eta = \frac{\sin \beta}{\sin \psi}$;

φ - угол между радиус – вектором ρ и осью OY

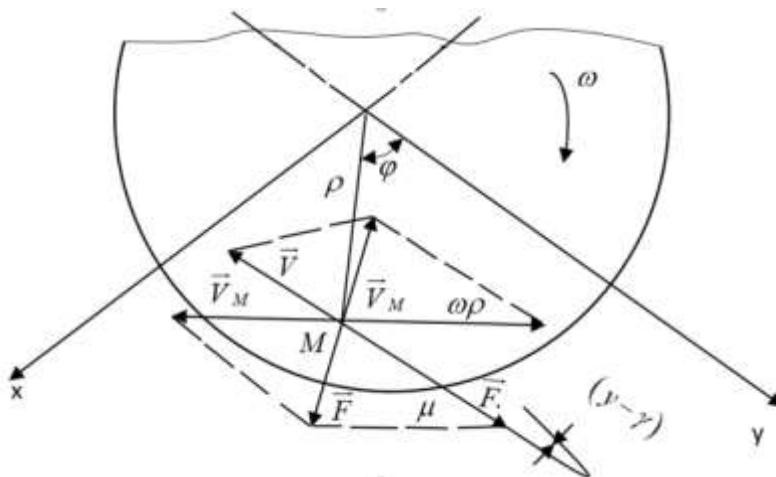


Рис. 3. Схема к определению составляющих силы трения.

Из треугольника скоростей находим:

$$V_M = \sqrt{V^2 + (\omega\rho)^2 - 2\omega\rho V \cos(90^\circ - \varphi - \nu + \gamma)} \quad (5)$$

где ν - угол между следом плоскости диска на плоскостях XOY (горизонтальной) и YOZ (продольной).

Учитывая, что $dF = f dN$, после преобразований уравнения (4) получим:

$$dN = \frac{dm g}{\cos \psi - f \sin \psi \frac{V \sin \gamma - \omega \rho V \sin(\varphi - \eta)}{V_M}} \quad (6)$$

и

$$dF = \frac{f dm g}{\cos \psi - f \sin \psi \frac{V \sin \gamma - \omega \rho V \sin(\varphi - \eta)}{V_M}} \quad (7)$$

Элементарное сопротивление движению лемеха в почве dR_y'' , зависящее от веса элемента пласта dG , равно сумме проекций на ось OY элементарных нормальных и касательных сил реакции рабочей поверхности лемеха dN_y и dF_y

$$dR_y'' = dN_y + dF_y = dN_y + dF_{1y} + dF_{2y} \quad (8)$$

Причем

$$dN_y = dN \sin \psi \sin \gamma,$$

$$dF_{1y} = dF_1 (\cos^2 \gamma + \sin^2 \cos \psi),$$

$$dF_{2y} = -dF_2 [\cos(\varphi - \eta) \cos \gamma + \sin(\varphi - \eta) \cos \psi \sin \gamma],$$

Принимая во внимание, что масса элемента пласта равна

$$dm = q h \rho d\varphi d\rho,$$

где q - объемный вес почвы;

h - средняя высота подкапываемого пласта;

$d\varphi$ - элементарный угол, ограничивающий элемент пласта;

$d\rho$ - приращение радиуса-вектора.

После проведения необходимых математических выкладок для силы сопротивления получим:

$$R_y'' = \iint_D q h g \frac{V_M \sin \psi \sin \gamma + f V (\cos^2 \gamma + \sin^2 \gamma \cos \psi) - \omega f \rho [\cos(\varphi - \eta) \cos \gamma + \sin(\varphi - \eta) \cos \psi \sin \gamma]}{V_M \cos \psi - f \sin \psi [V \sin \gamma - \omega \rho \sin(\varphi - \eta)]} \cdot d\varphi \cdot d\rho$$

где D - область интегрирования $(0, 1_M \leq \rho \leq 0,44_M, 0^\circ \leq \varphi \leq 170^\circ)$.

Результаты исследования и обсуждения. Во время работы дисковый лемех в зоне подкопа грядки своей тыльной стороной опирается на почву. В результате появляются дополнительные движению лемеха. Силу трения на тыльной стороне $\overline{F}^T$ разлагаем на составляющие в поступательном движении $\overline{F}_1^T$ и вращательном $\overline{F}_2^T$. Принимаем, что сила $\overline{F}_1^T$ направлена параллельно плоскости YOZ ($\mu = 90^\circ - \varphi$).

Тогда для составляющих силы трения имеем $dF_1^T = dF^T \frac{V}{V_M^T}$, $dF_2^T = dF^T \frac{\omega \rho}{V_M^T}$,

$$\text{где } V_M^T = \sqrt{V^2 + (\omega \rho)^2 - 2V\omega \rho \cos(90^\circ - \varphi)}. \quad (9)$$

Силу трения dF^T выражаем через давление тыльной поверхности диска на почву ρ

$$dF^T = f \rho d\varphi d\rho.$$

Проекция составляющих силы трения dF^T на ось OY равны

$$dF_{1y}^T = dF_1^T (\cos \nu \cos \gamma + \sin \nu \cos \psi \sin \gamma)$$

$$dF_{2y}^T = -dF_2^T [\cos(\varphi - \eta) \cos \gamma + \sin(\varphi - \eta) \cos \psi \sin \gamma] \quad (10)$$

Полная сила сопротивления, действующая на тыльной стороне диска, может быть представлена в виде

$$R_y^T = \int_{D_T} \int p \cdot \rho \cdot t \frac{v(\cos x \cos \gamma + \sin \gamma) \cos \psi \cdot \sin \gamma - \omega \rho \cos(\varphi - \eta) \cos \gamma + \sin(\varphi - \eta) \cos \eta \cdot \sin \gamma}{V_M^T} \cdot d\rho \cdot d\varphi$$

Где D_T - область интегрирования $(0,37m \leq \rho \leq 0,44m, 10^0 \leq \varphi \leq 90^0)$.

Результирующая сил сопротивления равна

$$R_y = R_y^n + R_y^T \quad (11)$$

Развиваемое дисковым лемехом тяговое усилие $T = -R_y$. Момент силы трения, действующей на диск со стороны элемента почвенного пласта, определяется зависимостью [5]

$$dM^n = -dF_1 \rho \cos(90^0 - \varphi - \nu + \gamma) + dF_2 \rho.$$

Для определения суммарного момента силы трения на рабочей поверхности диска используем выражение

$$M^n = \iint_D \rho^2 q h f g \frac{-V \cos(90^0 - \varphi - \nu + \gamma) + \omega \rho}{V_M \cos \psi - f \sin \psi [V \sin \gamma - \omega \rho \sin(\varphi - \eta)]} d\varphi d\rho \quad (12)$$

Элементарный момент сил трения, действующих на тыльной стороне режущей кромки, запишем следующим образом:

$$dM^T = -dF_1^T \rho \cos(90^0 - \varphi) + dF_2^T \rho.$$

Тогда полным момент сил трения на опорной поверхности диска найдем из выражения

$$M^T = \iint_{D_T} \rho^2 p f \frac{V \cos(90^0 - \varphi) + \omega \rho}{V_M^T} d\varphi d\rho \quad (13)$$

Момент, требуемый на привод дискового лемеха, равен

$$M = M^n + M^T \quad (14)$$

Тяговое усилие и требуемый момент определялись путем численного интегрирования по сложной кубатурной формуле Гаусса [21]. Результаты расчетов приведены на рис. 4. Из рисунка видно, что с увеличением угловой скорости вращения диска происходит изменение знака тягового усилия T (при превышении угловой скоростью ω определенного значения активный диск создает дополнительную силу тяги).

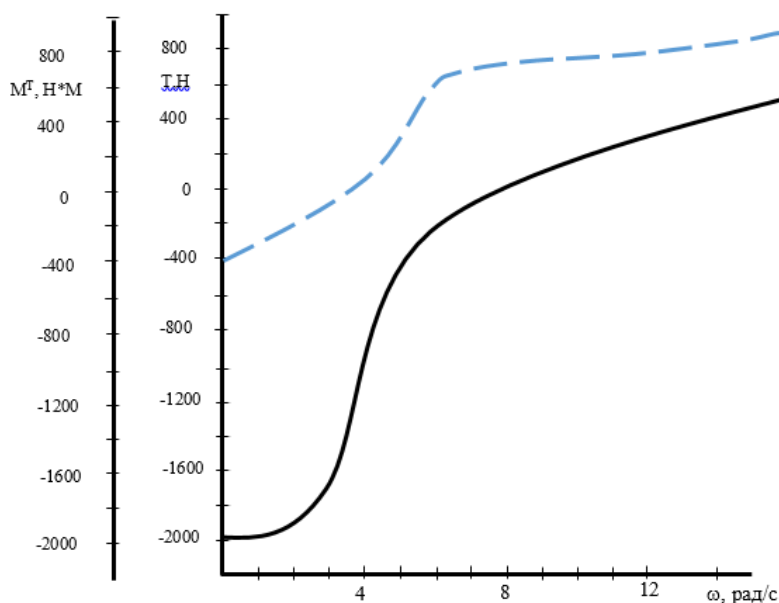


Рис. 4. График зависимости тяговое усилие и момента от угловой скорости.

Требуемый на привод дисков момент может быть найден из зависимости $M(\omega)$. Зависимость силы тяги от угловой скорости имеет асимптотический характер. При увеличении ω свыше 10 рад/с ($V = 1,8m/c$) сила тяги изменяется незначительно, однако существенно возрастает требуемая на привод дисков мощность.

Вывод

Анализ полученных данных позволил сделать следующие выводы;

1 Качественная передача клубненосной массы на элеватор подкапывающим

дискom зависит главным образом от степени связности подкапываемого пласта и соотношения между скоростями поступательного и вращательного движения диска;

2 На несвязных почвах поступающие по периферии на диск частицы почвы особенно у оси ОУ сразу же будут стремиться сойти с диска, что приводит к разваливанию пласта и сгуживанию почвы;

3 При несоответствии угловой скорости вращения диска поступательной движения картофелеуборочной машины происходит разбрасывание подкапываемого пласта диском, что способствует сходу части почвы с клубнями в зону междурядья еще до поступления на элеватор и потерям картофеля.

Список литературы

- [1]. Сорокин А.А Теория и расчет картофелеуборочных машин./А.А.Сорокин.-М.ВИМ.2006.-158с.
- [2]. N.G.Bayboboyev, A.A.Tursunov, U.G.Goyipov, Sh.B.Akbarov Results of experimental studies of the separating working body of the potato peel with elastic fingers Наманган муҳандислик –технология институти Механика ва технология журнаги VOL 6-Issue(1)2021.P.287-292
- [3]. N.G.Bayboboev, U.G.Goyipov, A.X.Hamzayev, Sh.B.Akbarov, A.A.Tursunov Substantiation and calculation of gaps of the separating working bodies of machines for cleaning the tubers. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 659(2021) 012022IOP Publishingdoi:10.1088/1755-1315/659/1/012022
- [4]. Bayboboev N. G., Temirov S.U., Goipov U.G., Tursunov A., Hamzaev A., Akbarov Sh. Creation of the Construction of the Digger-Loader with a Centrifugal Separation // International Journal of Psychosocial Rehabilitation, 2020, 24 Issue 04, 6790-6794
- [5]. Bayboboev N.G, Goyipov U.G, Hamzayev A.X, Akbarov Sh.B, Tursunov A.A. Substantiation and calculation of gaps of the separating working bodies of machines for cleaning the tubers, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021, 659, 1, 012022
- [6]. Bayboboev N.G., Rembalovich G.K., Tursunov A.A, Goyipov U.G, Akbarov Sh.B. Theoretical Substantiation of Parameters of Elastic Intensifiers of Separating Working Bodies of Potato Harvesting Machines // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, 2019, 6, 12, 12211-12217
- [7]. Байбобоев N.G., Goyipov U.G., Nishonov X.X. Justification Of The Cinematic Parameters Of The Oscillating Lattice Of Potato Harvesters // The American Journal of Engineering and Technology, 2020, 2, 08, 7-18
- [8]. Рембалович Г. К. и др. Повышение эксплуатационно-технологических показателей транспортной и специальной техники на уборке картофеля //Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – №. 88. – С. 509-518.
- [9]. Гойипов У.Г., Алиханов А.А., Акбаров Ш.Б. Қишлоқ хўжалиги машина ва механизмларни лойиҳалашда msc adams дастуридан фойдаланиш // Экономика и социум. 2021. №12-1 (91). URL:
- [10]. Bayboboev N.G., Muxamedov, J.M., Goyipov U.G., Akbarov Sh.B. Design of small potato diggers. IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciencethis link is disabled, 2022, 1010(1), 012080.

UDK 629.

AVTOMOBILLARGA TXK OPERATSIYALARNI GURUHLASH USULLARI VA TA'MIRLASHNING MEHNAT HAJMINI ANIQLASH

B.A. Qayumov, S.S. Ortiqov

Andijon mashinasozlik instituti,

kayumov.bahrom74@gmail.com, tel: 97-990 74 01

sarvarortiqov1984@gmail.com, tel: 90-140 84 84

(Qabul qilindi 18.07.2023 y.)

Maqolada avtomobillar texnik ekspluatatsiyaning asosiy me'yoriyatlari, texnik xizmat ko'rsatish davriyligi, ta'mirgacha mahsulot resursi, texnik xizmat ko'rsatish operatsiyalarni guruhlash qadami va joriy ta'mirlash mehnat sarfi. TXKni tayanch-asosiy operatsiyalar bo'yicha guruhlash haqida ma'lumotlar berilgan.

Kalit so'zlar: qotirish, sozlash, diagnozlash, ishonchlilik, ehtiyot qismlar, mehnat xarajatlari, texnologik talab, standart, uzul, mexanizm, birikma, nosozlik.

В статье определены основные нормы технического обслуживания автомобилей, периодичность технического обслуживания, ресурс изделия до ремонта, шаг группировки операций технического обслуживания и текущий ремонт, трудозатраты. Дана информация о группировке ТСК по основным операциям.

Ключевые слова: закалка, наладка, диагностика, надежность, запасные части, трудозатраты, технологическое требование, эталон, узел, механизм, комбинация, отказ.

The article defines the basic standards of vehicle maintenance, frequency of maintenance, product life before repair, step of grouping maintenance operations and routine repairs, and labor costs. Information is given on the grouping of TSCs by main operations.

Key words: hardening, adjustment, diagnosis, reliability, spare parts, labor costs, technological requirement, standard, node, mechanism, combination, failure.

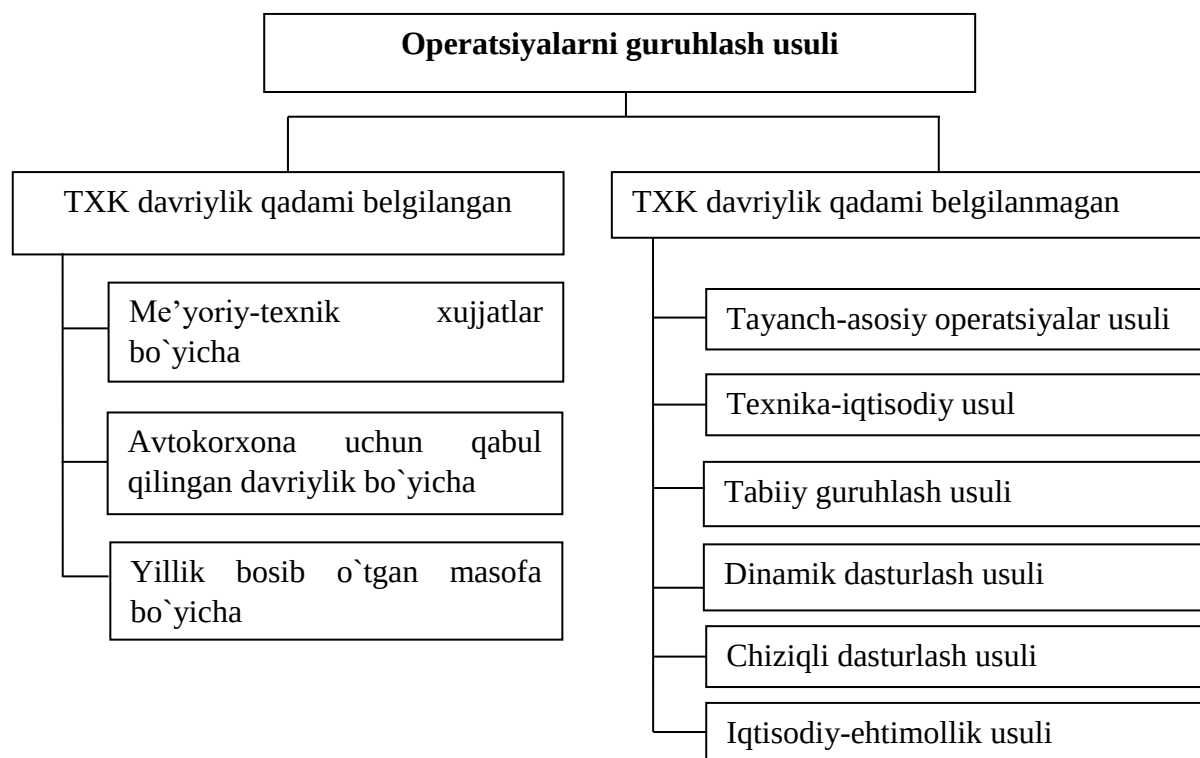
Texnik xizmat ko'rsatish 8-10 turdagi ishlarni o'z ichiga oladi (moylash, qotirish, sozlash, diagnozlash kabi) va 200 dan ortiq ogohlantiruvchi ta'sir o'tkazish va texnik xizmat ko'rsatish ob'ektlaridan iborat. Har bir ob'ekt o'z o'rnida kerakli yuqoridagi usullar orqali aniqlanadigan optimal davriylikka ega. Agar ushbu davriyliklarga amal qilinsa, avtomobil uzluksiz ravishda u yoki bu agregat, tizim, birikmalariga xizmat ko'rsatish jarayonida bo'lishi kerak, bu esa o'z navbatida ishlarni tashkil qilishda qiyinchiliklarga olib keladi, ayniqsa tayyorlov va yakuniy operatsiyalarda qo'shimcha vaqt sarfini keltirib chiqaradi.

Shuning uchun xar bir operatsiya uchun optimal davriylikni aniqlagandan so'ng, TXK turlariga qarab operatsiyalar guruhlanadi. Operatsiyalarni guruhlash qadamining ikki xil yondoshuvi mavjud [1]:

- TXK o'tkazish davriyligi oldindan belgilangan;
- TXK o'tkazish davriyligi oldindan belgilanmagan.

Bugungi kunda operatsiyalarni guruhlashning ko'plab usullari ishlab chiqilgan.

Biz tomonimizdan TXK pog'onasi ishlar ro'yxatidagi operatsiyalarni guruhlash usullarini sinflash ishlab chiqildi (rasm 1.). Bu usullarning har birini ko'rib chiqamiz.

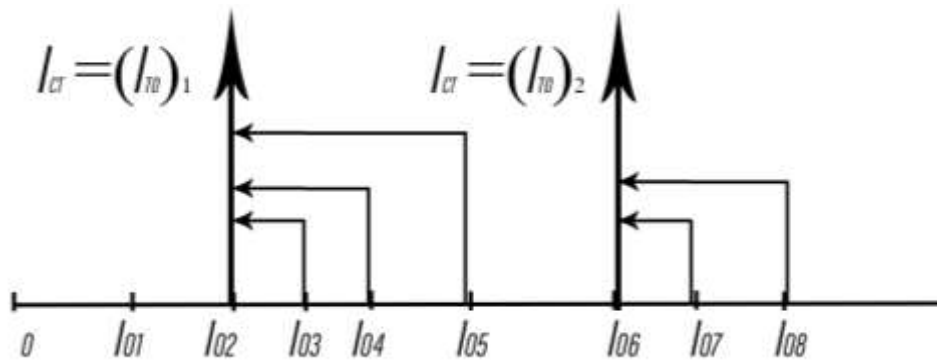


1-rasm. TXK pog'onasi ishlar ro'yxatidagi operatsiyalarni guruhlash usullarini sinflash.

TXKni tayanch-asosiy operatsiyalar bo'yicha guruhlash tayanch-asosiy operatsiyalar deb ataluvchi ishlarning l_{TA} optimal davriyligida bajarishga asoslangan bo'lib, quyidagi belgilariga ega:

- a) harakat havfsizligiga ta'sir qiluvchi;
- b) bajarilmasligi buzilmaslik, tejamkorlik va ishchanlik hususiyatlariga ta'sir o'tkazuvchi;
- v) ko'p mehnat sarfi talab qiluvchi, ish joyini maxsus jihoz va boshqa talablar asosida tayyorlanishi talab qiluvchi;
- g) doimiy qaytariluvchi.

Tayanch-asosiy operatsiyalarga tormoz tizimini sozlash, moy almashtirish kabi operatsiyalarni keltirib o'tishimiz mumkin. Bunda TXK davriyligi tayanch-asosiy operatsiya davriyligi bilan bir xil qabul qilinadi, ya'ni $l_{TA}^I = (l_{TX})_1$ va tayanch-asosiy operatsiyalar davriyligining keyingi oraliq davriyligida $l_{TA}^I \leq l_i \leq l_{TA}^II$ bo'lgan boshqa operatsiyalar ham bajariladi (2-rasm).



2-rasm. Tayanch-asosiy operatsiyalar bo'yicha guruhlash.

Tayanch-asosiy operatsiyalar optimal davriyligi l_{0i} dan baland bo'lgan operatsiyalar qaytariluvchanlik koeffitsienti bilan bajariladi va ular quyidagiga teng [2]:

$$k_i = \frac{l_{TA}^I}{l_{0i}} = \frac{(l_{TX})_1}{l_{0i}}, \quad 0 \leq k \leq 1. \quad (1)$$

Texnika-iqtisodiy usulda TXK davriyligini shunday guruhlaymizki, u barcha ko'rib chiqilayotgan ob'ektlar bo'yicha TXK va ta'mirlash uchun minimal xarajatlarga mos bo'ladi.

$$C_{\Sigma\Sigma} = \sum_{i=1}^S C_{II} + \sum_{i=1}^S C_{III}, \quad (2)$$

bunda $S_{\Sigma\Sigma}$ - ob'ektlarga TXK va ta'mirlash uchun umumiy birlik xarajatlar;

S_{II} - i - ob'ektga TXK da birlik xarajatlar;

S_{III} - i - ob'ektni ta'mirlashga birlik xarajatlar;

S - guruhdagi operatsiyalar soni.

SHunday qilib, ta'sir o'tkazilayotgan ob'ektlar guruhiga texnik xizmat ko'rsatish optimal davriyligi $C_{\Sigma\Sigma} = C_{min}$ shartga asosan tanlaymiz.

Tabiiy guruhlash usuli shunday hollarda ishlatiladiki, bir qator ob'ektlar TXK optimal davriyligi bir-biriga juda yaqin bo'lganda, misol uchun, o'z-o'zini kontrlamaydigan qotirish birikmalarda boshlang'ich darajaga tortib sozlash uchun ikkita intervalda talab kuchli bo'ladi, ya'ni 2-5 va 10-14 ming km da. Tormoz mexanizmlari (10-12 ming km), klapan mexanizmlari (9-14 ming km) xam nisbatan yaqin davriylik talab qiladi [3].

Texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlashning mehnat hajmini aniqlash

Mehnat xajmi deganda odam-soatlarda o'lchanadigan texnik xizmat ko'rsatish operatsiyasi yoki bir guruh operatsiyalarini bajarish uchun sarflangan mehnat xarajatlari tushuniladi.

Operatsiyalarni bajarishdagi mehnat hajmi me'yorlari quyidagilardan tashkil topadi:

- tayyorgarlik va yakuniy ishlar (3,5%);
- texnik ta'sir o'tkazish ishlari (88%);
- ish joyiga xizmat ko'rsatish (2,5%);
- tanaffuslar va boshqalar (6%).

1. Tayyorgarlik va yakuniy ishlar ish bajaruvchini topshirilgan ish bilan tanishishi, ish joyini tayyorlashi, topshiriq blankasi, instrumentlar, materiallarni olishi va topshirishi uchun kerak bo'lgan vaqtdan iborat.

2. Texnik ta'sir o'tkazish vaqti ishlab chiqarish operatsiyasini bajarish uchun sarflanadi, asosiy va yordachi qismlarga bo'linadi.

Asosiy (texnologik) – haqiqiy operatsiya amalga oshiriladi.

Yordamchi – operatsiyani bajarish imkonini ta'minlash uchun kerak bo'lgan vaqt (postga qo'yish, xizmat ko'rsatish yoki ta'mirlash ob'ektiga kirishni ta'minlash kabi va x.k.).

3. Ish joyiga xizmat ko'rsatish uchun sarflangan vaqt ishlatiladigan instrument, jihoz va/yoki ish joyini tozalash/joylashtirish uchun kerak bo'lgan vaqtdir [4].

TXK va ta'mirlash operatsiyalarini bajarish uchun sarflangan vaqt yoki mehnat sarfi tasodifiy kattalik bo'lib, sezilarli o'zgarishlarga ega, shuning uchun texnik ta'sir o'tkazish vaqt me'yori ushbu operatsiyani xronometraj orqali bir qancha kuzatuvlar natijasida olingan sarflangan vaqtni ma'lumotlarini o'rtacha qiymati sifatida aniqlanadi va ta'sir etuvchi xodim malakasi, TXK va ta'mirlashda foydalaniladigan jihoz, texnologiyaga bog'liq bo'ladi.

Mikroxarakatlar me'yori usulida bajaruvchining berilgan TXK va ta'mirlash operatsiyasini bajarishda qilgan sodda xarakatlari, misol uchun tana, qo'l, oyoq, barmoqlar boshlang'ich nuqtaga nisbatan o'zgarish darajalari inobatga olinadi.

Resurslar va ehtiyot qismlar sarf me'yorlarini aniqlash

Resurslarni me'yorlashda quyidagi ko'rsatkichlar qo'llaniladi:

- o'rtacha resurs;
- gamma-foizli (pri 85-90%) resurs.

Turli holatlar uchun bu ko'rsatkichlar bo'yicha me'yorlar odatda quyi keltirilgandek belgilanadi:

- muayyan ish sharoiti uchun 1-kapital ta'mirgacha resursi;
- hisobdan chiqarilgunga qadar o'rtacha xizmat muddati (yil) yoki avtomobil resursi.

Ehtiyot qismlar sarf me'yori avtotransport korxonasi ishlab chiqarish jarayonini rejalashtirish va kerakli miqdorda ehtiyot qismlar hajmini aniqlash uchun zarur.

Amaldagi me'yorlar yiliga 100 ta avtomobil uchun ehtiyot qismlarni (har bir detal bo'yicha) o'rtacha sarfini o'rnatadi.

Umumiy holda sarf me'yorlari (N) ma'lum bir detalning ishdan chiqishlar oqimi yetakchi funktsiyasi yordamida aniqlanadi:

$$H = \frac{\Omega(t)}{t}, \quad (3)$$

bunda t -davr davomiyligi (yillarda), uning uchun $\Omega(t)$ olingan va mos ravishda me'yor aniqlanadi.

Avtomobillar yillik bosib o'tadigan masofasiga L_y mo keluvchi resursga ega detallar uchun sarf me'yori to'la xizmat muddati uchun quyidagi formula bo'yicha aniqlaymiz:

$$H \approx \left[\frac{L_y t_a - L_1}{\eta L_1} + 0,5 \left(\frac{v^2}{\eta} + 1 \right) \right] \frac{100}{t_a}, \quad (4)$$

bunda t_a – avtomobilni xizmat muddati;

L_1 – birinchi almashtirishgacha resurs;

v – detal resursining variatsiya koeffitsienti;

η – detalni keyingi almashtirishlarda resursini tiklanish koeffitsienti.

Ehtiyot qismlarni keyingi almashtirishlarda resursini kamaytirish sarfni ortib ketishiga olib keladi, ya'ni tiklanish koeffitsienti η pasayadi. Agar transport vositasida bir xil bir nechta uzal yoki detallar bo'lsa, me'yor shunga mos ravishda ortadi.

Shunday qilib, ehtiyot qismlar sarf me'yorlarini aniqlash uchun detallarni ishonchliligi, transport vositasini hisobdan chiqarguncha qolgan muddati va foydalanish jadalligi bo'yicha ma'lumotlar kerak bo'ladi.

Ehtiyot qismlarni sarfiga ro'yxatdan tashqari, sarfning qiymat miqdorlari me'yorlari ham o'rnatiladi: umumiy – yil davomida foydalanish va ta'mirlash uchun (so'm) va texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash uchun (so'm/1000 km bosib o'tilgan masofa).

Bular avtotransport korxonasida avtomobillardan foydalanishda ehtiyot qismlarga sarfni rejalashtirish va nazorat qilish uchun ishlatiladi.

Adabiyotlar

- [1]. Шарыпов А.В., Осипов Г.В., «Основы теории надежности транспортных систем» Учебное пособие, Курган 2006. 121 бет.
- [2]. Нарбут А.Н. “Автомобили рабочие процессы и расчёт механизмов и систем” Учебник, Москва “Академия” 2016.
- [3]. Крамаренко Г.В., Барашков И.В. “Автомобилларга техникавий хизмат кўрсатиш” Дарслик, Тошкент “Ўзбекистон” нашриёти 1998 йил. 505 бет.
- [4]. Сидикназаров Қ.М. “Автомобиллар техник эксплуатацияси” Дарслик, Тошкент “Ворис-нашриёт” 2006 йил. 622 бет.
- [5]. Каюмов, Б. А. (2020). Внесения изменений, в конструкцию автомобилей исходя из результатов испытаний. Архив научных исследований, (30).
- [6]. Ортиков, С. С., & Джумабаев, А. Б. (2022). Нормирование работы слесаря на предприятиях автосервиса. *o'zbekistonda fanlararo innovatsiyalar va ilmiy tadqiqotlar jurnali*, 2(14), 682-692.
- [7]. Sattaraliyevich, O. S. (2022). Avtoservis korxonalarida mehnatni texnik me'yorlash usullari. *Journal of new century innovations*, 18(5), 84-91.

UDC 621.01

EFFICIENCY OF THE DESIGN OF A DOUBLE-DRUM PRISMATIC SEPARATOR SEPARATING COTTON SEED HUSK INTO PARTS (CORE AND SHELL)

A.Dj. Djuraev¹, D.D. Juraev², Kh.I. Akhmedov³

¹ Tashkent Institute of Textile and Light Industry

Email: anvardjurayev1948@mail.ru Tel:931813804

² Navoi branch of the Academy of Sciences

Email: dadaxonjurayev91@mail.ru Tel:907152686

³ Navoi State University of Mining and Technology

Email: axmedov_xi@mail.ru Tel:913360288

(Received on July 26 th, 2023)

The article provides a constructive scheme and the principle of operation of a separator with prismatic mesh drums for separating the husk of cotton seeds into parts of the core and shell. The ways of using the recommended design of the separator are determined.

Key words: seed, cotton, kernel, shell, separator, prism, rotating blades, nets, holes, rotation force, separator effect.

В статье приведены конструктивная схема и принцип работы сепаратора с сетчатыми призматическими барабанами для разделения шелухи семян хлопчатника на части сердцевинки и оболочки. Определены пути использования рекомендуемой конструкции сепаратора.

Ключевые слова: семя, хлопок, ядро, оболочка, сепаратор, призма, вращающиеся лопасти, сетки, отверстия, сила вращения, эффект сепаратора.

Maqolada paxta chigitini qismlarga ya'ni yadro va sheluxaga ajratish uchun to'rlı prizmatik barabanli separatorning konstruktiv sxemasi va ishlash printsipi keltirilgan. Tavsiya etilgan separator konstruksiyadan foydalanishni turli usullari aniqlangan.

Tayanch so'zlar: chigit, paxta, yadro, qobiq, separator, prizma, aylanuvchi kurakchalar, to'rlar, teshiklar, aylanma kuch, separator samarasi.

Introduction. At present, when grinding cotton seeds, their physical and mechanical properties, hardness, tension, and plasticity are taken into account. The product coming out of the knitting machine is called rushanka. Rushanka consists of several components, including: core, pod (luzga, shelukha), whole seed, half-baked seed, etc. For this reason, rushanka is divided into components - fractions.

At present, two types of machines have become widespread: machines that separate rushanka first by size on sieves and then in the air flow by aerodynamic properties (aspiration seeders when separating sunflower seed rushanka); machines separating rushanka on sieves with different movements (double shakers and bitter separators for separating cottonseed rushanka).

This equipment is divided into machines for preliminary separation of cotton wool and machines for the final separation of the kernel from cotton wool.

Taking into account the introduced design changes, the Bitter machine for the operation of the preliminary separation of the cotton linen works as follows. Rushanka from the peeler enters both sieves simultaneously, and it enters the lower sieve through holes with valves located at the beginning of the upper sieve. Further, the separation process on both combs occurs in the same way: a descent is obtained, which is a mixture of husks, a Pole and a core, and a passage is a core with fine husks.

The kinematic regimes of sieve oscillations in the separation of Rushanka remain the same as in the cleaning of cotton seeds.

The purpose of this is to improve the technology of extracting feed from seed waste in the separator machine and increase its efficiency.

Methods. Separating the seeds from the shell takes place in two stages, that is, first the shell it is crushed (broken), then it is separated from the core. The product coming out of the cutting machine - rushanka from several fractions consists of: core, pod (luzga, shelukha), whole seed, unripe seed (nedorush), bucket. That is why rushanka is divided into components – fractions is separated. The composition of the mixture in the selection of lightning fractionation equipment and physical properties are taken into account. Components in the separation of rushanka size difference, electrophysical properties, density, friction coefficient, methods based on aerodynamic properties are used.

Results. To increase the efficiency of separation of cottonseed rushanka at high productivity, the design of individual elements of the separator for separating cottonseed rushanka was improved.

Analysis of design features of separators. A seed and weight machine for separating oilseeds, consisting of an aspiration device, a sieving device with a receiver, a sieve part and bottoms, and a multi-channel aspiration wake equipped with a fan and a product release device, while in order to increase the productivity and efficiency of kernel selection, reduce husk oiling and huskiness of the core, the aspiration device has an inclined pneumatic channel with a device for adjusting the air tray, and the sieving device is equipped with a vertical partition installed under the receiver and dividing the sieve part along the length of the body into two sections, under one of which additional sieve sheets are installed [1].

The main disadvantage of this design is the low clarity of the separation of the husk from the seed kernel, the low productivity of the machine.

A separator for separating a cotton seed rushanka, containing two reciprocating sieve housings, air distributors for blowing air under the sieves, located above the last suctions and a sedimentation chamber, while in order to increase the separation efficiency, the separator is equipped with rotating agitators installed inside the suctions, and guide visors fixed in the sedimentation chamber, and the air distributors are made conical with an adjustable longitudinal slot and are installed against the inlet section of the suction of the upper sieve body from its lower side, while the lower part of the said suction has a helescopic fit [2].

The disadvantage of the known device is the complexity of the design, as well as low performance. In addition, a significant amount of kernel particles, seeds in the waste, leading to a decrease in the separation effect.

Another design of the bitter-separator consists of two parts: in the first part, in two parallel slowly rotating perforated cylindrical drums, coaxially located in the drums, the core is knocked out of the cut seeds and husks by fast-rotating shafts with beaters, and in the second part, the core and husk are separated on a shaking sieve. Both main parts of the machine are mounted on a common frame [3].

The dielectric separator [4] contains a loading hopper with a feeder, a pitched board and a guide installed with the possibility of supplying the processed material to the dielectric drum, on the surface of which grooves are made, along which electrodes in the form of alternating wires of opposite polarity are placed with the possibility of contact with the cleaning brush, under which the receiver of the separation products is installed, while the cleaning brush is made composite in the form of a rubber inner bushing mounted on the drive shaft and an outer bushing fitted on it, equipped with brushes, and each groove between the electrodes is divided into cells, in the form of an arc in cross section along the groove.

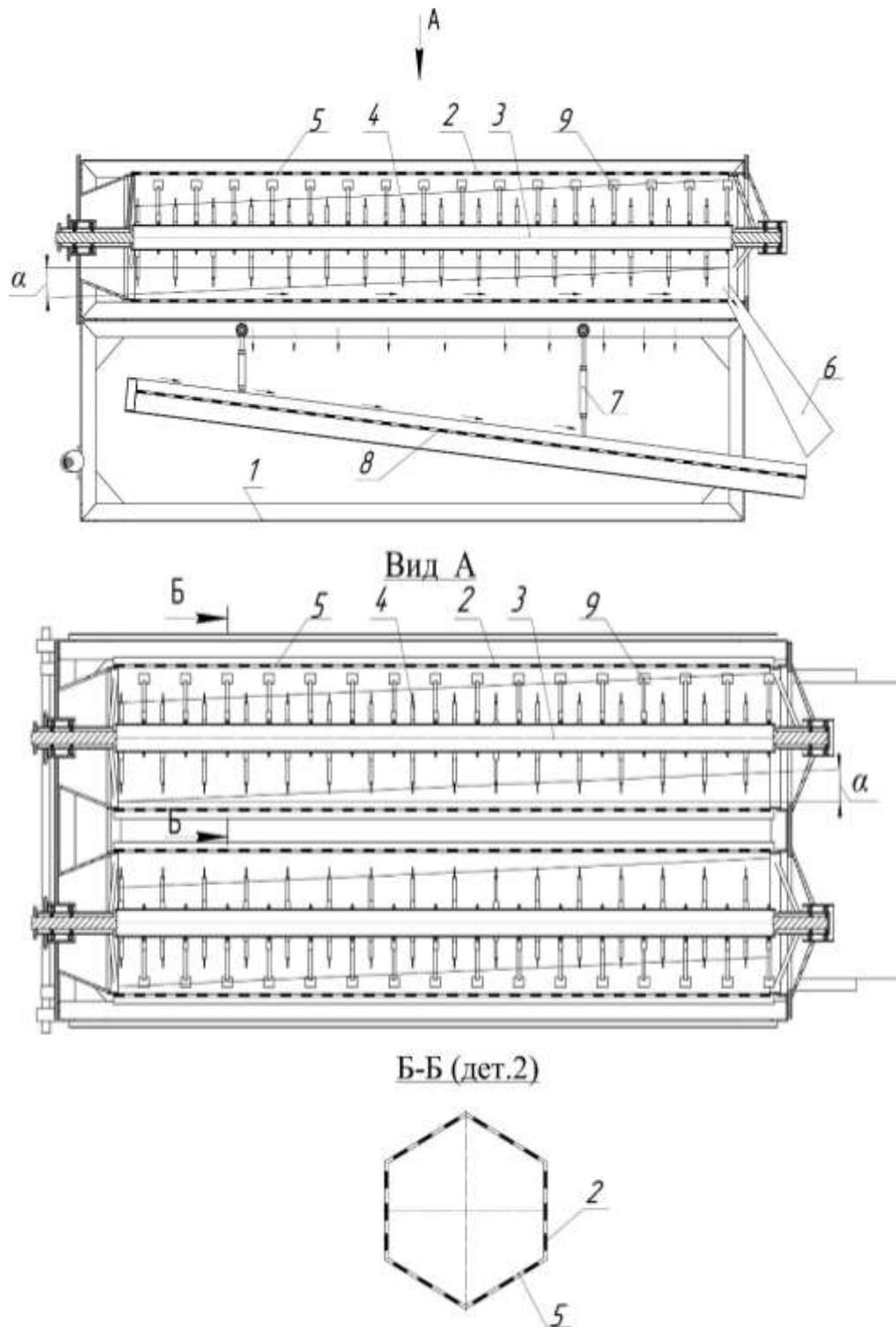
The main disadvantage of this device is the low productivity of the separation of cotton seeds, and the well-known design does not allow its use for the separation of cotton seeds [5].

Efficient separator circuit. Improving the efficiency of separating the cotton seed into parts (kernel and shell), rusanka in high productivity, designing separate elements of the separator for separation cotton linen has improved. [6].

The essence of the design lies in the fact that in the design of the separator for separating the cotton seed rushanka (Bitter separator) containing two horizontally installed rotating mesh drums, inside which beater shafts pass with beaters mounted on them. The beater shafts are installed eccentrically to the axis of the drums and rotate in the opposite direction. Under the drums there is a sieve, under which there is an inclined solid tray to remove the passage through the sieve from the machine, which moves back and forth in the direction of the roller. In this case, the mesh drums are made in the form of a polyhedral prism (for example, six-sided), the

side edges of which are rotated by an angle $\alpha = \frac{2\pi}{k}$ (where, k is the number of faces of the rotated prism). Moreover, the angle of rotation of the side edges of the prism is directed against the movement of the beater shafts of the separator. This ensures the necessary separation of the cottonseeds along the entire length of the mesh drums. It should be noted that the implementation of mesh drums in the form of a polyhedral prism with turned ribs allows efficient mixing of the rollers due to additional axial force. In addition, the holes of the nets of the drums are divided into three sections, differing in the size of the holes of the nets, these hole sizes decrease from the beginning to the end of the drum. It should be noted that the separator drive includes one electric motor and all working elements receive the corresponding movements from a common electric motor.

The design of the separator for separating the cottonseed rushanka consists of from the body 1, two horizontally installed rotating mesh drums 2, made in the form of a polyhedral prism with ribs and faces turned at an angle



Design diagram of a double-drum prismatic separator that separates cotton seeds into kernels and husks.

$$\alpha = \frac{2\pi}{k} \quad (1)$$

where, k - is the number of ribs inside which the beater shafts 3 pass with beaters 4 mounted on them. At the same time, the beater plates (blades) 9 are installed longitudinally and transversely with alternating rows on the beater shafts 3. At the same time, along the length of the drum 2, the holes 5 are made by three sections that differ in the size of the holes decrease from the beginning to the end of the drums 2. The direction of the angle is chosen opposite to the rotation of the beater shaft 3.

Beaters 4 are installed on the shaft 3 in rows with alternating beater plates 4 horizontally and along the circumference of the drum 2 section. The gaps between the ends of the beater plates 9 and the mesh drum 2 are made the same along its entire length. Under the mesh drums 2, a shaking sieve 8 is installed, which reciprocates by means of levers 7. All the working bodies of the separator receive movements from one electric motor. In the output zone there is an unloading tray 6. [7].

Results. The design works as follows. Rushanka is fed into both mesh drums 2 in parallel. Inside the slowly rotating mesh drums 2 (2rpm), the rushanka is subjected to intense action by lamellar blades 9 beat 4, during which the core is released from the peeled cotton seeds. Taking into account that the lamellar blades 9 are turned at an angle of 40^0 with respect to the axis of the shaft 3, the rushanka is transported along the drum 2. its length. In addition, the mesh drum 2 in the form of a multifaceted prism eliminates the compaction of the transported merlons along the length of the drums 2. At the same time, the separation of the mermaids in the course of their mixing along the shaft 2 and their falling out through the holes 5 of the meshes of the drum 2 occurs intensively. This leads to an increase in the efficiency of the release of the kernel from the cut cotton seeds. The separated core and small husks go through the holes 5 of the mesh of the drums 2 and fall on the shaking sieve 8, and large husks come out of the drums 2. The implementation of drums 2 in the form of a multifaceted prism with faces turned at an angle eliminates their slaughter and compaction in all three zones of separation of kernels and small husks through holes 5. Shaking sieve 8 (with an area of 2.7m^2) located under drums 2 receives a reciprocating motion (250 vibrations per minute) from two eccentrics sitting on the main shaft (not shown in the figure) of the machine.

A feature of separating the core and husk on a shaking sieve 8 is that the particles of the husk, thanks to the down, adhere to lumps and go off the sieve 8 further into the husk auger. The core goes through the passage and falls on the pallet, then into the core screw (not shown in the figure)

The design allows for an increase in the efficiency of the released kernel from the cotton seeds cut into peeling, separation, and their further transportation in the separator [8].

Conclusions. A two-sieve drum separator of a prismatic shape was analyzed and recommended for production, separating the pulp of cotton seeds into kernels and husks.

References

- [1]. A, S. No. 441981, Bulletin No. 33, 1975
- [2]. Technology of production of vegetable oils., textbook, under. ed. Prof. V.M. Kopeikovskiy and S.I. Danelchuk, ed., M.: Light and food industry, 1982, 138-142
- [3]. A. Djuraev et al. Dielectric separator. Patent UZ FAP01205, Bull 6, No. 2017).
- [4]. A. Dj. Juraev, D.D. Juraev. "Efficient design of conical double drum separator for separating cotton seed rushanka" "NOVATEUR PUBLICATIONS JournalNX- A Multidisciplinary Peer Reviewed Journal ISSN No: 2581 - 4230 VOLUME 8, ISSUE 8, Aug.-2022".
- [5]. Джураев А.Дж., Жўраев Д.Д., Норов Г.М. "Теоретическая задача о пропускании семян хлопчатника через сито-сепаратор" бухоро муҳандислик технология институтининг "фан ва технологиялар тараққиёти" илмий – техникавий журналининг 5-сонини 18.10.2022.
- [6]. Djurayev Anvar Djurayevich, Jo'rayev Dadaxon Davlat o'g'li "Paxta chigitini diskli pichoq mashinasida chaqish va separator orqali ajratilgan tarkibiy (mag'iz va sheluxa) qismlarini kimyoviy tarkibini o'rganish" Namangan muhandislik – qurilish institutida № 3 (8), 2022 "МЕХАНИКА ВА ТЕХНОЛОГИЯ ИЛМІЙ ЖУРНАЛИ" нинг 3-сонини.
- [7]. Technological equipment of enterprises for the production of vegetable oils., textbook, under. ed. E. P. Koshevoy, St. Petersburg Giord, 2002, 173-176
- [8]. Koshevoy, E.P. Technological equipment for the production of vegetable oils: a textbook for universities. — 2nd ed., corrected. and additional - Moscow: Yurayt Publishing House, 2017. - 365 p.
- [9]. А. А. Жумаев, К.Э. Барановский, Ю. Н. Мансуров, Х.И. Ахмедов. Результаты исследования структуры отливок из белых износостойких чугунов. // Черные металлы, № 2 (1082). 2022. — С.4 – 10.
- [10]. А.Дж. Джураев, Д.Д. Жўраев, С.П. Зиёдуллаева. «Технология и технические характеристики машины для отделения шелухи от семян хлопчатника». Академическая наука как фактор и ресурс инновационного развития. Сборник статей II Международной научно-практической конференции, состоявшейся 14 февраля 2022 г. в г. Петрозаводске Российская Федерация МЦНП «Новая наука» 2022.

ТУТ ИПАК ҚУРТИ ПИЛЛАЛАРИНИ ЧУВИШГА ТАЙЁРЛАШНИНГ ТАКОМИЛЛАШТИРИЛГАН ТЕХНОЛОГИЯСИ

З.А. Қодиров¹, Ш. Дадажонов², Ш.Х. Мухаммадрасулов², М.М. Ниязалиева³

¹Андижон машинасозлик институти info@andmiedu.uz;

²Ўзбекистон табиий тоғлар илмий тадқиқот институти (ЎзТТИТИ)
Margilonshoyi@yahoo.com, margilonshoyi@umail.uz, web: www.uzttiti.uz

³Фарғона политехника институти muhayyo.niyazalieva@ferpi.uz
(Қабул қилинди 26.07.2023 й.)

Ушбу мақолада тирик пиллаларни қабул қилиб олиш, уларни ташиш ва сақлаш, шунингдек пиллаларнинг ички бўшлиғини технологик сув билан тўлдириш технологиялари, уларнинг замонвий ҳолати, ва уларни такомиллаштириш бўйича ўтказилган тадқиқот ишларининг натижалари келтирилган. Пиллаларни қабул қилиб олиш, уларни ташиш ва сақлаш учун чамадон шаклидаги қаттиқ тара яратилган ва синовдан ўтказилган. Пиллалар ички бўшлиғини технологик сув билан тўлдириш учун эса универсал вакуумлаш ускунаси яратилган ва ишлаб чиқариш шароитида синовдан ўтказилган. Такомиллаштирилган усулларни ишлаб чиқаришда қўлланиши, олинаётган хом ипакнинг технологик ва сифат кўрсаткичларини сезиларли даражада яхшиланиши имкониятини яратади.

Калит сўзлар: тут ипак қурти, тирик пилла, пилла тайёрлаш, қуриштириш, ички бўшлиқ, сақлаш, пилла чувиш, буглаш, чизикли зичлик, хом ипак, сифат.

В данное статье приведены результаты научно-исследовательских работ по изучению современного состояния и усовершенствованию технологии приемки живых коконов от шелководов, транспортировки и заполнению внутреннего объема коконов тутового шелкопряда технологической водой при подготовки их к размотки. Для приемки живых коконов, транспортировки и хранения их создана твердая тара в виде чемоданы и апробированы в производственных условиях. А для заполнения внутреннего объема коконов технологической водой создана и испытана в производственных условиях универсальная вакуумная установка. Использование усовершенствованных способов в производственных условиях кокономотальных предприятий создает возможность выработки шелка сырца с высокими технологическими и качественными показателями.

Ключевые слова: тутовый шелкопряд, живой кокон, заготовка коконов, сушка, внутреннее пространство, хранение, кокономотание, запарка, линейная плотность, шелк-сырец, качество

This article presents the results of research work on the study of the current state and improvement of the technology of accepting live cocoons from silkworms, transporting and filling the internal volume of silkworm cocoons with process water in preparing them for unwinding. For the acceptance of live cocoons, their transportation and storage, a solid container in the form of suitcases was created and tested in production conditions. And to fill the internal volume of cocoons with process water, a universal vacuum unit was created and tested under production conditions. The use of improved methods in the production conditions of cocoon-winding enterprises creates the possibility of producing raw silk with high technological and quality indicators.

Key words: silkworm, live cocoon, cocoon harvesting, drying, interior space, storage, cocoon winding, steaming, linear density, raw silk, quality.

КИРИШ

Ўзбекистон Республикаси тут ипак қурти пиллаларини етиштириш ва уларни қайта ишлаш бўйича дунёнинг етакчи мамлакатлари сирасига киради. Хом ипак чувиб олгунгача тут ипак қурти пиллалари бир нечта пиллаларни чувишга тайёрлаш босқичларидан ўтади. Ҳар бир босқичда ўзига хос технологик жараёнлар амалга оширилади, аксарият ҳолларда бу жараёнлар катта қўл меҳнатини талаб қилади. Ҳозирги вақтда пиллаларни қабул қилиш вақтида қўлланилаётган усуллар ва жихозлар пиллаларнинг сифат кўрсаткичларини яхши сақланишини таъминлай олмайди. Пиллакорлар етиштирилган пиллаларни ўзида мавжуд бўлган идишларда, саватлар, қоплар, этаклар ва бошқаларда олиб келишади. Пиллаларни қабул қилиш ёки уларни топшириш вақтида қаттиқ таралар деярли ишлатилмайди, қабул қилиниб олинган пиллалар бир жойга тўкиб йиғилади. Бундай ҳолат пиллаларни

сифатларини сезиларли даражада ёмонлашишлигига олиб келади. Пиллаларни қабул қилиш, ташиш ва сақлаш бўйича кўплаб илмий тадқиқот ишлари ўтказилган [1, с.22-24; 2, с.20; 3, с.28-32; 4; 5, с.42-51], пиллаларни ташиш ва сақлаш учун қаттиқ тараларнинг кўплаб конструкциялари таклиф этилган, баъзи бир қаттиқ таралар ишлаб чиқаришга жорий этилган, лекин улар ҳамма жойда ҳам ишлатилавермайди. Шунинг учун тут ипак қурти пиллаларини қабул қилиш, ташиш, қуришиш ва сақлаш технологик жараёнларини такомиллаштириш бугунги куннинг энг долзарб масалаларидан бири ҳисобланади.

Тут ипак қурти пиллаларини чувишга тайёрлаш жараёни бир нечта босқич ва операцияларни ўз ичига олади ва уларнинг тўғри бажарилиши ишлаб чиқарилган хом ипакнинг сифат кўрсаткичларига тўғридан тўғри таъсир кўрсатади. Пиллаларни чувишга тайёрлашнинг индивидуал усули КМС-10, КС-10 ва бошқа турлардаги механик пилла чивиш дастгоҳларида қўлланилади. Аммо ҳозирги вақтга келиб пиллаларни чувишнинг асосий қисми пилла чувиш автоматларида амалга оширилмоқда. Пилла чувиш автоматларида пилла чувиш амалиётида эса пиллалар марказлашган усулда чувишга тайёрланади. Бунинг учун эса КЗ-3, “Чибо”, “Масузава” сингари марказлашган пилла буғлаш аппаратларидан фойдаланилади [6, 392 с]. Кейинги йилларда пиллаларни чувишга тайёрлашнинг бир неча усуллари яратилган бўлиб, улардан бири вакуум усули ҳисобланади. Пиллаларни чувишга тайёрлашнинг вакуум усули кўплаб тадқиқотчилар томонидан тадқиқ қилинган ва баъзи бир ҳолатларда уларнинг технологияларига ўзгартиришлар киритилган ёки такомиллаштирилган [7, с.278-283; 8, 170 с; 9, 110 с]. Ҳозирги кунда ҳам бу соҳада кўплаб тадқиқотлар олиб борилмоқда.

ТАДҚИҚОТ УСУЛЛАРИ

Тадқиқотлар жараёнида назарий механика, гидравлика қонунлари, статистик таҳлил усуллари, экспериментларни математик режалаштириш, ипак механикаси, амалий математика ва тажрибалар таҳлили, шунингдек математик статистика, баҳолаш ва мақсадли электрон дастурлар воситасида муқобиллаштириш усулларида фойдаланилган. Тажриба намуналари дастлаб институтнинг лаборатория шароитида, кейин эса корхоналарнинг ишлаб чиқариш шароитида синовлардан ўтказилган.

АСОСИЙ ҚИСМ

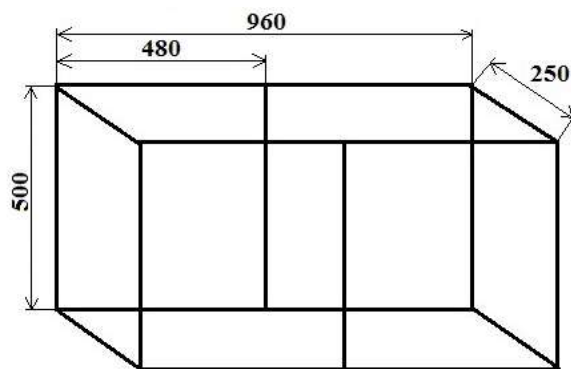
Маълумки, пилла тайёрлаш, уларни ташиш, сақлаш ва уларга дастлабки ишлов бериш жараёнлари пилла қобиғига механик таъсир ўтказиб пилла қобиғини шикастланишига олиб келади. Бунинг натижасида пилла қобиғи деформация олади, бу эса пиллани чувилиш кўрсаткичларига салбий таъсир кўрсатади. Ҳозирги мавжуд пилла тайёрлаш технологиялари бўйича пилла қобиғи ташқий кучлар таъсири остида эзилади, яъни пилла қобиғи бир нечта механик кучлар таъсирида деформацияланади. Пиллаларни жонсизлантириш ва қуришиш операцияларини амалга оширишгача бўлган вақт ичида пиллалар сақланиши керак бўлади, уларни қизиқ кетишини олдини олиш мақсадида пиллалар вақти вақти билан айлантирилиб турилиши шарт бўлади. Агар улар аралаштириб турилмаса пиллалар қизийди, пиллалардан капалак чиқиши тезлашади, бунинг натижасида нуқсонли пиллалар миқдори кескин ортиб кетади. Пиллаларни аралаштириб туриш учун фанера ёки тахтадан тайёрланган белкураклардан фойдаланилади.

Мавжуд технологияни такомиллаштириш мақсадида қатор илмий тадқиқот ишлари ўтказилган ва қатор таклифлар киритилган. Мисол учун, пиллаларни тайёрлаш ва уларга дастлабки ишлов бериш янги технологияси асосида қаттиқ жисмдан (металл) ясалган яшиклар ишлаб чиқилган ва қўлда бажариладиган операцияларни механизациялашга имконият яратилган. Бунинг натижасида тирик пиллаларни йиғиб олингандан кейин то уларни қуришишга қадар сақлаш, ташиш билан боғлиқ бўлган жараёнлар қаттиқ жисмдан ишлаб чиқарилган яшикларда бажарилган. Бу эса ўз навбатида пиллахона ишчиларини пиллаларни ерга тўкиш, этак ёки шолчаларда уларни ташиш, пиллаларни белкураклар ёрдамида ағдариб, аралаштириб туриш каби қўлда бажариладиган оғир қўл меҳнатида овоз

қилган. Бу яшиқларни амалиётда ишлатилиши пиллалар қобиғларини эзилиш, деформацияланиш ва сифатини бузилишидан сақлайди [10, с.40-43]. Баъзи бир тадиқотчилар пилла учун яшиқларни ёғочдан ишлаб чиқаришни таклиф этганлар. Бундай яшиқларнинг ўлчамлари узунлиги 60 см, эни 50 см ва баландлиги 40 см-ни ташкил этган бўлиб, улар 20 кг пилла сиғимга эга. Бундай яшиқлар ўз вақтида Марғилон ипак комбинати ва бошқа пиллакашлик корхоналарида ишлатилган [11, 77с; 12, 16-17 с]. Аммо бундай яшиқлардан фойдаланиш бир мавсумли ёки икки мавсумли бўлган, уларни мавсумлар оралиғида сақлаш учун эса катта ҳажмдаги бино ёки тепаси ёпиқ майдонлар керак бўлган. Бу эса ушбу яшиқларнинг энг катта камчилиги бўлиб, ушбу яшиқлар кенг тарқалмаган. Шунинг учун бир қатор тадиқотчилар яшиқларни перфорация қилинган дюралминийдан тайёрлашни таклиф этишган. Бундай яшиқлар 60 х 50 х 40 см ўлчамда тайёрланган, уларнинг сиғими 20 кг пиллани тшкил этган, яшиқни ўзининг соф оғирлиги 7 кг ни ташкил этади, улардаги перфорация тешикларининг сони 1992 дона бўлиб, тешик диаметри 8 мм-ни ташкил этади [13, с.22-24; 10, с.40-43]. Аммо бу яшиқларнинг тан нархини қимматлиги сабабли бу яшиқлар ҳам ишлаб чиқаришда кенг қўлланишга эга бўлмаган.

Ҳозирги кунда мавжуд пилла тайёрлаш ва уларга дастлабки ишлов бериш технологияларига биноан тирик пиллалар жонсизлантирилиб қурилгандан кейин, улар қанор қопларга жойланиб, сақлаш учун пиллакашлик корхоналарининг пилла сақлаш омборхоналарига жўнатилади [14, с.119]. Қуруқ пиллалар омборхоналарда қанор қопларда, даворлардан 0,5 м узоқликда ва ердан эса 0,2 м баландликда жойлаштирилган махсус тагликларда, энига 2 қатор, узунасига 20 қаторгача, баландлигига эса 9-қаватгача қилиб терилган ҳолда сақланади. Пиллаларни бундай сақлаш шароитида паст қатламда жойлашган қоплардаги пиллалар кўпроқ деформацияга учрайди ва бу ўз навбатида пиллаларнинг технологик ва сифат кўрсаткичларига салбий таъсир кўрсатади. Пиллалар бундай сақлаш усулида қанча кўп сақланса, шунчалик пиллаларнинг технологик ва сифат кўрсаткичлари пасайиб боради. Пилла сақлашнинг бошланиш даврида пилла қаватларининг пастки қисмида жойлашган пиллаларни деформацияси эластик (қайтар) кўринишда бўлса кўп вақт ўтган сари бу деформация пластик (қайтмас) деформацияга айланиб боради. Бундан ташқари пиллалар кўп сақланган сари уларни табиий эскириши кузатилади. Бундай барча негатив ҳолатлар қуруқ пиллалардан ишлаб чиқариладиган хом ипакнинг технологик ва сифат кўрсаткичларига салбий таъсир кўрсатиб боради.

Пилла омборхоналарида пиллаларнинг сақлаш муддатлари ҳам пилланинг технологик ва сифат кўрсаткичларига салбий таъсир кўрсатади. Агар пилла сақлашни биринчи ойида пилланинг солиштирма сарфи 2,32 кг/кг ташкил қилган бўлса, тўққиз ойдан кейин бу кўрсаткич 2,46 кг/кг ташкил қилади. Шунингдек, пилла ипининг узлуксиз чувилиш узунлиги сақлашнинг биринчи ойида 805м-ни ташкил қилган бўлса, тўққиз ойдан кейин у 747м-ни ташкил қилади. Хом ипак чиқиши биринчи ойида 43,10 %-ни ташкил қилган бўлса, тўққиз ойдан кейин 40,65 %-га тушиб қолган. Бундай ҳолатни сабаби пиллани сақлаш жараёнида пилла сиртида макромолекулаларини комформацион ҳолати ташқи муҳит, ҳаводаги кислороднинг таъсирида оксил тизимларининг структуравий ва молекуляр ўзгаришлари ҳисобига пилла қобиғи эскириб бориши ҳисобланади. Ишлаб чиқариш шароитида бундай пилла қобиғини чувилиши 3,0-4,0 %-гача ёмонлашади, хом ипак сифати ва миқдори кескин камаяди [15, 122 с].



1-расм. Пилла қабул қилиш, ташиш ва сақлаш учун хизмат қиладиган янги мослама қовурғаси (каркас) схемаси.

Юқоридагилардан келиб чиқиб Андижон машинасозлик институтида тирик пиллаларни қабул қилиш, ташиш ва уларни қуриштиргача сақлаш учун чамадон шаклидаги мослама тури ишлаб чиқилди. Янги мосламанинг асосини йиғма шаклидаги мослама қовурғаси (каркас) ташкил этади ва у қалинлиги 0,6 мм, диаметри 12 мм бўлган металл қувурчалардан йиғилади (1-расмга қаранг).



2-расм. Пилларни қабул қилиш, ташиш ва сақлаш учун янги мосламанинг умумий кўриниши ва ишлатилиш фрагментлари.

Янги мосламанинг ўлчамлари 960 х 250 х 500 мм бўлиб, унга юқори пишиқликка эга бўлган тўқима материал кийдирилиб маҳкамланади. Фойдаланилаётган тўқима юқори ҳаво ўтказилувчанлик хусусиятига эга бўлиши билан бирга вазни енгил бўлиши керак. Мосламанинг вазни 2,5 кг-дан кўп бўлмайди, сиғими эса 16-20 кг-ни ташкил этади. Мосламани чамадон шаклида ишлаб чиқарилганлиги уни ташиш ва сақлашни қулайлаштирилди. 2-расмда ишлаб чиқилган мосламанинг умумий кўриниши ва ишлатилиш фрагментлари келтирилган.

Яратилган янги мослама ишлаб чиқариш шароитида синовдан ўтказилди. Янги мосламада қабул қилинган пиллалар қурилгандан кейин лаборатория шароитида синовдан ўтказилди, 1-жадвалда пиллаларнинг саралаш натижалари келтирилган.

1-жадвал.

Янги мосламада қабул қилинган пиллаларни лаборатория шароитида саралаш
натижалари.

Т/р	Кўрсаткичларнинг номланиши	Пиллалар варианты	
		Тажриба	Назорат
1	Навли пиллаларни чиқиши, %	90,5	83,7
	I навли пиллалар	54,9	45,2
	II навли пиллалар	35,6	38,5
2	Навсиз пиллаларнинг чиқиши, %	9,5	16,3
	қўшолоқ пиллалар	3,7	3,2
	доғли пиллалар	2,5	4,5
	ўткир учли пилла	1,8	2,0
	юпқа пўстли пилла	1,0	1,1
	эзилган пиллалар	0,5	5,5
3	Пиллаларни калибри бўйича чиқиши, %		
	майда (14-15мм)	17,0	19,5
	ўртача (16-19мм)	79,6	74,8
	йирик (20-22мм)	3,4	5,7

1-жадвалда келтирилган тадқиқот натижаларини тахлили шуни кўрсатадики, янги мосламада қабул қилинган пиллаларда навли пиллаларни чиқиши сезиларли даражада ортган. Бунинг асосий сабаби мавжуд қабул қилиш жараёнларида пиллаларга механик таъсир ўтказиш натижасида пайдо бўладиган пилла нуқсонларини (пиллаларни эзилиши, доғли пиллаларни кўпайиши) камайиши ҳисобланади. Чунки пилла қабул қилишда янги мосламаларни қўлланилиши уларда қўшимча пайдо бўладиган навсиз пиллалар миқдорини минимумга келтиради. Мисол учун, эзилган пиллаларни чиқиши мавжуд технологияда 5,5 %-ни ташкил этган бўлса, таклиф этилган технологияда 0,5 %-ни ташкил этади, ёки доғли пиллалар чиқиши мавжуд технологияда 4,5 % бўлган бўлса, янги технологияда 2,5 %-ни ташкил этади.

Янги яратилган мосламаларни Ўзбекистон табиий толалар илмий тадқиқот институтида яратилган тирик пиллаларни совитгичларда сақлаш технологиясида [9, 110 с.; 15, 122 с.] қўллаш яхши натижалар бериши мумкин. ЎТТИТИ-да яратилган технология бўйича тирик пиллаларни +4 °С ҳароратда сақланади ва пиллалар қурилмаган ёки жонсизлантилмаган ҳолда чувилади. Бу эса ўз навбатида ишлаб чиқарилаётган хом ипакнинг технологик ва сифат кўрсаткичларини сезиларли даражада оширишга имконият беради. Яратилган янги мосламалар ушбу технологияни янада тўлдиради ва пиллаларнинг сифат ва миқдор кўрсаткичларини янада яхшилашга хизмат қилади.

ХУЛОСА ВА ТАКЛИФЛАР

1. Тирик пиллаларни қабул қилиб олиш, ташиш ва сақлаш учун янги мослама конструкцияси ишлаб чиқилган ва мосламаларнинг тажриба нусхалари яратилган. Янги мосламаларнинг тажриба нусхалари ишлаб чиқариш шароитида синовдан ўтказилган.

2. Янги мосламаларда қабул қилинган, ташилган ва сақланган пиллалар саралаш бўйича лаборатория синовларидан ўтказилган. Янги мосламаларни қўлланилиши натижасида эзилган пиллаларни чиқиши мавжуд технологияга нисбатан 5 %-га, доғли пиллалар чиқиши эса мавжуд технологияга нисбатан 2 %-га қисқартиришга эришилган.

3. Янги яратилган мосламаларни Ўзбекистон табиий толалар илмий тадқиқот институтида яратилган тирик пиллаларни совитгичларда сақлаш технологиясида қўллаш

яхши натижалар бериши мумкинлиги аниқланган. Янги мосламалар ушбу технологияни янада тўлдиради ва пиллаларнинг сифат ва миқдор кўрсаткичларини янада яхшилашга хизмат қилади.

Адабиётлар

- [1]. Мамаразиков А.Ю. – Влияния хранения воздушно-сухих коконов на выход шелкопродуктов// РНТС Шелк, 1991, № 1, стр. 22-24.
- [2]. Йўлдошев Ш., Ортиқов С. – Пиллаларни контейнер усулида тайёрлаш ва сақлаш масалалари// Тошкент, Ж., Ипак, 1996, № 3, 20 с.
- [3]. Корабельников А.В., Гуламов А.Э., Азаматов У.Н. – Пути улучшения фабричного хранения коконов//Ж. Проблемы текстиля, № 2, 2014, с.28-32
- [4]. Сафаров Ж.Э., Далаев Г.Т., Эркинов Д.Д. – Исследование первичной обработки коконов тутового шелкопряда//Universum: Технические науки: эл.науч.жур., 2018, № 9 (54)
- [5]. Рахимов А.Ю., Рахимов А.А., Кодиров З.А. – Пиллага дастлабки ишлов бериш ва сақлаш технологик жараёнларини тахлили//J.Akademic Reseach in Educational Sciences, Volume 2, Issue 11. 2021. – P. 42-51
- [6]. Рубинов Э.Б. Технология шелка. Кокономотание. Учебник для ВУЗов./М., Легкая и пищевая промышленность, 1981, 392 с.
- [7]. Akhunbabaev U., Dadajonov Sh., Muhamdrasulov Sh., ZokirovG. – Prospects for the production of high-quality raw silk from local silkworm grains // EPRA international journal of Research and Dvelopment (IJRD), Vol. 5, Iss.: 8, August 2020, pp. 278-283
- [8]. Исламбекова Н.М. – Совершенствование технологии подготовки коконов к размотке с использованием поверхностно-активных веществ.// Дисс.д.т.н., 2019, 170 с.
- [9]. Ахунбаев У.О. – Замонавий пилла чувиш ускуналарида юқори сифатли хом ипак олиш технологиясини такомиллаштириш//т.ф.ф.д. ..дисс., Тошкент, ТТЕСИ, 2021, 110 с.
- [10]. Мухамедов М.М. – Проблемы рационального использования коконного сырья //М., Легпромбытиздат, 1990, с.40-43
- [11]. Тожиев Э.Х., Ахмедов Н.А. – Пиллаларга дастлабки ишлов беришнинг янги технологияси// Тошкент, ТашДУ нашр., 2006, 77 с.
- [12]. Таджиев Э.Х. – Опыт внедрения новой технологии заготовки и первичной обработки коконов с применением твердой тары//РНТС “Шелк”, № 3, 1983, с. 16-17
- [13]. Умаров И. – О влияние высоты слоя хранения живых коконов на их качественные показатели// РНТС “Шелк”, № 4, 1986, с. 22-24
- [14]. Мухамадрасулов Ш.Х. – Хом ипак ишлаб чиқаришда сифат ва миқдор кўрсаткичларини ошириш // т.ф.ф.д. дисс., Наманган, НамМТИ, 2020, 114 с.
- [15]. Ниязалиева М.М. – Такрорий боқувдан олинган пиллаларнингчувиш жараёнларини такомиллаштириш //т.ф.ф.д. дисс., Наманган, НамМТИ, 2022, 122 с.

УЎК: 677.371.1:615.468.2

ЮҚОРИ ЧИЗИҚЛИ ЗИЧЛИКДАГИ ХОМ ИПАКДАН ЭШИЛГАН ИПАК ИПЛАРИНИ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ УСУЛЛАРИ

Х.А. Алимова ¹ Ж.А. Ахмедов ¹, Ж.Ш. Шарипов ¹, Қ.Э. Собиров ² И.Х. Атабаев³

¹Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти

²Урганч давлат университети

³Ипакчилик илмий тадқиқот институти

jahongir-ahmad@mail.ru, 935914422

(Қабул қилинди 28.07.2023 й.)

This article highlights the importance of the need for woven yarns and the problems in the production of carpet yarns. The sequence of a new abbreviated method for the production of high linear density spun silk yarns is presented in full. Since the production of twisting yarn is done by taking raw silk of high linear density, it can be rewound directly on the bobbin instead of winding it on a standard skein, reducing the number of processes to be performed. The technological parameters developed for the machines necessary for the execution of the process are presented. The characteristics of the samples were fully analyzed and the results are presented in the tables in order to determine whether the quality indicators of the woven yarns produced by the new method were at the required level. Due to the high strength of the woven yarns obtained by the new method, no breakage (explosion of the carpet) was observed when used in carpet weaving.

Keywords: defective cocoons, raw silk, linear density, rewinding, skein, spool, twisted silk threads,

thread strength, warp, weft.

В этой статье подчеркивается важность потребности в тканых пряжах и проблемы производства ковровой пряжи. Полностью представлена последовательность нового сокращенного способа производства шелковых прядильной пряжи высокой линейной плотности. Поскольку производство крученой нити используется шелка-сырца высокой линейной плотности, за счет высокой линейной плотности можно перематывать непосредственно на катушку, а не на стандартный моток, что сокращает количество выполняемых процессов. Представлены технологические параметры, разработанные для машин, необходимых для выполнения процесса. Характеристики образцов были полностью проанализированы и результаты представлены в таблицах, чтобы определить, находятся ли качественные показатели крученых нитей, произведенных новым способом, на требуемом уровне. Благодаря высокой прочности крученых нитей, полученных новым способом, обрыва (взрыва ковра) при использовании в ковроткачестве не наблюдалось.

Ключевые слова: дефектные коконы, шелк-сырец, линейная плотность, перемотка, моток, катушка, крученые шелковые нити, прочность нити, основа, уток.

Мазкур мақолада эшилган ипларга бўлган эҳтиёж, гилам ипларини ишлаб чиқаришдаги муаммолар қанчалик долзарблиги ёритиб берилган. Юқори чизиқли зичликдаги эшилган ипак ипларини ишлаб чиқаришни янги қисқартирилган усули кетма-кетлиги тўлиқ келтирилган. Юқори чизиқли зичликдаги хом ипак олиш орқали эшилган ипак ишлаб чиқариш амалга оширилганлиги сабабли уни стандарт калавага ўрамасдан тўғрида-тўғри галтакка қайта ўраб олиниб, бажариладиган жараёнлар сони қисқартирилган. Жараёни бажариш учун зарур бўлган дастгоҳлар учун ишлаб чиқилган технологик параметрлар келтирилган. Янги усулда ишлаб чиқарилган эшилган ипларнинг сифат кўрсаткичлари талаб даражасида бўлганлигини аниқлаш учун намуналарнинг хусусиятлари тўлиқ таҳлил қилинган ва натижалар жадалларда келтирилган. Янги усулда олинган эшилган иплардан гилам тўқишда фойдаланилганда мустаҳкамлиги юқори бўлганлиги учун узилиш (гиламини портлаши) кузатилмаган.

Таянч сўз ва иборалар: нуқсонли пиллалар, хом ипак, чизиқли зичлик, қайта ўраш, калава, галтак, эшилган ипак иплари, бурамлар мустаҳкамлиги, танда, арқоқ.

Сўнгги йилларда республикада пиллачилик соҳасини ривожлантириш, ишлаб чиқариладиган маҳсулотларнинг турларини кенгайтириш, шунингдек, пиллачилик тармоғи корхоналарининг экспорт ва инвестиция фаолиятини ҳар томонлама қўллаб-қувватлаш бўйича комплекс чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. Хусусан, давлатимиз раҳбари ва ҳукуматимиз томонидан қабул қилинган бир қатор қарорларида соҳада амалга оширилаётган ислохотларни янада чуқурлаштириш, жадал ривожлантириш учун қулай шарт-шароитлар яратиш, ишлаб чиқаришни ташкил этишнинг кластер усулини кенг жорий этиш, пиллани чуқур қайта ишлашда инвестициялар ҳажмини ошириш ҳамда юқори қўшилган қийматли тайёр маҳсулотлар ишлаб чиқаришни кенг йўлга қўйиш мақсад қилиб олинган.

Республика иқтисодиётни ривожлантириш борасида тўқимачилик саноати муҳим рол ўйнайди. Аҳолини кийим-кечак ва уй-рўзғор буюмлари билан таъминлайди. Тўқимачилик саноат соҳаси қишлоқ хўжалиги ва бошқа соҳалар билан яқиндан ҳамкорлик қилиши ҳеч кимга сир эмас. Гилам ишлаб чиқариш тўқимачилик саноатининг муҳим тармоқларидан бири ҳисобланади. Гиламчиликни ривожлантириш орқали тўқимачилик маҳсулотлари экспорт ҳажмини янада оширишга эришиш мумкин.

Маълумки, пилладан тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришгача бўлган технология жуда кўп жараёнларни ўз ичига олади. Ипак чиқиндиларини келиб чиқишига қараб саралаш, пилла чувиш цехларидан ва назорат йиғув бўлимидан чиқадиган чиқиндиларга ажратилган [1].

Ушбу тадқиқотдан шуни хулоса қилиш мумкинки, 10, 27, 42 ва 100 d чизиқли зичликдаги хом ипакдан фойдаланиб 200 d чизиқли зичликдаги 100, 200, 500 ва 1000 бр/м берилган эшилган ипларни ишлаб чиқарилган ва уларни сифат кўрсаткичлари аниқланган. Натижаларнинг кўрсатишича эшилган ипакнинг физик-механик хусусиятлари, берилган бурамлар сонига, унинг структураси эса ишлов берилмаган хом

ипакнинг ўлчамларига қаттиқ боғлиқлиги аниқланган. Бундан ташқари юқори чизикли зичликдаги хом ипакдан олинган эшилган ипларнинг эгилувчанлик бўйича характеристикалари жуда юқори бўлди [2].

Мазкур ишда, тиббиёт бинти ишлаб чиқариш учун хом ипакдан эшилган ипларни тайёрлаш технологик жараёнлар кетма-кетлиги кўрсатилган. 2,33 тексли хом ипакни 3 тасини қўшиб чап томонга эшилган S 350 бр/м ва 3,23 тексли хом ипакни 8 тасини қўшиб чап томонга эшилган S 500 бр/м берилган. Тадқиқот натижалари асосида эшилган ипларни чизикли зичлиги, узилиш кучи, чизикли зичлиги бўйича вариация коэффициенти, узилишгача чўзилиши, бурамлар сони ва йўналиши, бурамлар бўйича вариация коэффициентлари келтирилган [3-5].

Ушбу тадқиқотда муаммонинг долзарблиги, табиий ипакдан тайёрланган антибактериал ипак салфеткаларини жағ юз соҳаси яллиғланиш касалликларини даволашда ишлатилган. Максиллофасиял соҳадаги йирингли-яллиғланиш касалликлари билан оғриган беморларда қайнатилган ипак тиббиёт салфеткасидан фойдаланиш анъанавий даволанишга қараганда, касалликнинг маҳаллий белгиларини камайтиришга эришилган. Максиллофасиял соҳадаги йирингли-яллиғланиш жараёнларида жароҳатни даволаш учун ипак қайнатилган тиббиёт салфеткасидан фойдаланиш ярани тозалаш жараёнини сезиларли даражада тезлаштирган, яъни тери тўқималарини ўстиришда ёрдам берган [6-9].

Хом ипак таркибида 100% гача намлик мавжуд бўлганда уни қайта ўраш мақсадга мувофиқ эмас, бундай қилиш дастгоҳларни коррозияга олиб келади, толаларни моғорлаши ва ифлосланиши учун шароит яратади. Хом ипак юқори намликда яна ёпишиши мумкин, қайта ўраш вақтида хом ипакдаги намликни нотекис қуриганлиги учун турлича чўзилиш олиши мумкин, бундай ҳол узилиш хусусияти бўйича нотекисликни ошириб юборади. Шунинг учун калаваларни қайта ўрашдан олдин уларга дам берилади.

Калаваларга дам бериш табиий шароитда, махсус бинода $T=15 - 25^{\circ}\text{C}$ ҳароратда амалга оширилади. Хом ипакка 48 соат давомида дам берилади.

Табиий шароитда дам бериш хом ипакнинг фойдали хусусиятларини яхши сақланишига имконият яратади ва қайта ишлаш қобилиятини яхшилайди.

Хом ипакни қайта ўраш ва уларни эшишга тайёрлаш. Хом ипак қайта ўраш учун тайёрлаш алоҳида аҳамиятга эга. Хом ипакни қайта ўрашга тайёрлаш қуйидаги технологик кетма-кетликда бажарилади.

- ипакни ивитиш учун эмульсия тайёрлаш;- хом ипакни ивитиш (эмульсиялаш);
- ивитишдан кейин сиқиш, титиш ва тўғирлаш; - хом ипакка дам бериш.

Аммо тадқиқот ишида юқори чизикли зичликдаги хом ипак чувиб олинганлиги сабабли уни стандарт калавага эмас тўғрида-тўғри ғалтакка қайта ўраб олиш синаб кўрилди. Хом ипакни калавадан ғалтакка ўрашдан мақсад, кейинги жараён, яъни қўшиб эшиш дастгоҳларига тайёрлаб беришдан иборат. Калава ҳолидаги хом ипакка дам берилгандан сўнг уни икки гардишли ғалтакка ўралади. Қайта ўраш жараёнида иплар қўшимча равишда назорат қилинади, тозаланади, ипдаги тугунлар, чигаллашган жойлар ва ингичка жойлари ишчилар томонидан олиб ташланади.

Хитой дурагайи пиллаларидан 10,75 ва 13,33 *tex* ли хом ипак чувиб олинган. Ушбу чувиб олинган хом ипакни чархдан ғалтакка қайта ўраш борасидаги тажрибалар натижасига кўра 1 килограмм хом ипак қайта ўралганда узилишлар сони 10,75 *tex* да 7 та, 13,33 *tex* да 4 тани ташкил этди.

Калавани қайта ўраш вақтида ипнинг таранглиги унинг физик-механик хусусиятига

ҳамда кейинги жараёнларга катта таъсир қилади. Хом ашёни етарли миқдордаги тарангликка эга бўлмаган ҳолда қайта ўралганда, иплар ғалтакка бўш ва юмшоқ ўралиши

оқибатида уларни эшиш ва пишитиш жараёнида маълум қийинчиликларни юзага келтиради. Шунингдек, иплардаги тарангликни меъёрдан ортиб кетиши уларнинг эластиклик хусусиятини пасайишига олиб келади, бу эса эшилган ипларнинг хусусиятига ва улардан тайёрланадиган маҳсулотларга салбий таъсир кўрсатиши мумкин. Бундан ташқари, таранглаш меъёридан ошса, қайта ўраш пайтида иплар кўп узилади, оқибатда иш унумдорлиги пасаяди ва иплардаги нуқсонлар кўпаяди.

Хом ипакни эшиш усуллари ва эшилган ипак ипларини ишлаб чиқариш. Илмий тадқиқот ишида табиий ипак гиламлари учун мўлжалланган янги турдаги эшилган иплар ишлаб чиқариш технологиясини ишлаб чиқиш мақсад қилинган бўлиб, танда иплари эшилиш даражасига кўра ўртача маҳсулот эшилган иплар сирасига киради. Бу жараёндан мақсад, бир нечта ипларни қўшиб бурам беришдир. Тадқиқотда бу жараён қуйидаги ипак гиламлари учун танда иплари тайёрлаш эшиш режаси асосида амалга оширилади.

1-жадвал

Ипак гиламлари ишлаб чиқариш учун танда иплари тайёрлашда эшиш режаси

№	Кўрсаткичлар номи	Ғалтакка қайта ўраш	Биринчи қўшиб эшиш	Иккинчи қўшиб эшиш
1	Дастгоҳ тури	GDOO1A-145 MT-85	ASK-727, TK-2, TKM-8-12	ASK-727, TK-2, TKM-8-12
2	Кириш ўрамининг тури	Калава (чархда)	Ғалтак	Ғалтак
3	Кириш ўрамидаги ипак оғирлиги, gr	55-110	180-200 100-110	180-200 100-110
4	Чиқиш ўрамининг тури	Ғалтак	Бобина, Ғалтак	Бобина, Ғалтак
5	Чиқиш ўрамидаги ипак оғирлиги, gr	180-200 100-110	180-200 100-110	180-200 100-110
6	Чизиқли тезлик, m/min	220	75	75
7	Бурам йўналиши		S	Z
8	Бурамлар сони, br/m		400	500
9	Ипнинг таранглиги, sN	14-18	20-25	20-25
10	Меъёрий узилишлар сони, dona/kg	5-7	3-5	1-3

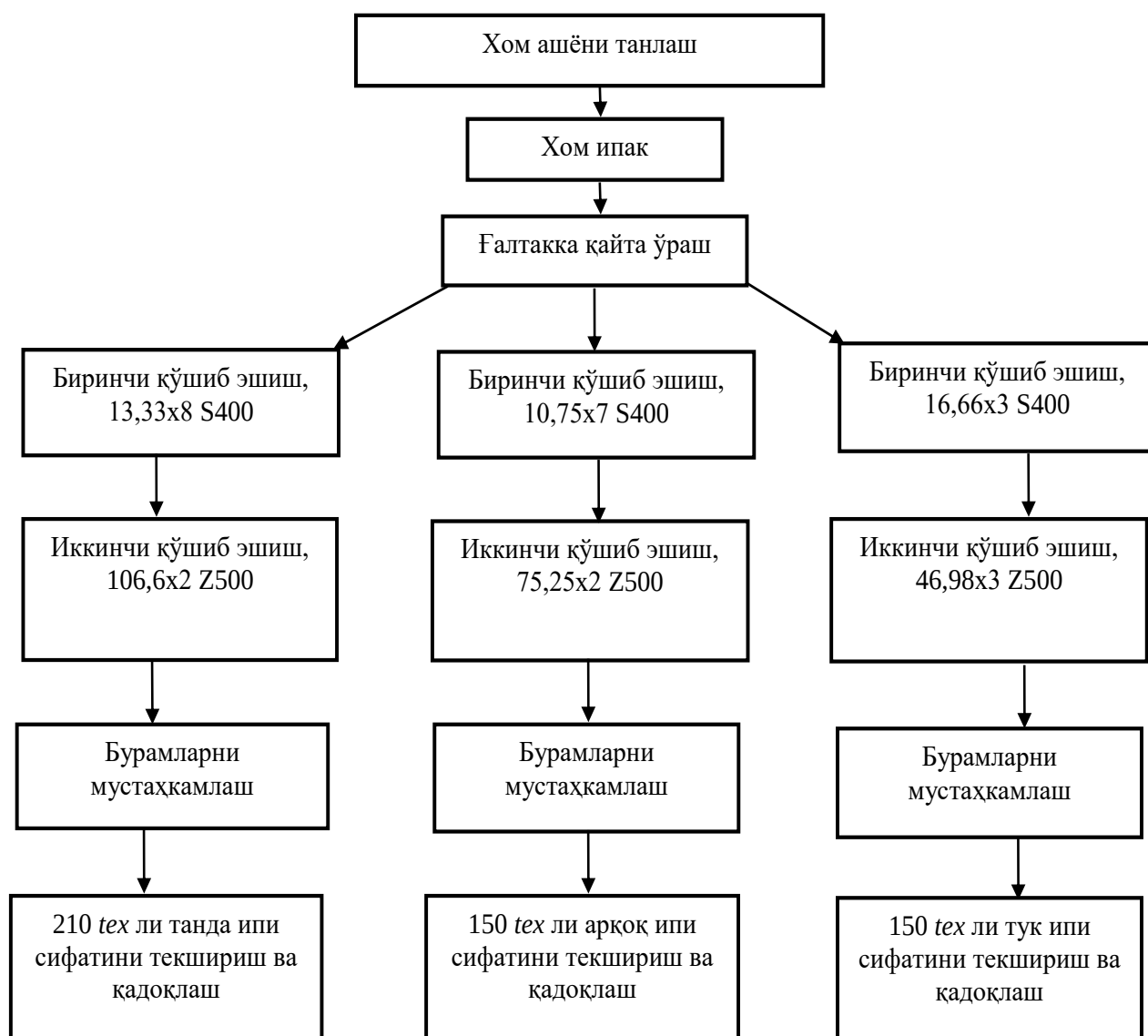
Ғалтакларга ўралган хом ипакни бир нечтасини қўшиб эшиш ASK-727 дастгоҳида амалга оширилди. Шунингдек, ушбу жараёни ҳозирги кунда республикамизнинг кўпгина ипакчилик корхоналарида мавжуд ТК-8 ва ТКМ-8 қўшиб эшиш дастгоҳларида бажариш мумкин.

Дастгоҳлар имкониятлари бир хил бўлиб, 2 тадан 8 тагача ипларни қўшиб эшиш, шунингдек, ҳар бир метрига 30 тадан то 650 тагача бурам бериш имкониятига эга. Дастгоҳнинг эшиш механизми урчуқ, халқа ва югурдакдан иборат. Югурдак ўз ҳаракатини ғалтакка ўралаётган ипдан олади. Югурдакнинг халқада бир марта тўлиқ айланганда ип ўз ўқи атрофида бир марта айланади ва бурам олади.

Табиий ипак гиламларини ишлаб чиқариш учун хомашё тайёрлаш технологиясини яратиш устида тадқиқотлар олиб борилди. Нуқсонли пиллалардан чувиб олинган 10,75; 13,33 ва 16,6 *tex* ли хом ипакдан гилам ишлаб чиқариш учун фойдаланиладиган эшилган иплар тайёрлашда қуйидаги технологик кетма-кетликни таклиф этамиз (1-расм).

Тадқиқот иши давомида хом ипакдан гилам ипларини олиш усули ишлаб чиқилиб, унга Ўзбекистон Республикасининг Интеллектуал мулк агентлигининг ихтирога патенти олинди [9]. Ипакдан гилам иплари ишлаб чиқариш бўйича янги такомиллаштирилган технологик кетма-кетлик бугунги кунда амалиётда қўлланилиб келаётган мавжуд

технологиядан икки ўтимга қисқартирилганлиги ҳам тадқиқот ишининг янгилиги ҳисобланади.



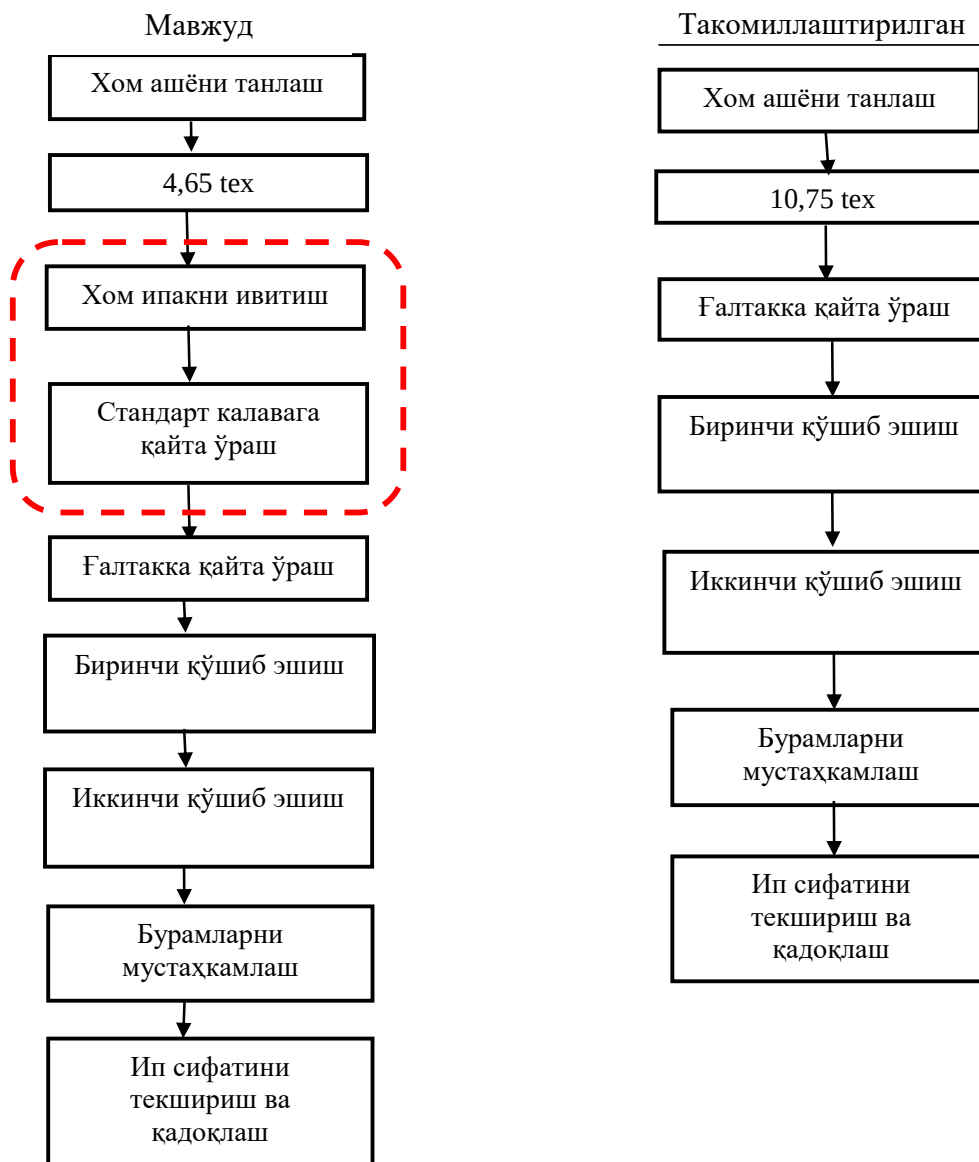
1-расм. Табiiй ипак гиламлари учун танда, арқоқ ва тук ипларини тайёрлашнинг технологик кетма-кетлиги.

2-жадвал

Табiiй ипак гиламлари учун эшилган ипларнинг янги ассортимент намуналари

№	Чизикли зичлиги, tex	Ипнинг структуравий тузилиши	Қўлланилаши
1.	210	13,3x8 S400x2 Z500	Танда
2.	240	13,3x6 S400x3 Z500	Танда
3.	260	10,75x8 S400x3 Z500	Танда
4.	130	10,75x4 S400x3 Z500	Арқоқ
5.	150	10,75x7 S400x2 Z500	Арқоқ
6.	150	16,66x3 S150x3 Z180	Тук
7.	300	16,60x8 S150x4 Z200	Тук

Бу янги усул “ИСМОИЛЖОН ГИЛАМЛАРИ” МЧЖ ва “ЁДГОРЛИК” МЧЖ корхоналарида синовдан ўтказилди. Ишлаб чиқариш шароитида бир партия, жами 10 kg (танда, арқоқ, тук) ипак гилам ипларининг янги ассортимент намуналари олинди (2-жадвал).



2-расм. Табиий ипакдан гилам иплари ишлаб чиқаришнинг мавжуд ва такомиллаштирилган технологик кетма-кетлиги

Танда ипларини (210, 240, 260 *tex*) тайёрлаш учун биринчи қўшиб эшишда 13,33 *tex* ли хом ипакни 8 тасини чап йўналишдаги 400 br/m, такрорий қўшиб эшиш 2 та ипни ўнг йўналишда 500 br/m бурам бериб 210 *tex* ли;

13,33 *tex* ли хом ипакни 6 тасини чап йўналишдаги 400 br/m, такрорий қўшиб эшиш 3 та ипни ўнг йўналишда 500 br/m бурам бериб 240 *tex* ли;

10,74 *tex* ли хом ипакни 8 тасини чап йўналишдаги 400 br/m, такрорий қўшиб эшиш 3 та ипни ўнг йўналишда 500 br/m бурам бериб 260 *tex* чизикли зичликдаги танда ипи олинди.

130 *tex* ли арқоқ ипини тайёрлаш учун 10,75 *tex* ли хом ипакни 4 тасини чап йўналишдаги 400 br/m, такрорий қўшиб эшиш 3 та ипни ўнг йўналишда 500 br/m бурам берилди;

150 *tex* ли арқоқ ипини тайёрлаш учун 10,75 *tex* ли хом ипакни 7 тасини чап йўналишдаги 400 br/m, такрорий қўшиб эшиш 2 та ипни ўнг йўналишда 500 br/m бурам бериб олинди.

150 *tex* ли тук ипини ишлаб чиқариш учун 16,60 *tex* ли хом ипакни 3 тасини чап йўналишдаги 100 br/m, такрорий қўшиб эшиш 3 та ипни ўнг йўналишда 150 br/m бурам берилди;

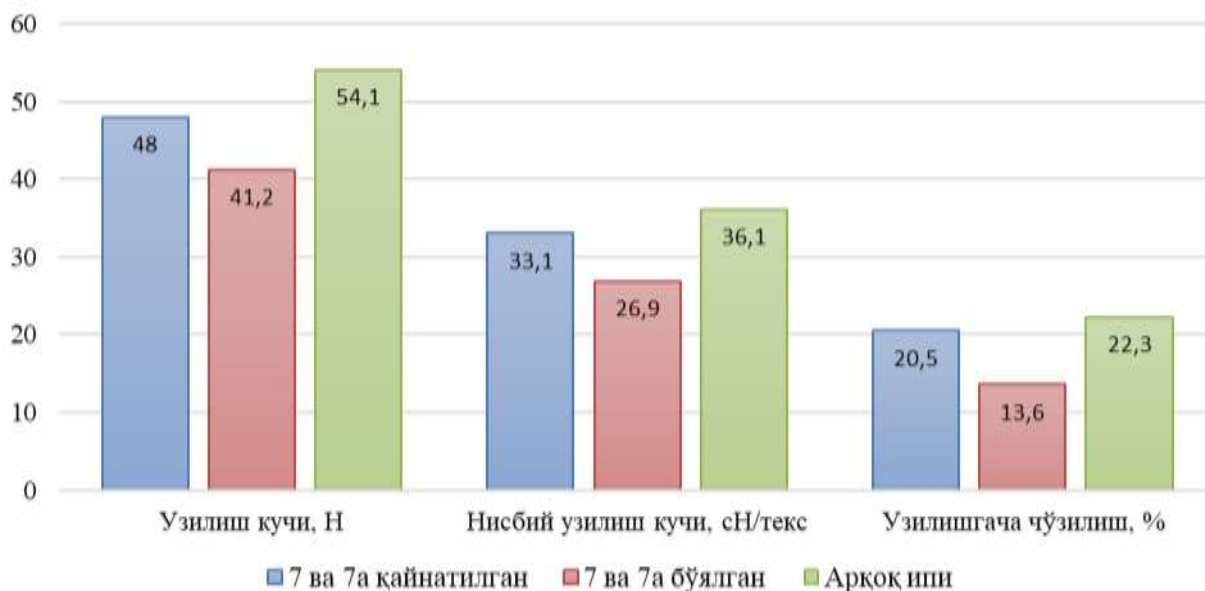
300 *tex* ли тук ипини ишлаб чиқариш учун 16,60 *tex* ли хом ипакни 8 тасини чап йўналишдаги 100 br/m, такрорий кўшиб эшиш 4 та ипни ўнг йўналишда 150 br/m бурам бериб олинди.

Янги усул бўйича эшилган ип ишлаб чиқариш технологик жараёни икки ўтимга қисқаради: биринчи ва иккинчи эшишни ҳамда бурамларни (назоратга нисбатан) камайиши деярли бир метрга 50 %, дастгоҳни иш унумдорлиги икки баробарга ошади. Катта чизиқли зичликдаги хом ипакдан фойдаланиш ҳисобиға пишиқлиги юқори бўлган гилам ипларининг кўрсаткичлари 3-жадвалда келтирилди.

3-жадвал

Ипак гилам ипларини узилиш кўрсаткичи

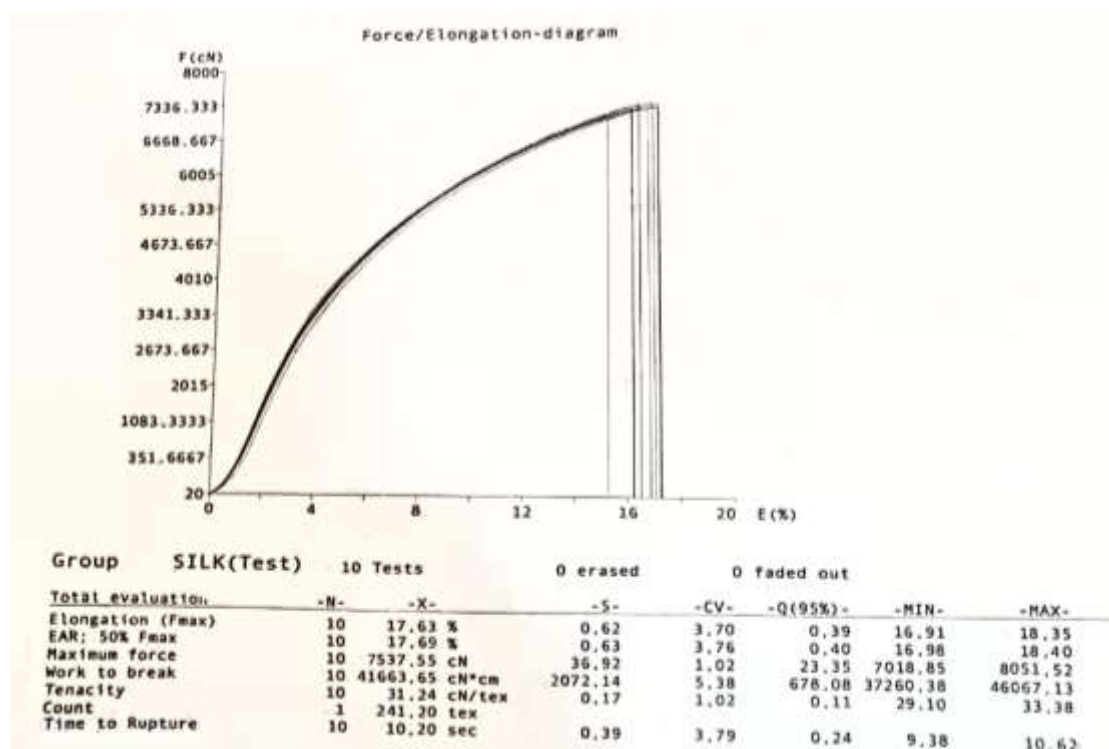
Ишлаб чиқаришда фойдаланиладиган (мавжуд)			Янги усул бўйича олинган		
Чизиқли зичлик, <i>tex</i>	Нисбий узиш кучи <i>sN/tex</i>	Узишдаги чўзилиш, %	Чизиқли зичлик, <i>tex</i>	Нисбий узиш кучи <i>sN/tex</i>	Узишдаги чўзилиш, %
Танда ипи:			Танда ипи:		
160	31,8	19,3	210	36,2	23,4
200	30,3	19,6	240	34,7	24,9
240	31,2	19,9	260	33,3	24,3
Арқоқ ипи:			Арқоқ ипи:		
140	31,2	18,2	150	36,1	22,3
160	31,4	18,5	180	34,7	22,9
Тук ипи:			Тук ипи:		
125	22,4	15,4	150	22,8	16,9
145	21,5	16,6	300	21,2	15,1



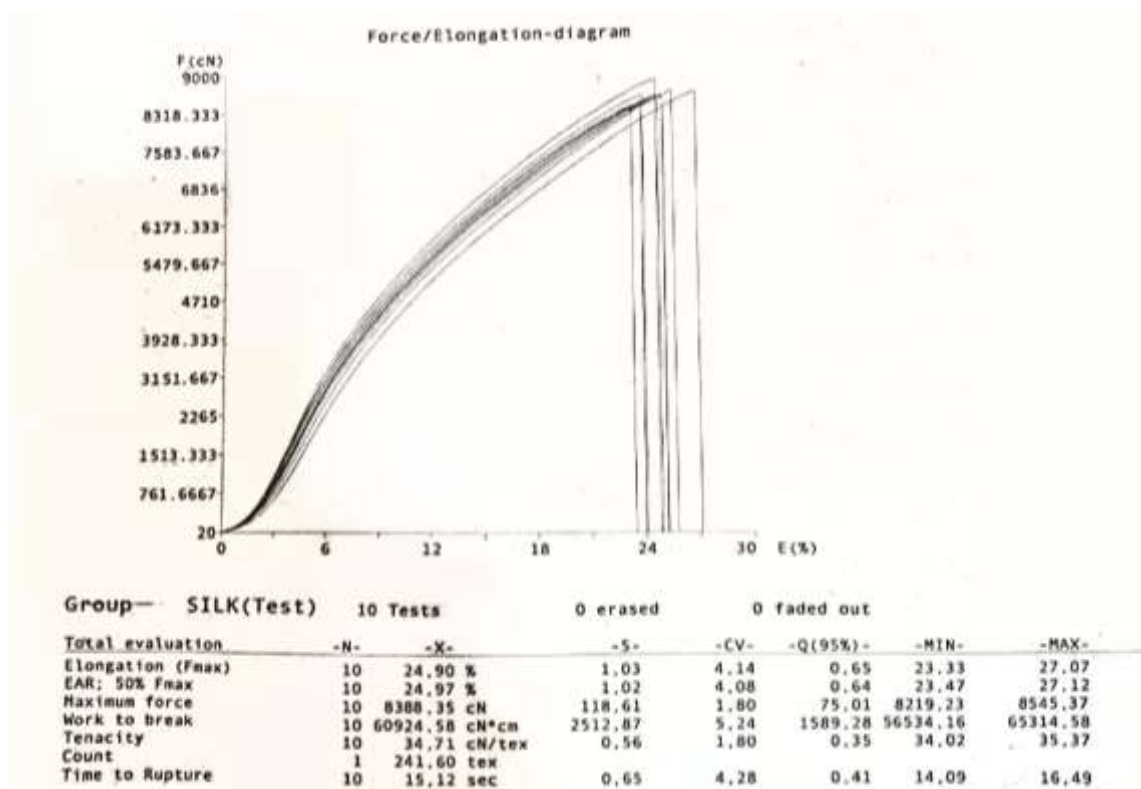
3-расм. Эшилган ипак ипларининг физик-механик кўрсаткичлари.

Бугунги кунда табиий ипак гиламлари ишлаб чиқаришда фойдаланиладиган эшилган иплар учун техник шартлар ёки меъёрий хужжатлар ишлаб чиқилмаган. Аммо махсус ва маиший мақсадлар учун мўлжалланган, қайнатилган ва бўялган ипак иплар учун қўлланиладиган ГОСТ 1674-77 “Эшилган ипак иплари” техник шартлар мавжуд [11]. Ушбу стандартда келтирилган 7 ва 7а белгиланишдаги ипак иплари ва янги усул бўйича ишлаб чиқарилган 150 *tex* чизиқли зичликдаги арқоқ ипининг физик-механик кўрсаткичлари таққосланди.

Ипак гиламлари ишлаб чиқариш учун фойдаланиладиган иплар биринчи навбатда мустаҳкам ва бериладиган зарбаларга бардошли бўлиши лозим. Мавжуд технология ва тавсия этилаётган технология асосида ишлаб чиқарилган эшилган ипак ипларининг мустаҳкамлик кўрсаткичлари Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти ҳузуридаги “CENTEXUZ” синов лабораториясида мавжуд “STATIMAT-C” ускунасида текширилди.



4-расм. Мавжуд технология асосида ишлаб чиқарилган эшилган ипак ипи мустаҳкамлик кўрсаткичлари.



5-расм. Такмиллаштирилган технология асосида ишлаб чиқарилган эшилган ипак ипи мустаҳкамлик кўрсаткичлари.

Юқоридаги 4 ва 5-расмларда 240 *tex* чизикли зичликдаги эшилган ипак ипларининг мустаҳкамлик кўрсаткичларини солиштирганда такомиллаштирилган технология асосида ишлаб чиқарилган ипак ипининг узиш кучи ҳамда нисбий узиш кучи ошишига эришилган. Шунингдек, узилишгача чўзилиш кўрсаткичи ҳам 8% га яхшиланган. Тадқиқот ишидаги ушбу натижа юқори чизикли зичликдаги хом ипакдан фойдаланиш ҳамда бурам миқдорини қисман ошириш орқали эришилди. Ва бу орқали, илмий ишда кўзланган мақсадга эришган ҳолда, ипак гиламлари учун эшилган ипларнинг янги ассортименти ишлаб чиқаришга эришилди.

Хулоса. Нуксонли пиллалардан чизикли зичлиги 10,75; 13,33 ва 16,6 тексли хом ипак олиш, ундан табиий ипак гиламлари учун танда, арқоқ, тук ипларини тайёрлашнинг технологияси яратилди ва янги усулга Ўзбекистон Республикаси интеллектуал мулк агентлигининг ихтирога патенти олинди. Янги усул бўйича эшилган ип ишлаб чиқариш технологик жараёни мавжудга нисбатан икки ўтимга қисқаради ва олинган ипларнинг мустаҳкамлиги мавжуд ипларникидан устун бўлиши асосланди.

Адабиётлар

- [1]. Peyeraya SRAMALA. A Development of Yarn from Thai Silk Waste to Create Knitted Fabric. Dis. ... Ph.D. Silpakorn University. – Bangkok. -2017. –P. 10.
- [2]. Nakajima, K., Kinoshita, H., Miura, M. Effects of raw silk size and twist number on characteristics of twisted silk yarn. Journal of Insect Biotechnology and Sericology. 2012. 80(1), c. 9-13.
- [3]. Умурзакова Х.Х. Янги турдаги тиббиёт бинтлари учун хом ашё хусусиятларини тадқиқи. Ж. Илм-фан ва инновацион ривожланиш, 2021, №6, Б. 69-78.
- [4]. Alimova Kh., Umurzakova Kh.Kh., Akhmedov J.A., Aripjanova D.U., Sharipov J. New range of raw silk twisted threads. J. The American journal of engineering and technology (TAJET). AMERIKA. November 2020. Tom 2. №11. P. 166-173.
- [5]. Умурзакова Х.Х. Технология подготовки сырья для получения медицинских изделия из шелка. Международная научная конференция, посвященная 135-летию со дня рождения профессора В.Е. Зотикова. 25 мая 2022 г. С.96-99.
- [6]. Алимова Х.А., Умурзакова Х.Х., Холдарова С.Ш. Жароҳатларни даволаш ҳамда тўқималарни ўстириш учун қўлланиладиган антибактериал табиий ипак салфеткаси. J.Result of national scientific research. e-ISSN: 2181-3639 | SJIF-4,431. Volume: 1 Issue: 6 | 29.09.2022. P.433-446.
- [7]. Umurzakova Kh.Kh., Akhmedov J.A., Atabaev I.X., Ortikova E.Z. Characteristics of New Sample Medical Gauze. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology (IJIRSET) Volume 10, Issue 11, November 2021, Pages 14330-14335.
- [8]. Храмова Н.В., Чарышникова О.С., Циферова Н.А., Алимова Х.А., Умурзакова Х.Х. Разработка тканеинженерной конструкции из шелковой отваренной марли и аллофибробластов дефектов кожи. “Гены Клетки” материалы V национального конгресса по регенеративной медицине. Москва 23-25 ноября 2022 г. С. 249. (scopus)
- [9]. Чарышникова О.С., Храмова Н.В., Умурзакова Х.Х., Ахмедов Ж.А., Циферова Н.А. Экспериментальное обоснование разработки тканеинженерных конструкций на основе отечественного раневого покрытия. “Генетика, геномика ва биотехнологиянинг замонавий муаммолари” Республика илмий анжумани 18 май 2021 йил. Б. 189-191.
- [10]. Алимова Х., Авазов К.Р., Гуламов А.Э., Ахмедов Ж.А., Усманова Ш.А., Шарипов Ж.Ш., Абрайкулов Б.И., Кулмумнов О.Х. Ипларни олиш усули. // Патент № IAP 2020 0375.
- [11]. ГОСТ 1674-77 “Эшилган ипак иплари” техник шартлар.

ИЗУЧЕНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СУШКИ ХЛОПКА-СЫРЦА В БАРАБАННЫХ СУШИЛКАХ

Р.Р. Назиров¹, К.О. Тошмирзаев²

¹ Акционерное Общество «Paxtasanoat ilmiy markazi»

² Ферганский политехнический институт

(Получена 8.09.2023 г.)

В статье приведены результаты аналитического обзора технологического процесса сушки хлопка-сырца в барабанных сушилках, изучение факторов, влияющие на эффективность сушки хлопка-сырца, по результатам которого выбрано направление дальнейших исследований по

разработке конструкции барабанной сушилки.

Ключевые слова: сушильный барабан, интенсивность, влага, режим, теплообмен, сушильный агент, продолжительность, конструкция.

The article presents the results of an analytical review of the technological process of drying raw cotton in drum dryers, the study of factors affecting the efficiency of drying raw cotton, based on the results of which the direction for further research on the development of the design of a drum dryer was chosen.

Key words: drying drum, intensity, humidity, mode, heat transfer, drying agent, duration, design.

Maqolada paxta xomashyosini barabanli quritgichlarda quritishning texnologik jarayonini tahliliy ko'rib chiqish natijalari, paxta xomashyosini quritish samaradorligiga ta'sir etuvchi omillarni o'rganish, uning natijalariga ko'ra konstruksiyani ishlab chiqish bo'yicha keyingi tadqiqotlarga yo'nalish berilgan. belgilanadi. quritgich tanlangan.

Kalit so'zlar: quritish barabani, intensivlik, namlik, rejim, issiqlik uzatish, quritish agenti, davomiylik, dizayn.

В настоящее время вопросами тепло- и массообмена занимаются многие научно-исследовательские и учебные институты страны, одним из которых является специализированный в этой области знаний Институт тепло- и массообмена Академии наук Белорусской ССР им. А. В. Лыкова [1].

Учение о тепло- и массообмене успешно применяется в различных отраслях народного хозяйства. Широко оно используется в процессах сушки, связанных с подводом к сушильному материалу теплоты и отводом влаги (массы вещества).

Процессы тепло- и массообмена оказывают решающее влияние на интенсивность сушки и ее продолжительность. При подводе теплоты в сушильную установку происходит теплообмен между отдельными ее частями и окружающей средой. Поэтому знание основных закономерностей тепло- и массообмена, их рациональное использование являются необходимыми при установлении оптимального режима сушки и эффективной работы сушильной установки. Особенно это важно на стадии проектирования технологического процесса сушки и выбора аппаратуры для его осуществления.

Процессы тепло и массопереноса обычно протекают одновременно и являются взаимосвязанными. При их изучении применяются два метода исследований: аналитический и экспериментальный. Наиболее достоверные сведения дают экспериментальные исследования. Однако полученные в единичных опытах данные для конкретного явления, как правило, не могут быть использованы при изменении хотя бы одного из параметров этого явления. Поэтому для получения исчерпывающей информации требуется проведение большого числа экспериментов, которые во многих случаях являются трудоемкими и дорогостоящими. В этом состоит основной недостаток указанного метода.

Аналитический метод исследования основан на положениях теоретической физики. Для установления количественных и качественных закономерностей явлений тепло- и массообмена в телах используются общие законы переноса энергии и вещества, на основании которых строится математическая модель в виде одного уравнения или системы дифференциальных уравнений и ряда условий. Полученные таким образом закономерности являются общими и позволяют проводить анализ процессов тепломассопереноса для целого класса явлений. Определение конкретных результатов аналитическим методом затруднено из-за отсутствия полного соответствия математической модели реальному объекту.

Известно, что продолжительность сушки хлопка-сырца зависит от:

- природы материала, определяемой его структурой;
- формы и размеров комков хлопка-сырца;
- количества влаги, подлежащей удалению из хлопка-сырца;
- интенсивности перемешивания;

- допустимой температуры хлопка-сырца;
- режима сушки;
- конструкции сушилки.

Интенсивность процесса сушки и производительность по влаге зависят от величины первоначальной влажности хлопка-сырца. Производительность по высушенному хлопку-сырцу находится, при прочих равных условиях, в прямой зависимости от влагоотбора. Повышение его ведет к снижению производительности сушилки. Однако эффективного удаления влаги из хлопка-сырца надо добиваться не за счет увеличения длительности сушки а путем повышения ее интенсивности.

В зависимости от конструкции барабана и подъемно-лопастных устройств время нахождения в этих зонах хлопка-сырца не одинаково. В зоне завала и на лопастях тепло- и массообмен между сушильным агентом и хлопком-сырцом минимальный, но происходит выравнивание температуры и влажности между компонентами хлопка-сырца.

В зоне падения хлопок-сырец омывается горячим сушильным агентом и интенсивно нагревается. Количество тепла, переданного материалу во время падения, составляет примерно 70% всего теплового потока, а теплообмен с поверхностью материала при этом происходит примерно в 70 раз эффективнее, чем с наружной поверхностью слоя материала, находящегося на лопастях [2].

Процесс в конвективных сушилках представляет собой перемещение влаги изнутри материала к его поверхности и тепло- и массообмен поверхности материала с окружающей средой.

Для увеличения интенсивности сушки необходимо повысить теплообмен тела с окружающей средой, что можно достигнуть увеличением коэффициента теплообмена. Однако повышение теплообмена затрудняется пограничным слоем у поверхности материала, через который тепло передаётся материалу, так как теплопроводность воздуха очень мала. Следовательно, коэффициент теплопередачи зависит от теплопроводности и толщины пограничного слоя. На его толщину влияет скорость движения воздуха и плотность слоя.

Увеличение температуры сушильного агента также способствует интенсификации теплообмена. Причём повышение температуры агента до 300-350 °С не вызывает резкого увеличения температуры на поверхности материала, которая в первом периоде сушки принимается равной температуре мокрого термометра. В результате создается значительный перепад температур, обеспечивающий интенсивную сушку.

Однако температура поверхности материала близка к температуре мокрого термометра только в случае сушки влажных материалов с малой интенсивностью. При сушке же материалов с большой интенсивностью температура их поверхности увеличивается с самого начала процесса сушки. Поэтому с увеличением температуры сушильного агента увеличивается и перепад температур между наружной поверхностью материала и его внутренними слоями, что замедляет движение влаги изнутри наружу за счёт термовлагопроводности. В результате интенсивность сушки снижается.

Количество испаренной влаги возрастает с увеличением площади поверхности хлопка-сырца. Скорость испарения зависит от скорости диффузии пара через пограничный слой, прилегающий к поверхности материала. Испарение влаги с поверхности семян создаёт перепад влагосодержания между внутренними слоями и поверхностным слоем, вызывая перемещение влаги к поверхности.

Перенос влаги в зону испарений – главный процесс в сушке семян. Чем быстрее поступает влага в зону испарения, тем меньше времени требуется на сушку. Чем меньше концентрация влаги у поверхности материала, тем благоприятнее условия для её интенсивного перемещения к поверхности из внутренних слоёв. Концентрация влаги у поверхности зависит от парциального давления пара в окружающей среде. Чем меньше парциальное давление, тем быстрее испаряется влага с поверхности, уменьшается её концентрация, повышается градиент влажности и увеличивается поступление её из семян.

Таким образом, для интенсификации перемещения влаги из семян к поверхности необходимо увеличивать приток свежего теплоносителя, так как парциальное давление пара в сушильном агенте в этом случае принимает минимальное значение.

В период постоянной скорости сушки с интенсивным использованием сушильного агента влагосодержание воздуха за 2 мин увеличивается от 4,8 до 34,1 г/кг сухого воздуха. Дальнейшее изменение влагосодержания протекает медленно, так как в период падающей скорости интенсивность сушки резко снижается из-за повышения парциального давления пара в воздухе. По истечении 1 мин парциальное давление водяного пара в воздухе повышается от 67,9 до 320 Н/м². Таким образом, по мере протекания процесса сушки влагопоглощающая способность агента уменьшается из-за снижения температуры и повышения парциального давления пара в воздухе [2, 3].

Применяемые в настоящее время в непрерывном технологическом процессе хлопкозавода барабанные сушилки типа 2СБ-10 первоначально предназначались для сушки хлопка-сырца низких сортов с высокой влажностью и засоренностью на заготовительных пунктах с целью обеспечения его сохранности в течение последующего хранения в бунтах и хранилищах при соблюдении требований технологического регламента по принудительному отсосу из них воздуха.

В этих сушилках время пребывания хлопка-сырца в зависимости от расхода сушильного агента составляет 6-8 мин, в течение которых обеспечивается сушка не только волокна, но и семян, что необходимо при сушке хлопка-сырца с влажностью более 14%, но нецелесообразно при сушке хлопка-сырца с меньшей влажностью, так как приводит к уменьшению массы семян.

Эксплуатация сушилок типа 2СБ-10 и исследования по их усовершенствованию и модернизации показали, что они имеют существенные и определенные недостатки. Расход тепла сушильного агента непосредственно на сушку хлопка-сырца составляет 35-40%, остальное тепло в основном теряется с выбрасываемым в атмосферу отработанным сушильным агентом, который к тому же загрязняет окружающую среду [2, 4]. При этом рециркуляция сушильного агента практически невозможна из-за его засоренности и влажности. Предпринятые ранее попытки применения для нагрева или подогрева генерируемого сушильного агента электрических нагревательных элементов не имели успеха.

Барабанные сушилки имеют большие габариты и громоздкую конструкцию с тяжелым редуктором. В барабанах одновременно находится до 1,5 тонн хлопка-сырца, что осложняет ликвидацию пожаров.

Исходя из вышеописанного, исследования, направленные на разработку сушильного барабана, принципиально новой малогабаритной конструкции, является актуальной задачей. Предварительными расчетами выбрана диаметр барабана равным 2000 мм, длина 6000 мм, соответственно, уменьшаются параметры внутренних продольных и поперечных перегородок по сравнению с существующим барабаном 2СБ-10. В настоящее время разрабатывается рабочие чертежи барабана для его изготовления и проведения экспериментальных исследований.

Список литературы

- [1]. Сажин, Б.С. Научные основы техники сушки / Б.С. Сажин, В.Б. Сажин. – М.: Наука, 1997. – 448 с.
- [2]. Балтабаев С.Д., Парпиев А.П. Сушка хлопка-сырца. Ташкент, «Ўқитувчи», 1980. 155 с.
- [3]. Ульдяков А.И. Сушка хлопка-сырца. М., «Легкая индустрия», 1975. 143 с.
- [4]. Джамалов Р.К., Назиров Р.Р. и др. «Разработка ресурсосберегающей технологии сушки и его внедрение в производства». НТО, «Paxtasanoat ilmiy markazi» АЖ. Ташкент, 2021. 38 с.
- [5]. Toshmirzayev Q.O. “About automation of loading and unloading of cotton raw materials at cotton factory stations” ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal, 2021. 2068-2071.

ИССЛЕДОВАНИЕ U-ОБРАЗНОЙ ПРИЕМНОЙ КАМЕРЫ С БОКОВЫМ ОТВОДОМ ДЛЯ ВЕРТИКАЛЬНО-ШПИНДЕЛЬНОЙ ХЛОПКОУБОРОЧНОЙ МАШИНЫ

Р.Д. Матчанов¹, А.Т. Йулдашев², Д.А. Кулдошев², Б.Ж. Астанов²,
Б.З. Маликов², Н.Б. Джураева²

¹ООО СП «Азрихим»

²Институт механики и сейсмостойкости сооружений Академии наук Республики Узбекистан,
Ташкент, Узбекистан, E-mail: don_02@mail.ru

(Получена 8.09.2023 г.)

В статье приведены результаты сравнительных численных исследований движения хлопково-воздушных потоков в U-образной приемной камере с прямым и боковым отводами по программе *solidworks flow simulation*. Установлены скорости воздушных потоков и расход воздуха для приемных камер. Объемы расхода воздуха существенно не отличаются и составляют соответственно 0,399 м³/с и 0,396 м³/с, что обеспечивают нормальное протекание процесса сбора хлопка.

Ключевые слова: хлопкоуборочные машины, приемная камера, скорость воздушных потоков, полевые испытания, пневмотранспортная система, засоренность хлопка, мелкий сор.

The article presents the results of comparative numerical studies of the movement of cotton-air flows in a U-shaped receiving chamber with direct and lateral taps according to the *solidworks flow simulation* program. The air flow rates and air flow rate for the receiving chambers are set. The volumes of air flow do not differ significantly and amount to 0.399 m³/s and 0.396 m³/s, respectively, which ensure the normal flow of the cotton picking process.

Key words: cotton harvesters, receiving chamber, air flow velocity, field tests, pneumatic transport system, cotton clogging, fine litter.

Maqolada *solidworks flow simulation* dasturi bo'yicha to'g'ridan-to'g'ri va yon tomonga burilgan U-shaklidagi qabul kamerasida paxta-havo oqimlari harakatini taqqoslashda sonli tadqiqotlar natijalari keltirilgan. Qabul kameralar uchun havo oqimi tezligi va sarfi tadqiq qilindi. Havo sarfining hajmlari sezilarli darajada farq qilmaydi va mos ravishda 0,399 m³/s va 0,396 m³/s ni tashkil qiladi, bu paxta terish jarayonining normal o'tishini ta'minlaydi.

Kalit so'zlar: paxta terish mashinalari, qabul kamerasi, havo oqimi tezligi, dala sinovlari, pnevmatransport tizimi, paxta ifloslanganligi, mayda iflosliklar.

1. Введение

Одним из основных рабочих узлов хлопкоуборочной машины является приемная камера, которая посредством воздушного потока принимает хлопок от шпиндельных барабанов уборочного аппарата в рабочей зоне и транспортирует его через пневмоприводы и вентилятор в бункер хлопкоуборочной машины [1].

Разработана U-образная приемная камера с прямым отводом для двухрядной вертикально-шпиндельной хлопкоуборочной машины МХ-1,8, которая повышает производительность пневмотранспортной системы в 1,5 раза [2, 3].

В тоже время конструктивные особенности четырех и шестирядных хлопкоуборочных машин, в том числе для междурядий 60 см и 90 см требуют существенного изменения конструкции U-образной приемной камеры с прямым отводом для ее адаптации к многорядным хлопкоуборочным машинам.

Наряду с производительностью, одним из показателей приемной является минимизация засоренности собранного хлопка [4]. Авторами [5] установлена динамика насыщения хлопковой массы сором при ее транспортировке из рабочей зоны до бункера.

Засоренность хлопка мелким сором создает большие проблемы для хлопкоочистительной промышленности [6]. Требуется дополнительная обработка (очистка) хлопковой массы [7], что снижает качество хлопкового волокна [8]. Изучением засоренности машинного сбора занимались специалисты САИМЭ [9, 10], ГСКБ по машинам для хлопководства [11], ТАШПИ [12, 13], ТИИМСХ [14, 15], ТИТЛП [16], ИМиСС АН РУз [17, 18] и другие.

В таблице 1 показана структура сорных примесей хлопка в бункере хлопкоуборочной машины [5]. Установлено, что насыщение хлопка-сырца сорными примесями происходит в основном в рабочей зоне захватывания и извлечения долек хлопка из коробочек (51,98%) и за счет внедрения в него частей кустов, собранных в пространстве между барабанным щитком и движущейся поверхностью шпиндельного барабана (35,59%). Часть сора подсасывается приемными камерами (11,19%).

Таблица 1

Засоренность образцов хлопка-сырца в различных зонах (по А.И.Комогорцевой)

Морфологический состав	Рабочая зона	Транспортный коридор	Бункер
Створки	0,12	1,29	0,94
Ветки	0,01	0,05	0,03
Черенки и плодоножки	0,36	0,85	0,82
Сухой лист, цвет	0,59	1,26	0,84
Луб	0,00	0,01	0,02
Мелкий сор	2,05	2,98	4,46
Земля	0,00	0,01	0,00
Завязь	0,08	0,25	0,42
Сорняки	0,95	0,34	0,50
Итого	4,16	7,04	8,03

В морфологическом составе сора содержание мелкого сора составляет 2,05%, транспортного коридора 2,18%, бункерного хлопка-сырца 4,46%. То есть мелкий сор от транспортируемого коридора до бункера увеличивается до 50% [5].

При исследовании U-образной приемной камеры с прямым отводом [2] достигнуто снижение засоренности хлопка-сырца в бункере до 30% по сравнению с серийной приемной камерой. Экспериментальные исследования хлопкоуборочной машины МХ-1,8 с серийной и U-образной приемными камерами с прямым отводом проведены в ЦИТТ согласно ГОСТ QzDSt 3225:2017 «Испытания сельскохозяйственной техники. Машины хлопкоуборочные. Методы испытания».

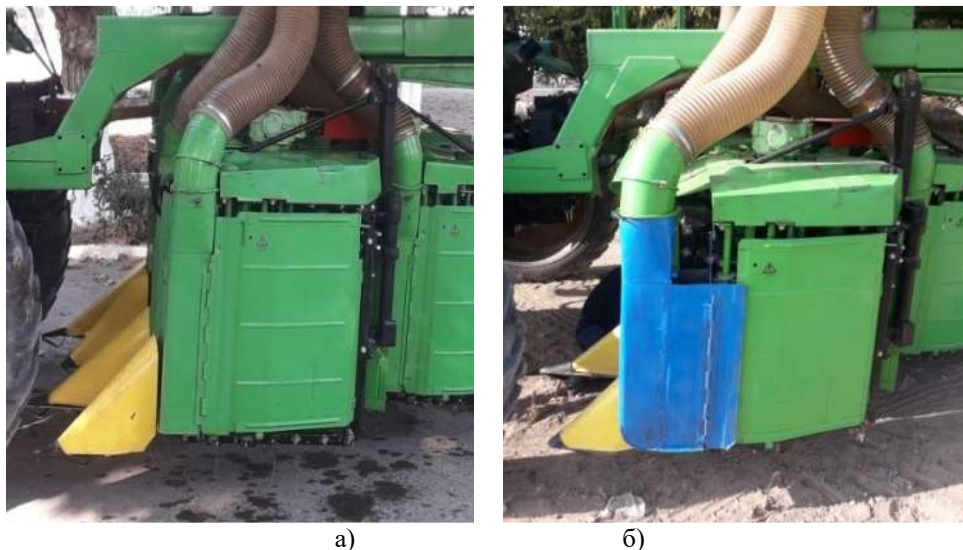


Рис.1. Вертикально-шпиндельные аппараты с серийной (а) и U-образной приемной камерой с прямым отводом (б).

На рис. 1 (а, б) показаны серийная (а) и U-образная приемная камера с прямым отводом (б) на хлопкоуборочной машине МХ-1,8.

В таблице 2 приведены результаты полевых исследований ХУМ МХ-1,8 с опытными приемными камерами. Хлопок со второй грядки заранее был собран, и в связи с этим ширина между барабанами второй грядки сдвинута максимально.

Таблица 2

Результаты полевых испытаний

Показатели	Серийная приемная камера			Новая U-образная приемная камера		
	30-28	32-28	34-28	30-28	32-28	34-28
Ширина рабочей щели (мм)	30-28	32-28	34-28	30-28	32-28	34-28
Влажность хлопка, %	8,9	7,6	9,5	7,2	7,4	8,2
Засоренность хлопка, %	13,9	11,2	11,5	10,9	10,2	10,0
Дробленность семян хлопка, %	0,2	1,0	0,2	0,4	0,4	0,21

Цель работы. Унификация U-образной приемной камеры с прямым и боковым отводом для адаптации к многорядным хлопкоуборочным машинам, а также снижения засоренности хлопка-сырца при машинном сборе.

2. Метод исследования. Для проведения исследования разработана модификация U-образной приемной камеры с боковым отводом, показанная на рис. 2.

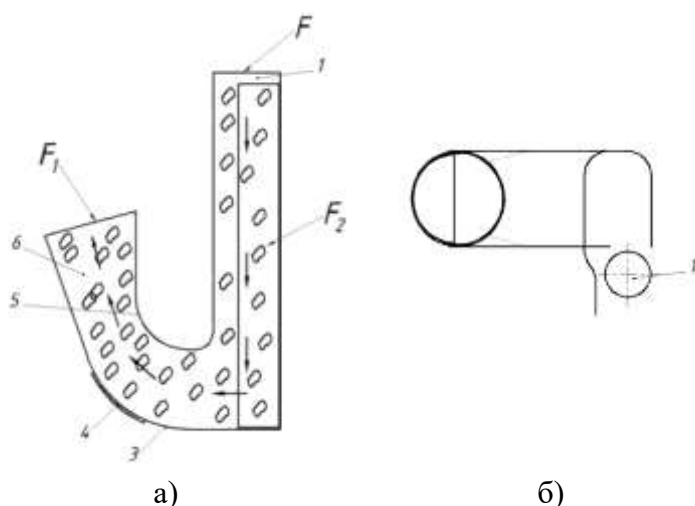


Рис.2. Схематическое изображение новой U-образной приемной камеры с боковым отводом (а – вид сбоку, б – вид сверху) .

Приемная камера состоит из вертикального приемного патрубка 1 с боковым щелевидным отверстием для приема хлопковой массы, равным по высоте планки 2 съемника, изогнутого дна 3, соединяющего вертикальный приемный патрубок 1 с боковым отводящим отводом (патрубком) 6, окно с крышкой 4 для удаления при необходимости твердых примесей, обтекатель 5 для направления смеси воздуха с хлопком с меньшим сопротивлением к отводящему патрубку 6, соединенному со всасывающей магистралью вентилятора.

Здесь F , F_1 , F_2 – соответственно места замеров скорости воздушного потока на выходе из бокового отвода, в середине всасывающего патрубка и на входе всасывающего патрубка U-образной приемной камеры с боковым отводом. В процессе численных исследований угол α между боковым отводом 6 и всасывающим патрубком 1 изменялся в пределах 10^0 - 20^0 .

Движение воздушных потоков и их скорости определялись с применением программы Solidworks flow simulation. Данная программа является пакетом, который и позволяет определить параметры потока воздуха и частиц на основе современных моделей динамики, а также вычислительной математики.

Результаты и обсуждения. На рис. 3 показаны U-образные приемные камеры с боковым отводом, расположенным под углом α к всасывающему патрубку соответственно равным 10^0 . На рис.4 показана U-образная приемная камера с прямым отводом в процессе численных исследований. В таблицах 3–6 приведены результаты численных исследований характеристик воздушного потока в U-образной приемной камере с прямым и боковым отводами. Изменение угла α обусловлено необходимостью проверки

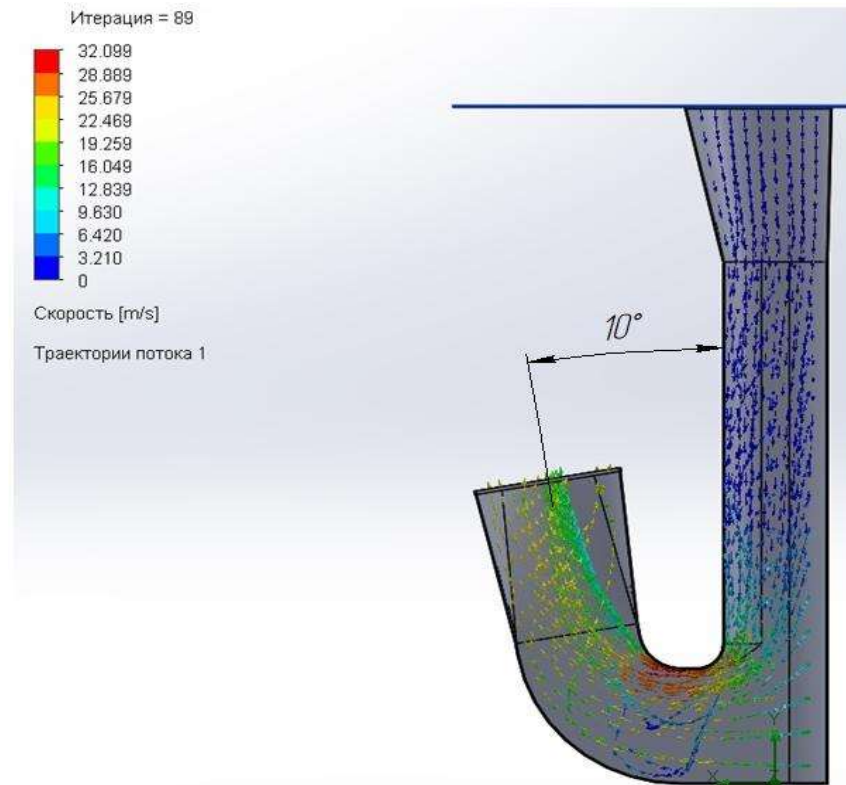


Рис.3. U-образная приемная камера с боковым отводом, угол 10°.

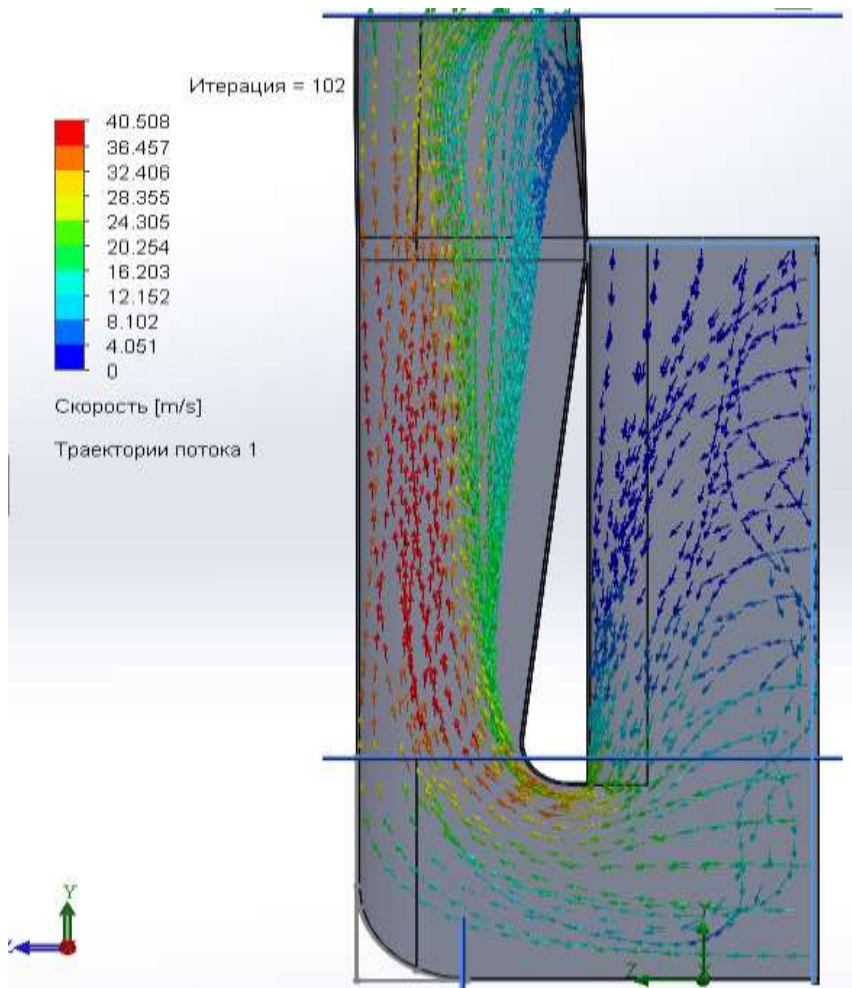


Рис.4. U-образная приемная камера с прямым отводом.

работоспособности приемной камеры с боковым отводом при возможных конструктивных изменениях при проектировании вертикально-шпиндельных хлопкоуборочных машин

различной рядности для междурядий 60 см и 90 см. Анализ таблиц показывает, что объемный расход выхода воздушного потока U-образной приемной камеры с прямым отводом составляет 0,396 м³/с, а для приемной камеры с боковым отводом – 0,399 м³/с при угле $\alpha = 10^\circ$. С изменением угла α от 10° до 20° средний объем всасываемого воздуха измеряется незначительно от 0,399 м³/с до 0,398 м³/с.

Средняя скорость воздушного потока на выходе из патрубка U-образной приемной камеры с прямым и боковым отводом (10°) изменяется незначительно от $V = 20,579$ м/с до 29, 225 м/с. С изменением угла α от 10° до 20° средняя скорость воздушного потока незначительно уменьшается от 20,225 м/с до 20,006 м/с. При этом максимальная скорость воздушного потока U-образной приемной камеры с прямым отводом равнялась 45,31 м/с, а с боковым отводом ($\alpha = 20^\circ$) – 33,79 м/с.

Для оценки влияния скорости воздушных потоков при их максимальных значениях на выходе из прямого и бокового отводов на показатели сбора хлопка, в том числе на засоренность хлопка, будут проведены полевые испытания.

Таблица 3.

U-образная приемная камера с боковым отводом, угол 10°

Имя цели	Единица измерения	Значение	Среднее значение	Минимальное значение	Максимальное значение
Объемный расход общ.	[m ³ /s]	-0,00130864	- 0,001308044	-0,00131127	-0,001305346
Средняя скорость, общ.	[m/s]	9,723025703	9,724872609	9,722238064	9,726997056
Максимальная скорость, общ.	[m/s]	32,00553506	32,00447643	31,99341195	32,01677352
Объемный расход выход, F1	[m ³ /s]	-0,3991015	- 0,399100958	-0,399102274	-0,399098915
Средняя скорость выход, F1	[m/s]	20,22454229	20,22577206	20,22335675	20,22854927
Максим. скорость выход, F1	[m/s]	28,43919066	28,43145057	28,42269471	28,44089697
Объемный расход вход, F3	[m ³ /s]	0,004993793	0,004998405	0,004972642	0,005024404
Средняя скорость вход, F3	[m/s]	0,228032667	0,227746702	0,226562214	0,229027264
Максим. скорость вход, F3	[m/s]	0,276604304	0,275674906	0,273881588	0,277371905
Объемный расход вход, F2	[m ³ /s]	0,39279907	0,392794509	0,392766537	0,392819991
Средняя скорость вход, F2	[m/s]	7,723644045	7,723582246	7,723048312	7,724051333
Максим. скорость вход, F2	[m/s]	30,82112875	30,78609057	30,74314588	30,82605675

Таблица 4.

U-образная приемная камера с боковым отводом, угол 15°

Имя цели	Единица измерения	Значение	Среднее значение	Минимальное значение	Максимальное значение
Объемный расход общ.	[m ³ /s]	-0,00131314	- 0,001312015	-0,001315669	-0,001308326
Средняя скорость общ.	[m/s]	9,774974855	9,774795907	9,772811945	9,776459779
Максим. скорость общ.	[m/s]	31,42327408	31,4166557	31,40133526	31,43033052
Объемный расход выход, F1	[m ³ /s]	-0,39874288	- 0,398741178	-0,398746019	-0,398736852
Средняя скорость выход, F1	[m/s]	20,14114947	20,14378958	20,140146	20,14778355
Максим. скорость выход, F1	[m/s]	27,31730093	27,31032547	27,26999096	27,3870488
Объемный расход вход, F3	[m ³ /s]	0,00483833	0,004763882	0,004674118	0,004845255
Средняя скорость вход, F3	[m/s]	0,220563669	0,217507716	0,213595293	0,220959411
Максим. скорость вход, F3	[m/s]	0,282723684	0,278745507	0,273727071	0,283172799
Объемный расход вход, F2	[m ³ /s]	0,392591406	0,392665281	0,392585021	0,392752665
Средняя скорость вход, F2	[m/s]	7,719624923	7,720918553	7,719457379	7,722697747
Максим. скорость вход, F2	[m/s]	29,82896261	29,83188146	29,8236221	29,84025572

Таблица 5.

U-образная приемная камера с боковым отводом, угол 20°

Имя цели	Единица измерения	Значение	Среднее значение	Минимальное значение	Максимальное значение
Объемный расход общ.	[м ³ /с]	-0,00129996	-0,001301601	-0,001305429	-0,001297673
Средняя скорость общ.	[м/с]	9,768075268	9,767394607	9,765521411	9,768821504
Максим. скорость общ.	[м/с]	33,79203201	33,793256	33,78549145	33,8009667
Объемный расход выход, F1	[м ³ /с]	-0,39874324	-0,398742814	-0,398746604	-0,398739087
Средняя скорость выход, F1	[м/с]	20,00915179	20,00627864	20,00207298	20,01200788
Максим. скорость выход, F1	[м/с]	28,96996201	28,98303535	28,94813988	29,02998115
Объемный расход вход, F3	[м ³ /с]	0,004893954	0,004839788	0,004728528	0,004893954
Средняя скорость вход, F3	[м/с]	0,223122277	0,220886649	0,216333514	0,223122277
Максим. скорость вход, F3	[м/с]	0,287996971	0,284496593	0,277875278	0,287996971
Объемный расход вход, F2	[м ³ /с]	0,392549329	0,392601425	0,392549122	0,392716459
Средняя скорость вход, F2	[м/с]	5,459627194	5,459603095	5,459543256	5,459682119
Максим. скорость вход, F2	[м/с]	31,55022276	31,57108598	31,55022276	31,60027326

Таблица 6.

U-образная приемная камера с прямым отводом

Имя цели	Единица измерения	Значение	Среднее значение	Минимальное значение	Максимальное значение
Объемный расход общ.	[м ³ /с]	-0,00203864	-0,002037525	-0,002040729	-0,002034029
Средняя скорость общ.	[м/с]	15,43251415	15,43147002	15,42743372	15,43314312
Максим. скорость общ.	[м/с]	45,31183292	45,30968923	45,30286712	45,32364327
Объемный расход выход, F1	[м ³ /с]	-0,39627108	-0,396272538	-0,396277703	-0,396268225
Средняя скорость выход, F1	[м/с]	20,57309513	20,57965797	20,56574808	20,61254141
Максим. скорость выход, F1	[м/с]	23,95086695	23,93507734	23,83500026	24,08181526
Объемный расход вход, F3	[м ³ /с]	0,008315123	0,008297259	0,008272298	0,008315123
Средняя скорость вход, F3	[м/с]	11,19853969	11,20165382	11,19458805	11,21863514
Максим. скорость вход, F3	[м/с]	23,95086695	23,93507734	23,83500026	24,08181526
Объемный расход вход, F2	[м ³ /с]	0,385917318	0,385937754	0,385917318	0,385960826
Средняя скорость вход, F2	[м/с]	7,495069997	7,495410124	7,495069997	7,495846032
Максим. скорость вход, F2	[м/с]	16,47218268	16,47447621	16,45315784	16,49075982

4. Заключение

1. Характеристики воздушного потока в U-образных приемных камерах с прямым и боковым отводами отличаются незначительно.
2. Модификация U-образной приемной камеры с боковым отводом позволяет проектировать вертикально-шпиндельные хлопкоуборочные машины при различном их исполнении для междурядий 60 см и 90 см.
3. Для агротехнической оценки новых приемных камер с прямым и боковым отводами будут проведены специальные полевые исследования.

Список литературы

- [1]. Матчанов Р.Д. Хлопкоуборочные машины (1929-2010). Ташкент, «Фан ва технологиялар марказининг босмахонаси», 2011. – С. 316-320.
- [2]. Patent No. IAP 06981 dated June 27, 2022 (published in Bulletin No. 7 on July 29, 2022). Otajonov N.S., Matchanov R.D., Yuldashev A.T., Rizaev A.A., Malikov Z.M., Khudaykuliev R.R., Kuldoshev D.A. Method of transporting raw cotton from the receiving chamber to the hopper of the cotton harvester and a device for its implementation.
- [3]. Йулдашев А.Т. Научно-технические решения пневмотранспортной системы хлопкоуборочной машины со сменными уборочными аппаратами. Автореф. дис. техн. наук (DSc). – Ташкент, 2022. – 26 с.

- [4]. Z.M. Malikov, R.D. Matchanov, A.I. Yuldashev, N.B. Djuraeva. Mathematical modeling of the kinematics of chemical droplets when pulverizing with a sprayer based on a new two-fluid turbulent model/ International Scientific Conference Construction Mechanics, Hydraulics & Water Resources Engineering E3S Web of Conferences 264, 01014 (2021) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126401014> CONMECHYDRO 2021.
- [5]. Нехорошев В., Намаджанов Д.М., Карабаев Б.Е. Динамика насыщения сором хлопка-сырца при сборе его машиной. Ж. Механизация хлопководства. 1988, №10. – С 13-14.
- [6]. Крыгин А.И. Исследования прямоточного принципа очистки волокна на хлопковых заводах. Автореф. дисс. канд. тех. наук. – Ташкент, 1966. – 21 с.
- [7]. Усманов Д.А., Умарова М.О., Абдуллаева Д.Т., Ботиров А.А. Исследование эффективности очистки хлопка-сырца от мелких сорных примесей. // Проблемы современной науки и образования, 2019. № 11 (144). С. 54-57. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-effektivnosti-ochistki-hlopka-syrtsa-ot-melkih-sornyh-primesei/> (дата обращения: 14.01.2020).
- [8]. Rizaev A.A., Makhkamov R.G., Yuldashev A.T., Norkuziev O.S. Development of generalized models for the separation of trash particles from a fiber strand with a direct-flow fiber cleaner // Problems of Mechanics. - Tashkent, 2013. - No. 1. - P. 44-48.
- [9]. Агротехнические показатели хлопкоуборочного аппарата с многократной обработкой кустов при различных технологических схемах / М.Т. Ташболтаев, С.А. Нечкин, А.И. Бобров, В.А.Хон, А.Г.Горобец // Механизация хлопководства. – 1987.- № 5.– С.14-15.
- [10]. Спесивов Р., Никифоров С. О снижении засоренности тонковолокнистого хлопка при машинном сборе // Механизация хлопководства. – 1969.– № 5. – С.9-11.
- [11]. Барер Н.Б. Влияние качества дефолиации на засоренность хлопка машинного сбора // Механизация хлопководства.– Ташкент, 1972.– № 3. – С.27-29.
- [12]. Абдазимов А.Д. Исследование влияния агрофона и ширины рабочей щели хлопкоуборочного аппарата на агротехнические показатели машин. Повышения технического уровня машин для хлопководства. Сборник науч.тр., Изд-во ТашПИ, 1988, – С.34-39.
- [13]. Исманов М.А. Оптимизация параметров и модернизация узлов уборочных аппаратов для повышения качества и надежности хлопкоуборочных машин: Автореферат дис. ... докт.техн.наук. – Ростов-на-Дону, 1992. – С.5-19.
- [14]. Шоумарова М., Абдиллаев Т. Қишлоқ хўжалиги машиналари.–Ташкент: “Ўқитувчи”, 2002. – Б.336-370.
- [15]. Юлдашев М.Ф. Исследование условий работы и обоснование параметров сепарирующего устройства в крышке бункера хлопкоуборочных машин: Автореферат дис.... канд.техн.наук. – Ташкент, 1983. – С.11-17.
- [16]. Исмаилов А.А. Повышение эффективности очистки хлопкового волокна. Автореф. дисс. канд. тех. наук. – Ташкент, 1988. – 21 с.
- [17]. Абдуллаев А.Н. Разработка взаимосвязанной модели оценки засоренности хлопка-сырца и производительности машин с горизонтально-шпиндельными аппаратами: Дис. ... канд. техн. наук. – Янгйуль, 2004.– С.33-88.
- [18]. Глушенко А.Д., Ризаев А.А., Йулдашев А.Т., ҚўлдошевД.А. Влияние засоренности хлопка-сырца машинного сбора на выход и стоимость полученного волокна//Проблемы механики.– Ташкент,2009.– №5-6. – С.11-35.

PNEVMOMEXANIK YIGIRISH MASHINASI KONFUZORIDA PAXTA TOLASINI AERODINAMIK XUSUSIYATLARINI TADQIQ QILISH USULI

Sh.A. Qorabayev

Namangan muhandislik-texnologiya instituti,
shezod.korabayev@gmail.com, tel: +998943020207
(Qabul qilindi 25.08.2023 y.)

Ushbu maqolada pnevmomexanik yigirish mashinasidagi havo kanali hamda rotor orasidagi konfuzorda tolalar harakati o'rganildi. Tajriba ishida aerodinamik moslamasida tolalarni harakatlantirish uchun xar bir kanalning tezlik maydonining bir xilligi va barqarorligi tekshirildi. Bunda havo oqimining tezligi 5m/s dan 30 m/s gacha o'zgartirib turildi. Shuningdek, havoning qarshilik kuchini inobatga olib OX va OY o'qi bo'ylab harakat differensial tenglamalar tuzildi. Konussimon kanaldagi tolalarning harakatini aniqlashda umumiy tezlikni tashkil etuvchilarga ajratildi, o'zgarish qiymatlar topilib, umumiy harakat tenglamalari keltirib chiqarildi.

Kalit so'zlar. *pnevmomexanik yigirish, konfuzor, havo kanali, tola, kamera, konus.*

In this article, the movement of fibers in the air duct and the rotor in the pneumomechanical spinning

machine was studied. In the experimental work, the uniformity and stability of the velocity field of each channel for moving fibers in an aerodynamic device was checked. In this case, the air flow speed was changed from 5 m/s to 30 m/s. Also, differential equations of motion along the OX and OY axes were created taking into account the air resistance. When determining the movement of fibers in a conical channel, the total speed was divided into components, constant values were found, and general equations of motion were derived.

Keywords. *pneumomechanical spinning, confusor, air channel, fiber, chamber, cone.*

В данной статье исследовано движение волокон в воздуховоде и роторе пневмомеханической прядильной машины. В экспериментальной работе проверялась однородность и стабильность поля скоростей каждого канала перемещения волокон в аэродинамическом устройстве. При этом скорость воздушного потока изменялась с 5 м/с до 30 м/с. Также были созданы дифференциальные уравнения движения по осям OX и OY с учетом сопротивления воздуха. При определении движения волокон в коническом канале суммарная скорость разделялась на составляющие, находились постоянные величины и выводились общие уравнения движения.

Ключевые слова. *пневмомеханическое прядение, конфузор, воздушный канал, волокно, камера, конус.*

Tikuv buyumlarini ekspluyutasion xossalarini yuqori bo'lishi uni tashkil qiluvchi gazlamadagi tanda va arqoq iplariga uzviy bog'liqdir. Iplarni tashqi ko'rinishida silliqlik, butun uzunlik bo'yicha yo'g'onligini bir xilligi, tuklarni tartibli taqsimlanganligi mazkur buyumni sifatini ta'minlaydi. Matoga yuza, o'q va nuqtali shakldagi tashqi kuchlar ta'sir qiladi. Doimiy yoki davriy ta'sir etuvchi kuchlar oqibatida iplarni tashqi butunligi o'zgaradi. Yigirilgan ip tarkibidagi sirpanuvchi va cho'ziluvchi tolalar mahsulotni bo'ylama hamda ko'ndalang kuchlarga bardoshlilikiga katta ta'sir qiladi. Tolalarni yigirib, ip olishda uning pishiqlik ko'rsatkichini yanada yaxshilash dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Ilmiy adabiyotlarda keltirilgan ma'lumotlarga ko'ra yakka ipning pishiqligi haqida uch xil fikr mavjud: ipning pishiqligi tolalarning o'zaro sirpanishga bo'lgan qarshiligidan, ip kesimidagi tolalarning uzulishidan ya'ni uzilgan tolalarning pishiqliklari yig'indisi va sirpanishga bo'lgan qarshiligidan tashkil topadi. Pnevмомеханик yigirish jarayoni titish-tozalash va tarashda paxta momig'ini titish va tozalashni o'z ichiga oladi. Yakuniy ip mahsulotini olish uchun piltalash va pnevomexanik yigiruv mashinasi yordamida ko'proq titish, tozalash va cho'zishni amalga oshiriladi. Pnevмомеханик yigiruv mashinasida kiruvchi mahsulot piltalash piltasi bo'lib, u ta'minlovchi valik orqali boshqariladi va diskret baraban orqali alohida tolalarga ajratiladi. Ajratilgan tolalar tolalarni tashish kanali bo'ylab havo so'rish orqali diskret barabandan ajratib olinadi. Ipning qoniqarli xususiyatlariga ega bo'lish hamda pnevomexanik mashinani tiqilib qolmasligi uchun ta'minlanuvchi piltada yot aralashmalar va ilmoqli tolalar bo'lmasligi kerak. Tola titilgandan keyin unga buram berish kerak. Pnevмомеханик ipni har bir aylanish orqali olib o'tayotganda buram hosil qiladi [1.2].

Pnevмомеханик usulda ip yigirish mashinalari konstruktiv tuzilishiga ko'ra turlicha bo'lishiga qaramay ularni texnologik tuzilishlari bo'yicha farqlari uncha ko'p emas [3]. Barcha rusum va modellardagi mashinalarda amalga oshiriladigan asosiy texnologik jarayonlar deyarli bir xilda bo'lib, bular: ta'minlash, diskretlash, tolalarni yigirish kamerasiga (rotor) uzatish, tolalarni qo'shib tolali qatlam hosil qilish, unga buram berib ipga aylantirish va ipni o'rash. Rotor ichida tolalar oqimi ip shakliga o'tishi lozim bo'ladi. Tolalar havo kanali orqali uzatiladi va rotorning nov qismida markazdan qochma kuch ta'sirida tutamcha holatiga o'tishni boshlaydi. Rotor ichiga ip kiritilishi natijasida tolali tutamchalar unga ilashib davomli ip shakllanishni boshlaydi hamda ipni sekin-asta tortib olinib bobinaga o'rashga uzatiladi.

Pnevмомеханик yigirish mashinalarida ishchi organlarning katta tezlikda harakatlanishi tufayli yuqori unumdorlikga erishilmoqda. Pnevмомеханик usulda yigirib olingan ip halqali usulda yigirilgan ipga nisbatan ravonroq, silliqroq, g'ovakroq, tozaroq hamda cho'ziluvchanligi yuqori bo'lganligi tufayli turli to'qimachilik mahsulotlari tayyorlashda keng miqyosda foydalanilmoqda. Pnevмомеханик yigirish mashinalari kamerali, rotorli va kondensorli turlarga ajratiladi. Kamerali yigirish mashinalari tabiiy va kimyoviy tolalardan keng assortimentdagi iplarni tayyorlashda qo'llanilsa, rotorli yigirish mashinalari esa past navli paxta tolasi va chiqindi tolalaridan yo'g'on iplar yigirishda ishlatilgan. Kondensorli yigirish mashinalari asosan chiqindi

tolalardan, ayniqsa, zig'ir tolalari chiqindilaridan foydalanib chirmoviqli iplar olishda foydalanilgan.

Pnevmomexanik yigiruv texnikasi ajoyib iqtisodiy istiqboli tufayli to'qimachilik sanoatida keng qo'llaniladi. Rotor pnevmomexanik yigiruv mashinasining yeng muhim komponenti bo'lib, uning tezligi ip sifatiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Chen va Slater [4] tadqiqotlarida rotordagi oqim harakati tezlikning oshishi bilan sezilarli darajada o'zgaradi. Kocyo va Lawrence [5] buram berish mexanikasini va turli ish sharoitlarida rotorli yigiruvda tadqiqotlar o'tkazgan. Rotor tezligi va geometrik parametrlarning havo oqimiga ta'siri Xiao va boshq. [6] tomonidan tahlil qilingan va ular burchak tezligi va sirpanish burchagi, rotor meridional tekisligidagi spiral strukturasining yaxshi akssimmetriyasiga yerishilganligini aniqladilar.

Rotorli yigiruv mashinasining konfuzoridagi havo oqimi uchun ba'zi tadqiqotlar amalga oshirildi. Lawrence va Chen [7,8] tolani uzatish jarayonida tola morfologiyasini suratga olish uchun yuqori tezlikdagi kameradan foydalangan va yempirik formula bilan birlashtirilgan konfuzorning dizayni optimallashtirilgan. Kong va Platfoot [9, 10] konfuzorning geometrik o'lchamlari yoki diskret baraban tezligining o'zgarishi konfuzordagi havo oqimining shakliga ta'sir qilishini aniqladilar. Keyin havo oqimi kanal ichida oqadigan tolalar konfiguratsiyasini o'zgartiradi. Shuningdek, ular kanal ichida uzatishda aylanma zonalarining tola konfiguratsiyasiga ta'sirini o'rganishdi. Lin va boshq. [11] konfuzorning geometrik parametrlari va rotor va kanal o'rtasidagi fazoviy pozitsiyaning rotorli yigiruv mashinasidagi havo oqimi xususiyatlariga ta'sirini o'rganib chiqdi.

Butun tajriba kuchni o'lchash va oqim tezligini o'lchashga keltirilgan, bunda oqim tezligi o'rtalashtirilgan. Tadqiqotlar S_x to'g'ridan-to'g'ri (lobovogo) qarshilik koeffitsiyentini aniqlashdan, paxta tolalarini tortish harakatini va zichlik effektini tadqiq qilishdan iborat. Shu bilan birga, tolalarni puflash uchun ikki turdagi kanal shakllari tanlandi:

-to'rtburchakli shakldagi kanal;

-torayuvchi shakldagi kanal (konfuzor turidagi)

Tanlangan kanallardan qaysi biri paxta tolalarni tashish uchun eng mos kelish solishtirildi.

Tajribalar boshlanishidan oldin ayerodinamik moslamasida tolalarni puflash uchun xar bir kanalning tezlik maydonining bir xilligi va barqarorligi tekshirildi. Tajribalar ko'rsatdiki, tolani osib quyilgan zonasidagi tezlik profili to'rtburchakli kanalda ham, torayuvchi shakldagi kanalda ham bir xillik shartlarini qoniqtiradi.

Havo oqimining tezligi 5m/s dan 30 m/s gacha o'zgartirib turildi, bunga ventilyator aylanish tezligini asta-sekin oshirish orqali amalga oshirildi. O'lchov diapazoni harorat bo'yicha 30° S keltirildi. Oqimning tezligi mikromanometr Benetech GM 8903 Termoanemometr bilan ulangan Pito trubka yordamida aniqlandi.

Tolalarni puflash uchun kameraning ko'ndalang kesimida oqimning to'la bosimini taqsimlanish kuchini o'lchash kirish diametri 6 mm bo'lgan mikrotrubka yordamida, statistik bosim esa statistik bosim trubkasi yordamida o'lchandi. Shu bilan birgalikda, atmosfera bosimi- R_{atm} ; atrof-muxit temperaturasi - t ; nisbiy namlik- W o'lchandi.

Turli kesimdagi oqimning tezligini hisoblash Pito trubkasi yordamida dinamik bosim R dinamik o'lchash yo'li bilan va statistik bosim R statik formula bo'yicha olib borildi [12, 13].

$$V = \xi \sqrt{\frac{2k \sin \alpha (h - h_0) \gamma}{\rho}}, \quad (1)$$

bu yerda

ξ -0,98 teng tarirovka koeffitsiyenti;

k -uskunaning tarirovka koeffitsiyenti;

α - mikromanometr trubkasi suyuqlik qiya burchagi;

h_0 - mikromanometrning boshlangich ko'rsatkichi;

ρ - havo zichligi, kg/sm³;

γ - mikromanometr suyuqlik zichligi, g/sm³;

Spirtning zichlig qiymati $0,0001 \text{ g/sm}^3$ aniqlikdagi oddiy poplavokli areometr bilan aniqlandi. Spirt uchun zichlikni aniqlashning nisbiy og'ishi $0,800-0,820 \text{ g/sm}^3$ oraligida tebranadi, va quyidagiga teng

$$\delta_c = \frac{\Delta \gamma}{\gamma} = \frac{0,001}{0,8} = 0,125\% . \quad (2)$$

Trubkani egilish burchagini aniqlashda nisbiy xatolik, shu jumladan satxani o'rnatishning noto'g'riligidagi xatolik $0,2\%$ dan oshmaydi va shuning uchun

$$\delta_c = \frac{\Delta \sin \alpha}{\sin \alpha} \approx 0,2\% . \quad (3)$$

Barcha tajribalar uchtakroran o'tkazildi. Kerakli o'lchovlar soni quyidagicha hisoblandi: δ_s - asbobning aniqlik sinfi yoki boshqa omil bilan aniqlanadigan sistematik xatolik bo'lsin. Tasodifiy xatoni shunchalik kamaytirish tavsiya etiladiki, bunda xatolik tizimlidan kamroq bo'lishi lozim. Buning uchun mutlaq xatoning baxosi ΔX , δ_s dan kichik bo'lishi kerak, ya'ni

$$\Delta \bar{X} \leq \frac{\delta_c}{3} ; \quad (4)$$

Havoning qarshilik kuchini inobatga olib quyidagi (1) ifodani OX va OY o'qi bo'ylab harakat differensial tenglama tuzildi.

Tolalarni harakat kanalining doimiy kesmasi bor deb faraz qilib, OX va OY o'qida tolani harakati kanalining devoriga to'g'ri keladigan koordinatalar sistemasi tanlab olindi. Havoning qarshilik kuchini inobatga olib quyidagi (1) ifodani OX va OY o'qi bo'ylab harakat differensial tenglama tuzildi.

$$\begin{aligned} m \cdot \frac{d\vartheta_y}{dt} &= \frac{1}{2} \cdot C_y \cdot S \cdot \rho \cdot \vartheta_y^2 \cdot \sin^2 \alpha \\ m \cdot \frac{d\vartheta_x}{dt} &= -\frac{1}{2} \cdot C_x \cdot S \cdot \rho \cdot (\vartheta_x^2 \cdot \cos^2 \alpha + \vartheta_y^2) \end{aligned} \quad (5)$$

(5) ifoda tolalarni kanal bo'ylab harakat differensial tenglamalarini ifodalaydi. Bu yerda, (S) tolalar oqib o'tuvchi yuzalar, (C_x) va (C_y), qarshilik koeffitsiyenti (ρ), havoning zichligi, (m) tolalar massasi.

$$\frac{dv_y}{v_y^2} = \frac{C_y \rho S \cdot \sin^2 \alpha}{2m} \cdot dt$$

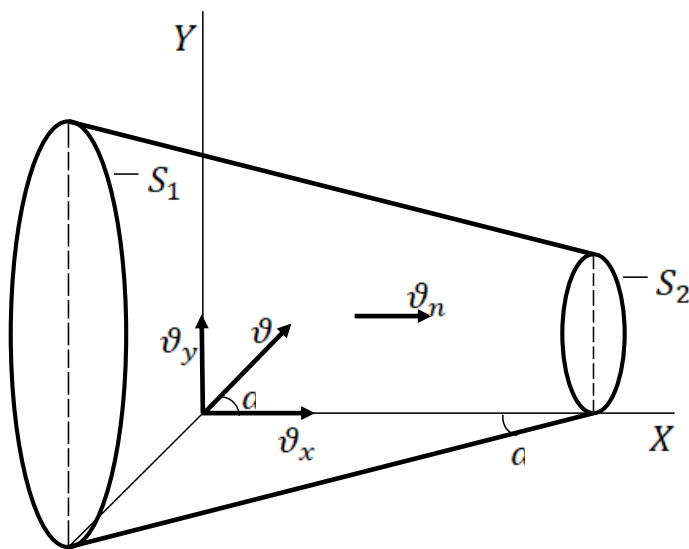
Konussimon kanaldagi (1-rasm) tolalarning harakatini aniqlashda umumiy tezlikni tashkil etuvchilarga ajratildi. Differensial harakat tenglamasini tuzishda differensial tenglamalarni integrallab, boshlang'ich va chegaraviy shartlardan foydalanib, o'zgarish qiymatlar topilib, umumiy harakat tenglamalari keltirib chiqariladi.

$$v_y = -\frac{2m}{C_y \rho S \cdot \sin^2 \alpha \cdot t} \quad (6)$$

Dastlab Y o'qi bo'ylab harakat differensial tenglamasida vaqt bo'yicha o'zgarish tezligi aniqlandi (6).

Y o'qi bo'ylab harakat differensial tenglamasida vaqt bo'yicha o'zgarish tezligi aniqlashda, (m) tolalar massasi, (S_y) qarshilik koeffitsiyenti, (ρ) havoning zichligi, (S) konussimon kanalning yuzasi, (α) burchak va (t) vaqtga bog'liq.

$$Y = -\frac{2m}{C_y \rho S \cdot \sin^2 \alpha} \cdot \ln t \quad (7)$$



1-rasm. Kanalda tolalarning harakat sxemasi.

Olingan (3.6) tenglamani vaqt bo'yicha differensiallab Y bo'yicha tolalarni harakat trayektoriya tenglamasini keltirib chiqarildi (7). Bu yerda (m) tolalar massasi, (S_y) qarshilik koeffitsiyenti, (ρ) havoning zichligi, (S) konussimon kanalning turli xil yuzalari, (α) burchak va (t) vaqtga bog'liq.

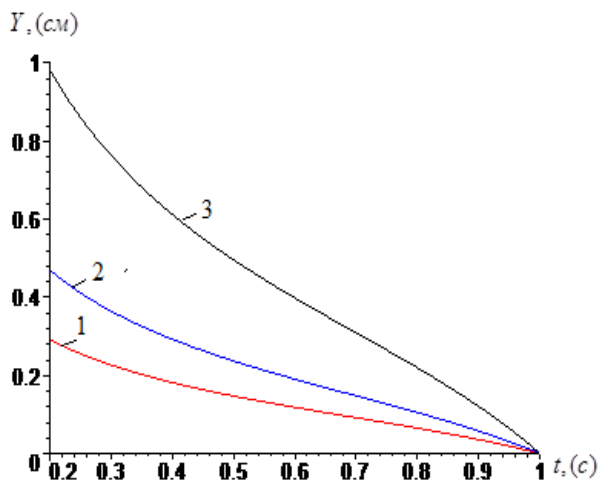
Keyingi holatda tezlikni vaqt bo'yicha yuzalarning turli xil qiymatlarda o'zgarishini ko'rildi. Konussimon trubkadagi tolalarning harakati X o'qi bo'yicha differensial tenglamasini integrallanadi. Natijada X o'qi bo'yicha tezlik aniqlanadi. Bunda (m) tolalar massasi, (S_y) qarshilik koeffitsiyenti, (v_n) havoning tezligi, (S) konussimon kanalning turli xil yuzalari, (α) burchak va (t) vaqtga bog'liq.

$$\begin{aligned} \frac{dv_x}{v_x^2 \cos^2 \alpha + v_n^2} &= -\frac{C_x S \rho}{2m} \cdot dt \\ \frac{dv_x}{v_x^2 + \left(\frac{v_n}{\cos \alpha}\right)^2} &= -\frac{C_x S \rho}{2m} \cdot \cos^2 \alpha \cdot dt \\ \frac{\cos \alpha}{v_n} \operatorname{arctg} \left(\frac{v_x \cdot \cos \alpha}{v_n} \right) &= -\frac{C_x S \rho}{2m} \cos^2 \alpha \cdot t \\ \operatorname{arctg} \left(\frac{v_x \cos \alpha}{v_n} \right) &= -\frac{C_x S \rho \cdot v_n \cdot \cos \alpha}{2m} \cdot t \\ v_x &= -\operatorname{tg} \left(\frac{C_x S \rho \cdot v_n \cdot \cos \alpha}{2m} \cdot t \right) \cdot v_n \cdot \cos \alpha \end{aligned} \quad (8)$$

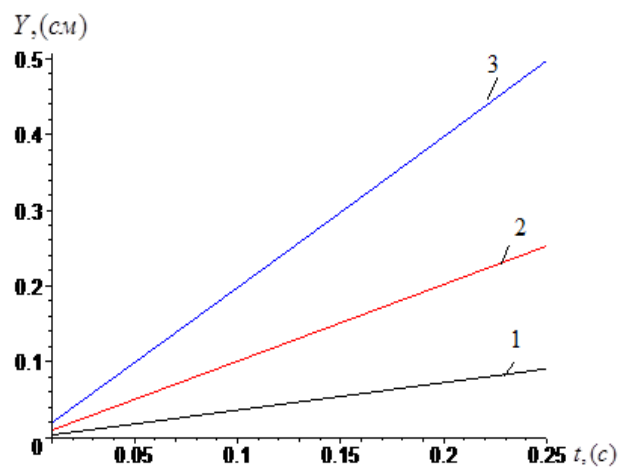
Olingan (8) tenglamani vaqt bo'yicha differensiallab X o'qi bo'yicha (9) tolalarning harakat trayektoriya tenglamasi olindi. Bunda (m) tolalar massasi, (S_y) qarshilik koeffitsiyenti, (ρ) havoning zichligi, (v_n) tezlik, (S) konussimon kanalning turli xil yuzalari, (α) burchak va (t) vaqtga bog'liq.

$$\begin{aligned} x &= \ln \left(\cos \left(\frac{C_x S \rho \cdot v_n \cdot \cos \alpha \cdot t}{2m} \right) \right) \cdot v_n \cdot \cos \alpha \cdot \left(\frac{2m}{C_x S \rho \cdot v_n \cdot \cos \alpha \cdot t} \right) \\ x &= \ln \left(\cos \left(\frac{C_x S \rho \cdot v_n \cdot \cos \alpha \cdot t}{2m} \right) \right) \cdot \left(\frac{2m}{C_x S \rho \cdot t} \right) \end{aligned} \quad (9)$$

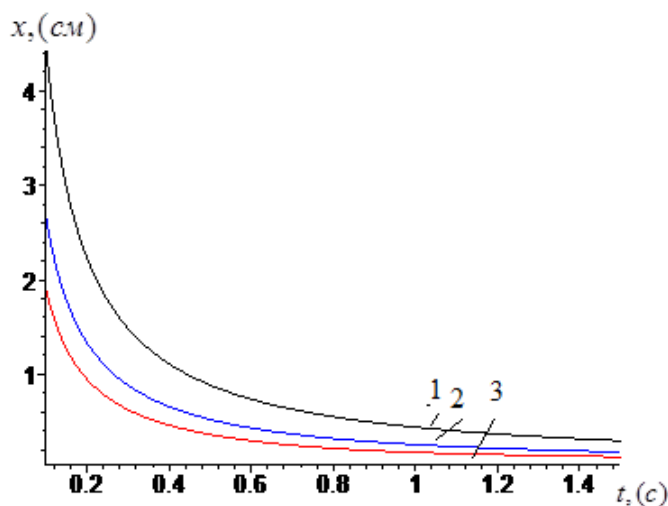
Uzish kuchini tezliklarga bog'liqligi tenglamalar keltirib chiqiladi.



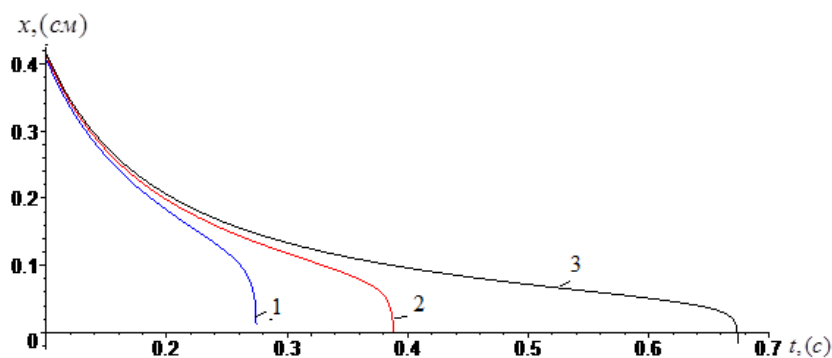
2-rasm. Konussimon kanaldagi tolalar OY o'qi bo'ylab harakatini turli xil $S_1=19.6$, $S_2=12.6$, $S_3=7.1$ yuzalardagi vaqtga bog'liq grafifi.



3-rasm. Konussimon kanaldagi tolalar OY o'qi bo'ylab harakatini turli xil $v_1=30$ m/s $v_2=25$ m/s $v_3=20$ m/s tezlikdagi vaqtga bog'liq grafifi.



4-rasm. Konussimon kanaldagi tolalar OX o'qi bo'ylab harakatini turli xil $S_1=19.6$, $S_2=12.6$, $S_3=7.1$ yuzalardagi vaqtga bog'liq grafigi.



5-rasm. Konussimon kanaldagi tolalar OX o'qi bo'ylab harakatini turli xil $U_1 = 30 \text{ m/s}$ $U_2 = 25 \text{ m/s}$ $U_3 = 20 \text{ m/s}$ tezlikdagi vaqtga bog'liq grafigi.

Tadqiqot ishida pnevmomexanik yigirish mashinasidagi havo kanali hamda rotor orasidagi konfuzorda tolalar harakati o'rganildi. Tajriba ishida aerodinamik moslamasida tolalarni harakatlantirish uchun xar bir kanalning tezlik maydonining bir xilligi va barqarorligi tekshirildi. Bunda havo oqimining tezligi 5 m/s dan 30 m/s gacha o'zgartirib turildi. Havoning qarshilik kuchini inobatga olib OX va OY o'qi bo'ylab harakat differensial tenglamalar tuzildi. Konussimon kanaldagi tolalarning harakatini aniqlashda umumiy tezlikni tashkil etuvchilarga ajratildi, o'zgarmas qiymatlar topilib, umumiy harakat tenglamalari keltirib chiqarildi. Shuningdek, konussimon kanaldagi tolalar OY o'qi bo'ylab harakatini turli xil yuzalardagi vaqtga bog'liq grafigi, OY o'qi bo'ylab harakatini turli xil tezlikdagi vaqtga bog'liq grafigi, konussimon kanaldagi tolalar OX o'qi bo'ylab harakatini turli xil yuzalardagi vaqtga bog'liq grafigi, OX o'qi bo'ylab harakatini turli xil tezlikdagi vaqtga bog'liq grafiklari olindi. Tadqiqot natijalar shuni ko'rsatdiki, Konussimon kanaldagi tolalar OY o'qi bo'ylab harakatini turli xil $S_1=14.51$, $S_2=12.56$, $S_3=10.75$ yuzalardagi vaqtga bog'liq grafigi olinganda kichik yuzada tolalar to'g'rilanishi yuqori bo'lishi, kanalda $U_1 = 30 \text{ m/s}$ $U_2 = 25 \text{ m/s}$ $U_3 = 20 \text{ m/s}$ tezlikdagi vaqtga bog'liq grafigi olinganda yuqori tezlikda yaxshi natijaga erishildi. Shuningdek, konussimon kanaldagi tolalar OX o'qi bo'ylab harakatini turli xil $S_1=14.51$, $S_2=12.56$, $S_3=10.75$ yuzalardagi vaqtga bog'liq grafigi olinganda kichik yuzada tolalar to'g'rilanishi yuqori bo'lishi, kanalda $U_1 = 30 \text{ m/s}$ $U_2 = 25 \text{ m/s}$ $U_3 = 20 \text{ m/s}$ tezlikdagi vaqtga bog'liq grafigi olinganda yuqori tezlikda yaxshi natijaga erishildi (2-4 rasmlar).

Адабиётлар

- [1] Sherzod Korabayev, Jamoliddin Ergashev, Umarjon Meliboyev, Abbosbek Mukhtarov. Changes in the properties of complex pile fabrics under the influence of deformation. AIP Conference Proceedings 2789, 040130 (2023)
- [2] Korabayev Sh., Bobojanov H.T., Matismailov S.L., Akhmedov K.I.. Study of aerodynamic characteristics of cotton fiber in separator of pneumo-mechanical spinning machine. Scientific and Technical journal Namangan Institute of Engineering and Technology (NamIET, Volume 8. Issue 2, 2023) 18-22 betlar.
- [3] A. Pirmatov, S.L. Matismailov, Q.G'. G'ofurov, Q.Jumaniyazov, Sh.F. Maxkamova "Yigirish texnologiyasi". Toshkent. 2017y
- [4] Chen RH and Slater K. Particle motion on the slide wall in rotor spinning. J Text Inst1994; 85: 191–197.
- [5] Koc, E and Lawrence CA. Mechanisms of wrapper fibre formation in rotor spinning: an experimental approach. J Text Inst2006; 97: 483–492.
- [6] Xiao MN, Dou HS, Wu CY, et al. Numerical simulations of air flow behavior in spinning rotor. J Text Res2014; 35: 136–141.
- [7] Lawrence CA and Chen KZ. A study of the fibre transfer-channel design in rotor-spinning. Part I: the fibre trajectory. J Text Inst1986; 79: 367–392.
- [8] Lawrence CA and Chen KZ. A study of the fibre transfer-channel design in rotor-spinning. Part II: optimization of the transfer-channel design. J Text Inst1986; 79: 393–408.
- [9] Kong LX and Platfoot RA. Two-dimensional simulation of air flow in the transfer channel of open-end rotor spinning machines. Text Res J1996; 66: 641–650.
- [10] Kong LX and Platfoot RA. Fiber transportation in confined channel with recirculation. Comput Struct 2000; 78: 237–245.
- [11] Lin HT, Wang J and Zeng YC. Numerical study on effect of geometric parameters of transfer channel on airflow in rotor spinning. J Text Res2015; 36: 98–104.
- [12] Qorabayev Sh., Mirzabayev B.. Pnevмомеханик yigirish mashinasi kamerasida Pito trubkasi yordamida bosimni aniqlash formulasini modellashtirish. № DGU 18406. 06.09.2022
- [13] Qorabayev Sh., Dolimov A.S., Tulaganova M.V.. Rotor yigiruv kamerasida kinetik energiya va tarqalish tezligini aniqlash tenglamasini modellashtirish. № DGU 18405. 06.09.2022/

ТАВСИЯ ЭТИЛГАН САМАРАЛИ ВИНТЛИ КОНВЕЙЕР ТЎРЛИ ЮЗАСИНИ ТЕБРАНИШ КЎРСАТКИЧЛАРИ ТАҲЛИЛИ.

А. Джураев¹, О.А.Тешабоев¹, К.К. Юлдашев²

¹Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти

²Андижон машинасозлик институти

masterlevelteshaboyev@mail.ru, тел: 99 903 19 96

(Қабул қилинди 25.05.2023 й.)

Мақолада тавсия этилган самарали винтли конвейер тўрли юзасини тебраниш кўрсаткичлари силжиши ва тезлик қамровларини система параметрларига, таянч бикрлик қийматларига боғлиқлик графиклари масалани аналитик усулда ечиш асосида келтирилган. Таҳлиллار натижасида тўрли юза таянчлари бикрликларини зоналар бўйича қийматлари аниқланган.

Калим сўзлар: винтли конвейер, тўрли юза, қайишқоқ таянч, бикрлик, диссипация, тебраниш, оғма, масса, қамров, транспортировка, тозалаш самараси.

In this paper, the graphs of the dependence of the vibration indicators of the effective screw conveyor mesh surface on the displacement and speed ranges on the system parameters, on the base unit values are presented based on solving the problem analytically. As a result of the analysis, the values of the units of the mesh surface supports by zones were determined.

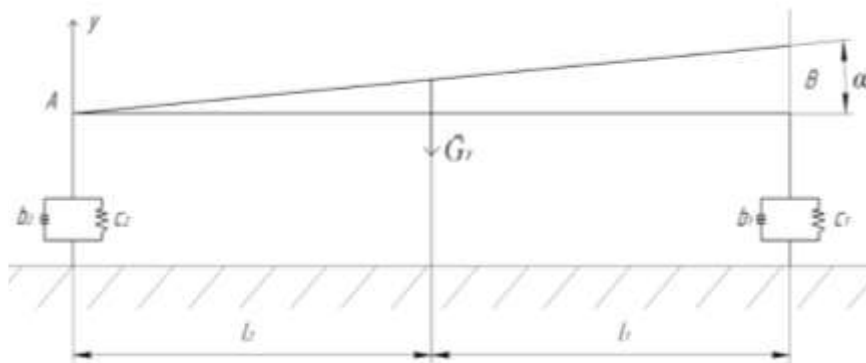
Keywords: screw conveyor, mesh surface, belt support, rigidity, dissipation, vibration, agglomeration, mass, coverage, transportation, cleaning effect.

В данной работе на основе аналитического решения задачи представлены графики зависимости показателей вибрации эффективной сетчатой поверхности винтового конвейера от диапазонов перемещений и скоростей от параметров системы, от значений базовых единиц. В результате анализа были определены значения узлов сетки опор поверхности по зонам.

Ключевые слова: винтовой конвейер, сетчатая поверхность, ленточная опора, жесткость, диссипация, вибрация, агломерация, масса, охват, транспортировка, очищающий эффект.

Кириш. Мавжуд винтли конвейерларда, толали материалларни, айникса пахтани ташишда, материалнинг етарли даражада титилмаганлиги сабабли, ифлосликлар етарли

даражада ажратилмайди. Бундан ташқари, винт сирти ва толали материал ўртасидаги ишқаланиш етарли эмаслиги сабабли, улар ташиш пайтида орқада қолади, бу эса толали материалнинг (пахта ва уларнинг чиқиндилари) қўшимча механик шикастланишига олиб келади. Толали материалдаги винт сиртининг ўзаро таъсири бир йўналишда монотон ҳолда, доимий ҳаракатланувчи куч билан содир бўлади, бу уларни тозалаш самарадорлигини таъминламайди. Тўр сиртининг конструкцияси улар орқали қўшимча аралашмаларининг интенсив ажралишини таъминламайди [1,2]. Шу билан бирга, конструкция бўйича тавсияларнинг моҳияти шундан иборатки, винтли конвейерда маҳкамланган труба мавжуд бўлиб, унинг пастки қисми ярим цилиндр шаклига эга, юқоридан қопқоқ билан ёпилган ва етакловчи винт ўрнатилган. Труба ичига ўрнатилган подшипникларда ўз ўқи бўйлаб тарновнинг пастки ишчи қисми тўр юзаси шаклида амалга оширилади. Юкнинг труба бўйлаб ҳаракатланиши айланадиган винтнинг бурилишлари билан амалга оширилади, винт бурилишларининг ишчи юзаси тўлқинли бўлиши мумкин. Тарновнинг пастки қисмига резина таянчлар (амортизаторлар) ёрдамида бириктирилади ва узунлиги бўйича уч қисмга бўлинади ва резина таянчларнинг қалинлиги ташилаётган материалнинг йўналиши бўйича мослаштирилади. Тўрли юзанинг тешиклари эгри чизиқли қилинган, винтнинг йўналишига перпендикуляр ўрнатилган. Шу билан бирга, винт узунлиги бўйлаб материални тортиб олиш жараёнида тешикларнинг эгрилик радиуслари ортиб боради. Шунинг учун биринчи зонада тўр юзасининг тебраниши резина амортизаторнинг қалинлиги (5,0 мм гача) ва учинчи чиқиш зонасида минимал амплитуда (резина амортизаторнинг қалинлиги 3,0 мм) туфайли максимал бўлади. Биринчи зонадаги тўрли юза тешикларининг эгрилик радиуси унинг катталашган майдонига катта миқдордаги ифлосликларни олиб ташлашга имкон беради, чиқиш зонасида эса тешиклар майдони камаёди ва қолган ифлосликни олиб ташлашга имкон беради [2,3].



1-расм. Тўрли юза тебранишларини ифодаловчи ҳисоб схемаси.

Маълумки, [3,4] тавсия этилган винтли конвейерда тўрли юза қайишқоқ таянчлари ўрнатилган. Таъкидлаш керакки таянчлар бикрликлари ҳар уччала қисмда ҳар хил олинган ва материални сурилиш йўналишида таянч бикрликлари ортиб бориш тартибда жойлаштирилган [5].

Шунинг учун тўрли юза ҳам вертикал, ҳам оғма тебранади. Ушбу тебранишлар силжиши ва тезликлари қамровлари қийматларига қараб материални силжиши ва тозалаш самараси белгиланади. Шунинг учун тўрли юзаси вертикал ва оғма тебранишларини таҳлил қилиш муҳим ҳисобланади. 1-расмда тўрли юзани тебранишларини ифодаловчи ҳисоб схемаси келтирилган.

Тўрли юзани вертикал тебранишлари умумлашган координата “у” ва оғма тебранишлар оғиш бурчаги “α” орқали белгилаймиз. Қуйида Лагранжнинг II-тартибли тенгламасига асосан [6,7] тўрли юзанинг потециал ва кинетик энергиялари:

$$\Pi = [c_1(y + \alpha l_1) + c_2(y - \alpha l_2)];$$

$$T = (m_T \dot{y}^2 + J_T \dot{\alpha}^2), \quad (1)$$

бу ерда, c_1, c_2 -қайишқоқ таянчларнинг бикрлик коэффицентлари, m_T, J_T -тўрли юза массаси ва оғишдаги инерция моменти, l_1, l_2 - таянчларни тўрли юза оғирлик марказларигача бўлган узунликлари.

Мос равишда тўрли юза тебранишидаги таъсир қилувчи диссипатив куч [8].

$$\Phi = [b_1(\dot{y} + a_1) + b_2(\dot{y} - a_2)] , \quad (2)$$

бу ерда; b_1, b_2 -қайишқоқ элементларнинг диссипация коэффициентлари.

Тўрли юзани тебранишларини юзага келтирувчи ташқи кучлар:

$$\begin{aligned} F_T &= F_1 + F_0 \sin \omega t \\ M_T &= M_1 + M_0 \sin \omega t \end{aligned} \quad (3)$$

бу ерда; F_1, M_1 -ташқи куч ва моментни ўзгармас ташкил этувчилари,

F_0, M_0 -ташқи куч ва моментни ўзгармас амплитудалари.

Олинган (1), (2), (3) ларни инобатга олиб Лагранж тенгламалари қўшилувчиларини аниқлаб қуйидаги дифференциал тенгламалар системасини ҳосил қиламиз:

$$\begin{aligned} m_T \ddot{y} + c_1(y + a_1) + c_2(y - a_2) + b_1(\dot{y} + a_1) + b_2(\dot{y} - a_2) &= F_1 + F_0 \sin \omega t; \\ J_T a + c_1 l_1(y + a_1) + c_2 l_2(y - a_2) + b_1 l_1(\dot{y} + a_1) + b_2 l_2(\dot{y} - a_2) &= M_1 + M_0 \sin \omega t \end{aligned} \quad (4)$$

Ушбу аниқланган (4) дифференциал тенгламалар системаси винтли конвейернинг зоналар бўйича тўрли юзаларини вертикал ва оғма тебранишларини ифодалайди.

Тўрли юзани хусусий тебранишларини кўриш учун (4) системани қуйидагича ёзиб оламиз [9,10]:

$$m_T \ddot{y} + c_1(y + a_1) + c_2(y - a_2) + b_1(\dot{y} + a_1) + b_2(\dot{y} - a_2) = 0; \quad (5)$$

$$J_T a + c_1 l_1(y + a_1) + c_2 l_2(y - a_2) + b_1 l_1(\dot{y} + a_1) + b_2 l_2(\dot{y} - a_2) = 0$$

Таъкидлаш жоизки, хусусий тебраниш частотасига асосан массавий ва бикрликни ифодаловчи параметрлар таъсир қилади [10].

Шунинг учун диссипатив кучларни тушириб қолдирамиз:

$$\begin{aligned} \ddot{y} + a_{11}y + a_{12}a &= 0; \\ a + a_{21}y + a_{22}a &= 0 \end{aligned} \quad (6)$$

бу ерда,

$$\begin{aligned} a_{11} &= \frac{c_1 + c_2}{m_T}; \quad a_{12} = \frac{c_1 l_1 + c_2 l_2}{m_T}; \\ a_{21} &= \frac{c_1 l_1 - c_2 l_2}{J_T}; \quad a_{22} = \frac{c_1 l_1^2 + c_2 l_2^2}{J_T} \end{aligned}$$

Олинган тенгламалар системаси (6)ни ечимини қуйидаги шаклда излаймиз [11, 12]:

$$y = A \sin \omega t; \quad a = B \sin \omega t \quad (7)$$

Мавжуд ифодадан [11, 12] фойдаланиб қуйидаги ифодани ҳосил қиламиз:

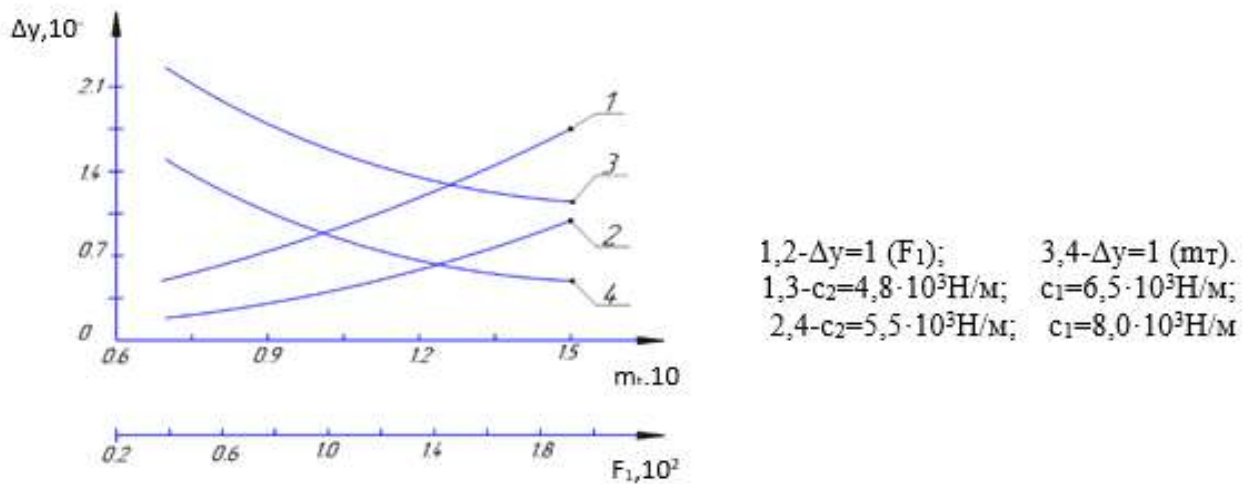
$$P_{1,2} = \frac{a_{11} + a_{22} \pm \sqrt{a_{11}^2 - a_{22}^2 + a_{12}^2}}{2} \quad (8)$$

Ҳосил қилинган конвейер тўрли юзасини вертикал ва оғма тебранишларини ифодаловчи дифференциал тенгламалар системаси (4)ни сонли ечимини параметрларнинг қуйидаги қийматларида ЭХМда амалга оширилди:

$$\begin{aligned} m_T &= (9,0 \div 13,5) \text{ кг}, \quad J_T = (0,34 \div 0,5) \text{ кгм}^2; \quad P_P = (180 \div 200) \text{ кг/соат}; \quad n_B = (40 \div 120) \text{ айл/мин}; \\ l_1 &= l_2 = (0,9 \div 1,1) \text{ м}; \quad F_1 = (0,5 \div 1,8) \cdot 10^2 \text{ Н}; \quad c_1 = (5,5 \div 8,0) \cdot 10^3 \text{ Н/м}; \quad c_2 = (4,8 \div 5,5) \cdot 10^3 \text{ Н/м}; \\ b_1 &= (1,8 \div 2,0) \text{ Нс/м}; \quad b_2 = (1,6 \div 1,8) \text{ Нс/м}; \quad M_1 = (14,5 \div 22,6) \text{ Нм}. \end{aligned}$$

Масалани ечимини таҳлили асосида параметрларнинг боғланиш графиклари қурилди. Тўрли юзани оғирлик марказини вертикал ва оғма тебранишларини таҳлили амалга оширилди. Таъкидлаш лозимки, тўрли юзани оғма тебранишлари $c_1 = c_2$ ва $l_1 = l_2$ да амалга ошмайди, яъни тўрли юза фақат вертикал йўналишда тебранади холос. Тўрли юза бўйлаб материални самарали силжишини амалга ошириш учун $c_2 < c_1$ ва $l_2 > l_1$ бўлиши мақсадга мувофиқдир. Тўрли юзани вертикал тебраниши материални “элаши”га мос келиб ундан чиқиндиларни интенсив ажралишини таъминлайди. Тўрли юзани оғма тебранишлари материални интенсив силжишини амалга оширади. Бунда параметрларни мақбул қийматларини аниқлаш мақсадида қурилган графикларни таҳлили бажарилди.

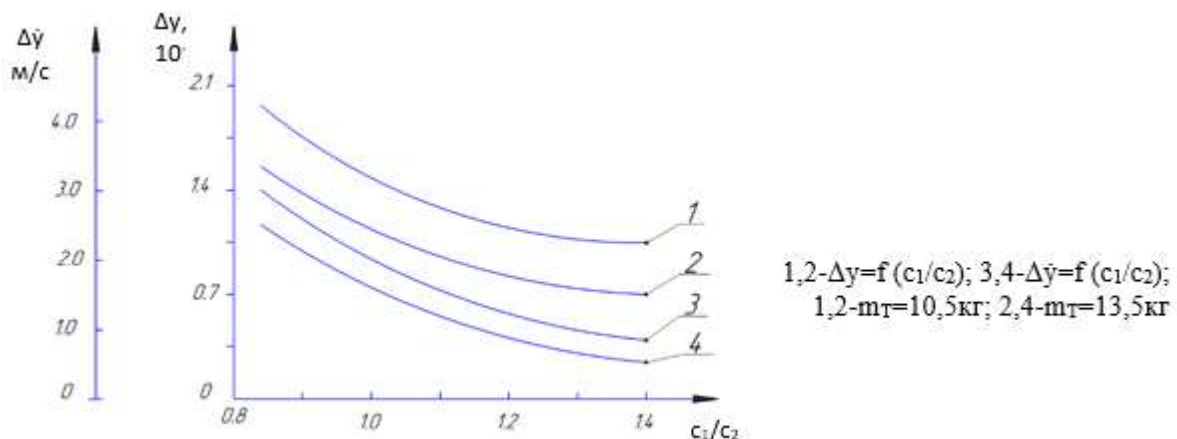
2-расмда винтли конвейер тўрли юзаси оғирлик марказини вертикал тебраниш қамровини ташиладиган момикнинг таъсир кучи ҳамда тўрли юза массасига ҳамда қайишқоқ таянчларнинг бикрлик коэффициентларига боғлиқлик графиклари келтирилган.



2-расм. Винтли конвейер тўрли юзаси оғирлик марказини вертикал тебраниш қамровини ташилайётган момик таъсир кучи ҳамда юза массасига ҳамда қайишқоқ таянчларнинг бикрлик коэффициентларига боғлиқлик графиклари.

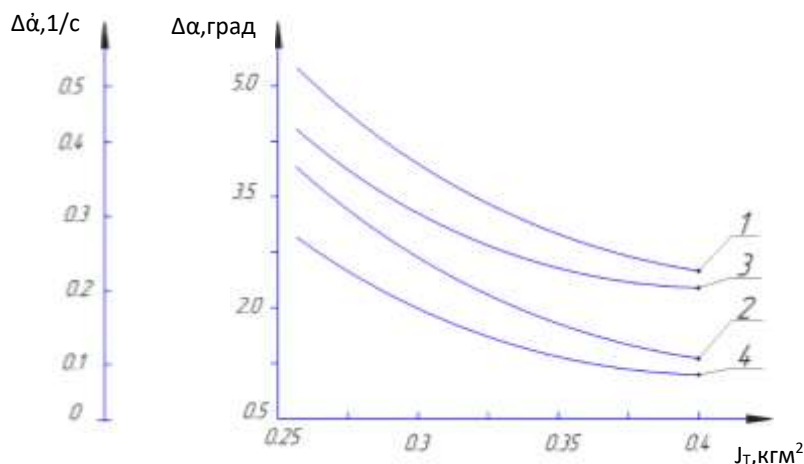
Маълумки, масса қанча катта бўлса, тебраниш қамрови шунча камаяди. Шунинг учун конвейер тўрли юзали қисмини массаси 7,5 кгдан 15 кггача кўпайганида ва $c_2=4,8 \cdot 10^3$ Н/м, $c_1=6,5 \cdot 10^3$ Н/м бўлганида тўрли юзанинг оғирлик марказининг вертикал тебраниш қамрови Δy қийматлари $2,06 \cdot 10^{-3}$ м дан $0,96 \cdot 10^{-3}$ м гача чизиксиз боғланишда камайиб борса, таянчлар бикрлик коэффициентлари $c_2=5,5 \cdot 10^3$ Н/м, ва $c_1=8,0 \cdot 10^3$ Н/м бўлганида эса, Δy қийматлари $1,4 \cdot 10^{-3}$ м дан $0,39 \cdot 10^{-3}$ м гача нозичикли қонуниятда камайишини кузатиш мумкин. Вертикал тебраниш қамровини хаддан ташқари катта бўлиши материални силжиш жараёнини пасайтиради, иш унуми камаяди. Шунинг учун Δy қийматларини $(1,5 \div 2,0) \cdot 10^{-3}$ м оралиғида таъминлаш учун тўрли юза массаси тавсия қийматлари $m_T=(0,9 \div 1,3) \cdot 10$ кг оралиғида олиш мақсадга мувофиқдир. Иш унумини ортиши, яъни F_T қийматларини кўпайиши Δy ни ортишига олиб келади. Жумладан, тўрли юза қайишқоқ таянчлари бикрлик коэффициентлари катта бўлганида F_T қийматлари $0,9 \cdot 10^2$ Н дан $1,8 \cdot 10^2$ Н гача ортганида Δy қийматлари $0,42 \cdot 10^{-3}$ м дан $1,705 \cdot 10^{-3}$ м гача нозичикли қонуниятда пасайиб боради. Шунинг учун иш унуми қийматлари шундай таъминланиши керакки, бунда $F_T \geq (1,6 \div 2,2) \cdot 10^2$ Н бўлиши тавсия этилади.

3-расмда тавсия этилган винтли конвейер тўрли юзаси оғирлик марказини вертикал тебраниш қамрови ва тезлик қамровини таянчлардаги қайишқоқ элементлар бикрлик коэффициентлари нисбатига боғлиқлик графиклари келтирилган.



3-расм. Тавсия этилган винтли конвейер тўрли юзаси оғирлик марказини вертикал тебраниш қамрови ва тезлик қамровини таянчлардаги қайишқоқ элементлар бикрлик коэффициентлари нисбатига боғлиқлик графиклари.

Қурилган графиклар таҳлили шуни билдирадики, c_2/c_1 қийматлар 0,9 дан 1,4 гача ўзгарганида, $\Delta\alpha$ қийматлари $m_T=10,5\text{кг}$ бўлганида $1,96\cdot 10^{-3}\text{м}$ дан $1,06\cdot 10^{-3}\text{м}$ гача чизикли боғланишда камайса, мос равишда $m_T=13,5\text{кг}$ бўлганида тўрли юза оғирлик марказини вертикал тебраниш қамрови $1,62\cdot 10^{-3}\text{м}$ дан $0,73\cdot 10^{-3}\text{м}$ гача пасайиб бориши аниқланди. Бунинг асосий сабаби шундан иборатки, тўрли юза кирувчи қисмидаги таянч қайишқоқ элементи бикрлиги ортиши тебранишни камайтиришидир. Қайд қилиш керакки, тўрли юза тебраниш тезлигини ортиши билан момикдан (материалдан) чиқиндини ажралиш интенсивлиги ортади. Қайишқоқ таянчлар бикрликлари нисбати кўпайиши билан мос равишда тўрли юза оғирлик марказини вертикал тебраниш тезлиги қамрови пасайиб боради



$$\begin{aligned} 1,2-\Delta\alpha=f(J_T); & \quad 3,4-\Delta\alpha=f(J_T); \\ 2,4-M_1=14,5\text{Нм}; & \quad 1,3-M_1=22,6\text{Нм}. \end{aligned}$$

4-расм. Тўрли юзани оғма силжиш ва тезлиги тебранишлари қамровларининг инерция моментиға боғлиқлик графиклари.

(3-расм, 3-4-графиклар). Бунда тўрли юза оғирлик марказини вертикал тебраниш қамрови ва тезлик қамровини етарли даражада бўлишини таъминлаш учун $c_2/c_1 \leq (0,9 \div 1,1)$ оралиғида бўлиши тавсия этилади. Юқорида таъкидланганидек тўрли юзани оғма тебранишлари материални интенсив транспортировка қилиш имкониятини беради. 4-расмда тўрли юзани оғма силжиш ва тезлиги тебранишлари қамровларини инерция моментиға боғлиқлик графиклари келтирилган.

Графиклар таҳлилидан шуни қайд қилиш мумкинки, тўрли юза оғирлик марказига нисбатан оғишдаги инерция моменти ортиши мос равишда унинг оғма тебранишларини камайишиға олиб келади. Жумладан, J_T қийматлари $0,275\text{кгм}^2$ дан $0,4\text{кгм}^2$ гача кўпайганида $\Delta\alpha$ қийматлари $M_1=22,5\text{Нм}$ бўлганида 5,48 градусдан 2,09 градусгача чизиксиз қонуниятда пасаяди, $\Delta\alpha$ қийматлари эса $0,384\text{ 1/с}$ дан $0,12\text{ с}^{-1}$ гача камаяди. Мос равишда технологик қаршилиқ $14,5\text{Нм}$ гача камайганида $\Delta\alpha$ қийматлари $0,381$ градусдан $1,31$ градусгача нозиклиқ қонуниятда камайса $\Delta\alpha$ қийматлари $0,28\text{с}^{-1}$ дан $0,048\text{с}^{-1}$ гача пасайиб боради. Бунда тўрли юза оғма тебранишлари қаров қийматларини $(3,5 \div 5,8)$ градус оралиғида бўлишини таъминлаш учун J_T нинг тавсия қийматлари: $J_T \leq (0,29 \div 0,34)\text{ кгм}^2$.

Хулоса. Тавсия этилган винтли конвейернинг қайишқоқ таянчлари бўлган тўрли юзасининг вертикал ва оғма тебранишларини аниқлаш формулалари олинган. Тўрли юза параметрлари қийматлари асосланган.

Адабиётлар

- [1]. Спиваковский А.О. и Дьячков В.К. Транспортирующие машины. Изд. 2-е перераб. И доп. М., Машиностроение, 1968 г., с. 356.
- [2]. Шукуров М.М. и др. Патент Рес. Узб. Винтовой конвейер. UZ IAP 032701, Бюлл. №2, 2007.
- [3]. A.Djurayev, K.Yuldashev, O.Teshaboyev. Production tests of advanced screw conveyor and chain transmission for lint transportation. "Engineering problems and innovations" Vol.01 Iss.01, 2023
- [4]. A.Djurayev, K.Yuldashev, O.Teshaboyev. Results of experimental determination of torque moments and noise on fluff transporter and cleaner screw conveyor shafts. "Technical science and innovation journal" №3/2022. p 188
- [5]. A.Djurayev, K.Yuldashev, O.Teshaboyev. Construction scheme and mathematical model of screw movement with a curvilinear working surface of a conveyor for fibrous materials. Innovative solutions to technical, engineering and technological problems of production International scientific and technical conference 2022.
- [6]. Djurayev A. 1987 Dynamic of working mechanisms of cotton-processing machines (Tashkent: Fan) 168 p
- [7]. Yunusov S Z, Khaidarov A and Bobomurodov T G 2013 Machine unit with the mechanism of a composite cylinder of technological machines Theory of machines and working process MNPk 2013 pp 26-7

- [8]. Mansurova M A, Madrakhimov SH and Umarova Z M 2016 Analysis of the influence of the coupler and rocker arm links on the position of flat four-link mechanism Theory of machines 14 1(2)pp 21-9
- [9]. A.Djuraev, Sh.S.Khudayqulov, A.S.Jumayev, Development of the design and calculation of parameters of the saw cylinder with an elastic bearing support jin. International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE) volume-8, issue-5
- [10]. Anvar Dzuraev, Sardor Sayitkulov, Bekzod Bozorov. Investigation of working bodies of cotton cleaning machine // Modern Innovation, System and Technologies, 2021, 1(4).
- [11]. A.Djuraev, D.Mamatova Influence of belt transmission parameters on the stiffness of the elastic elements of the driven pulley and tensioning roller. International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE) volume-8, issue-4
- [12]. А.Джураев, К.Юлдашев. технологик машиналарнинг винтли конвейер конструкциясини такомиллаштиришнинг илмий асослари. Монография, Узб “Усмон Носир медиа”, Наманган, 2022й, 140 б

УРУҒЛИК ЧИГИТНИ АРРАЛИ ЦИЛИНДРДА ТУКСИЗЛАНТИРИШ УЧУН АРРА ОРАЛИҚ ҚИСТИРМАЛАРИ ЮЗАСИНИНГ КОНСТРУКЦИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИКИШ

Р.К. Джамолов, Ж.Ғ. Ғайратов

Фарғона политехника институти
(Қабул қилинди [29.08.2023](#) й.)

Мақолада уруғлик чигитларни икки босқичли туксизлантириш усулидаги биринчи босқичида 4-5 % гача туксизлантирувчи 1ЛБ колосниксиз линтерда ишлатиладиган металл чўткали цилиндрлар ўрнига аррали цилиндрларнинг такомиллаштирилган конструкциясини ишлатишда арралар орасидаги қистирмаларнинг тўлқинсимон юза ўлчамларини аниқлаш бўйича тажриба натижалари келтирилган.

Калит сўзлар: арра, қистирмалар, тўлқинсимон юза, цилиндр, металл чўтка, момик, колосниксиз линтер, туксизлантириш.

В статье представлены экспериментальные результаты определения размеров волнистой поверхности прокладки между пилами при использовании усовершенствованной конструкции пальчатых цилиндров вместо металлощеточных цилиндров, применяемых в бесколосниковых линтерах 1ЛБ, удаляющей линта до 4-5% от семян в первый этап двухэтапного метода оголения.

Ключевые слова: пила, прокладки, волнистая поверхность, цилиндр, металлическая щетка, пух, линтер без колосника, оголения.

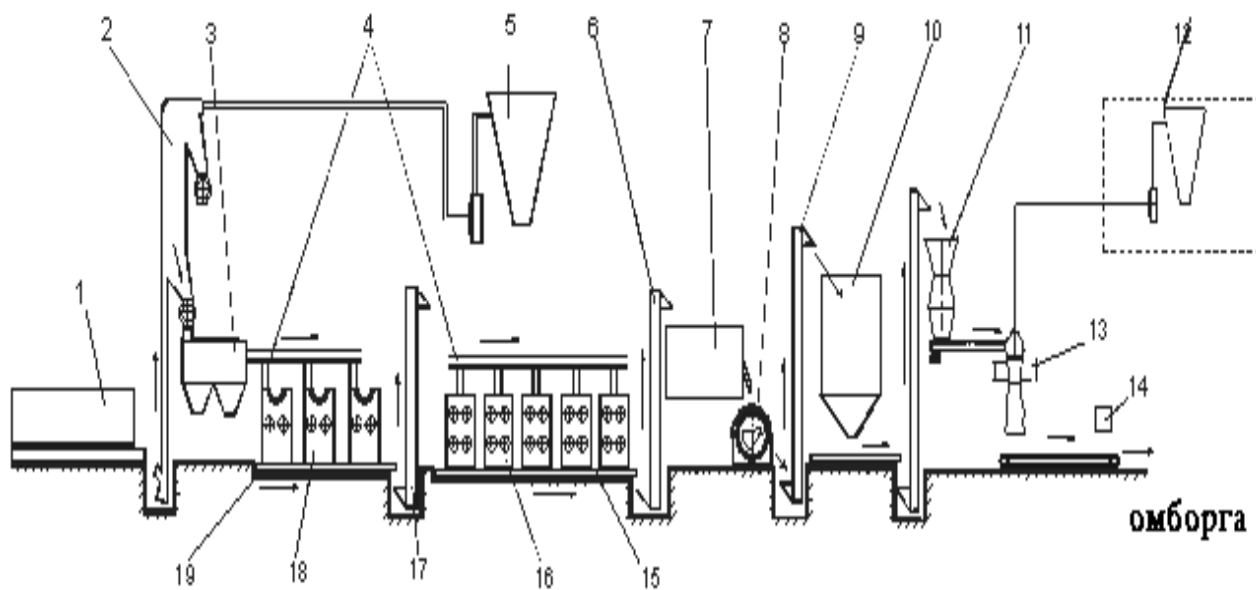
The article presents the experimental results of determining the wavy surface dimensions of the seals between the saws when using an improved design of saw cylinders instead of metal brush cylinders used in the 1LB colosnik-free linter, which depilates up to 4-5% in the first stage of the two-stage depilation method.

Key words: saw, gaskets, wavy surface, cylinder, metal brush, fluff, linter without colosnik, depilation.

Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2004 йил 23 декабрдаги 604-сонли «Ўза уруғчилигини ташкил этишни такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида» ги қарори билан «Ўзпахтасаноат» уюшмаси, “Пахтасаноат илмий маркази” АЖ томонидан 2005-2006 йилларда ихтисослаштирилган корхоналарни модернизация қилиш бўйича истикболли дастури асосида Республика бўйича 31 та уруғлик чигит тайёрлаш цехлари ишга туширилди [1, 2]. Шундан 16 таси уруғлик чигитларни туксизлантириш цехларини ташкил этади.

Пахта тозалаш корхоналарида бугунги кунда энг кўп чигитни механик туксизлантириш усулида тайёрланиш жорий қилинган бўлиб, механик туксизлантириш, ўз навбатида, бир босқичли ва икки босқичли туксизлантириш технологияси билан амалга оширилади [3, 4].

Шундан бир босқичли УЧДМ делинтерлари билан жихозланган цехлар 4 тани ташкил этиб, булар Чуст, Риштон, Ангор ва Ёздувон пахта тозалаш корхоналарида ишлатилиб келинмоқда, қолган 12 та цехда эса 1ЛБ колосниксиз линтер ва ОС-01 туксизлантириш машиналари билан жихозланган цехлардан ташкил этади (1-расм).



1-расм. Уруғдик чигитни икки босқичли туксизлантириш технологияси. 1- қабул қилиш бункери УПС; 2- ЧСА агрегати; 3- МЧТ механик чигит тозаллагич (ЧСА агрегати мажмуасига киради); 4- таксимловчи винтли конвейер; 5- циклон; 6- элеватор; 7- калиблагич; 8- триер; 9- элеватор; 10- туксизлантирилган чигитни йиғиш ва меъёрлаб узатиб бериш бункерлари БНОС; 11- чигит дориллагич; 12- ифлос ҳавони тозалаш курилмаси; 13- чигитни ўлчаб қоплаш аппарати; 14- қоп тикиш машинаси; 15- йиғувчи винтли конвейер; 16- ОС туксизлантириш машинаси; 17-элеватор; 18-1ЛБ колосниксиз линтери; 19- йиғувчи винтли конвейер.

1-расмда икки босқичли туксизлантириш усулида уруғлик чигитни тайёрлашда замонавий технологик ускуналарни ўрнатилиш кетма-кетлик схемаси келтирилган бўлиб, бу босқичда ЧСА агрегати ёрдамида тозаланади ва сараланади, кейин уруғлик чигит 1ЛБ русумли колосниксиз линтерларида 8-9% дан 3,0-4,0 % гача, ОС русумли туксизлантириш машиналарида 0,5% гача туклилик даражасигача туксизлантирилса, геометрик ўлчамлари бўйича сараланади, дориланади, чигитни ўлчаб қоплаш аппаратида қадоқланади ва қоп тикиш машинасида қопларнинг оғзи тикилади.

Цехнинг лойиҳавий қуввати ва иш унумдорлиги, қўлланилаётган туксизлантириш машиналари 1ЛБ ва ОС ларнинг миқдорига боғлиқ. Масалан, туксизлантирилган уруғлик чигит тайёрлашда бир цехда тавсия этиладиган машиналар муносабати 4:6 ни ташкил (4 дона 1 ЛБ ва 6 дона ОС) этса, у ҳолда, якуний маҳсулот бўйича иш унумдорлиги қуйидагини ташкил этади [5]:

- туксизлантирилган дориланган чигит бўйича 1680 kg/h;
- иш режими – мавсумда, 1.12 дан 25.02 гача, 3 сменада;
- фойдали вақт коэффициенти - 0,75;
- мавсумий иш вақти - 1260 h;
- маҳсулотнинг йиллик чиқиши - 1500 t.

Туксизлантириш технологик машиналарида асосан металл чўткали цилиндрлар ишлатилади, икки босқичли туксизлантириш усулида машиналар шундай жойлаштирилганки биринчи босқичда чигит тукининг 4-5 % ни ажратиб иккинчи босқичга тўлиқ туксизлантириш учун узатади. Босқичма босқич туксизлантиришда чигитнинг механик шикастланишини камайтириш билан умумий технологиянинг иш унумдорлиги оширилади. Уруғлик чигитларнинг туклилик даражасининг 9,0% лигини ҳисобга олинса унда биринчи босқич туксизлантириш жараёнидан стандарт талабига мос келадиган момиқ олиш имконияти мавжуд, бунда чигит юзасидан момиқни қириш эмас балки узишни амалга ошириш керак, буни аррали цилиндрлар асосида амалга оширилади.

Аррали цилиндрларнинг оралик қистирмаларининг юза шакли чигитни айлантеришга ва чигит юзасидан момиқни олишга таъсири катта бўлади, шунинг учун оралик қистирмаларнинг юзасини тўлқинсимон қилиб, арра ҳаракат томон эгилишини таъминлаб тайёрлашни тавсия берилди.

Арра оралик қистирмаларининг юза қисми шаклини чигит тукини қиришга таъсирини ўрганиш учун, тўлқинсимон юзанинг қадамини 12; 13; 14 мм га, тўлқинсимон юзасининг арра ҳаракати йўналиши бўйлаб 15°, 30°, 45° бурчакка эгиб тайёрланди, бунда қистирманинг диаметри 251 мм да, эъни 6 мм да бўлди. Цилиндрнинг айланишлар тезлигини



2-расм. Арра оралик қистирмаларини тайёрлаш учун шестерналар.

эса 730 айл/минга ўрнатилди. Тажриба натижалари қуйидаги 1-жадвалда келтирилган. Тажрибаларни ўтказишда С-6524 селекция навли, туклилиги 9,0 % ли, намлиги 7,8 % ли, механик шикастланиши 3,8 % ли чигитлардан фойдаланилди.

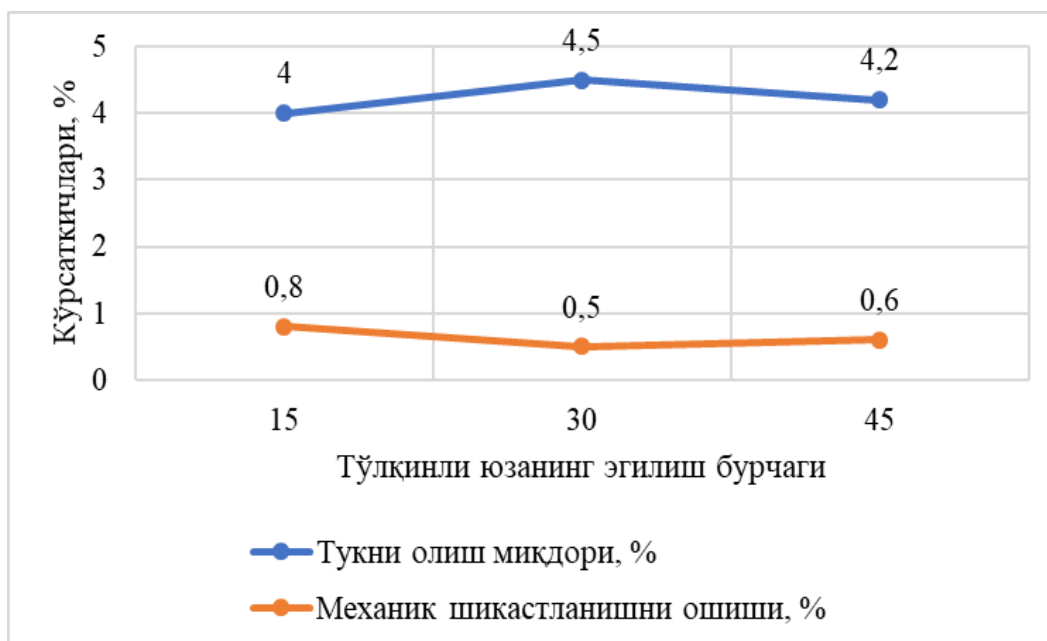
Қалинлиги 2 мм ли эъни 6 мм ли пўлат ленталардан тўлқинсимон юзаларни тайёрлаш учун ҳар бир ўлчамдаги шестерналарни тайёрлаб, стендга ўрнатилди ва керакли ўлчамни тайёрлашда шестерналар алмаштириб борилди 2-расм.

1-жадвал

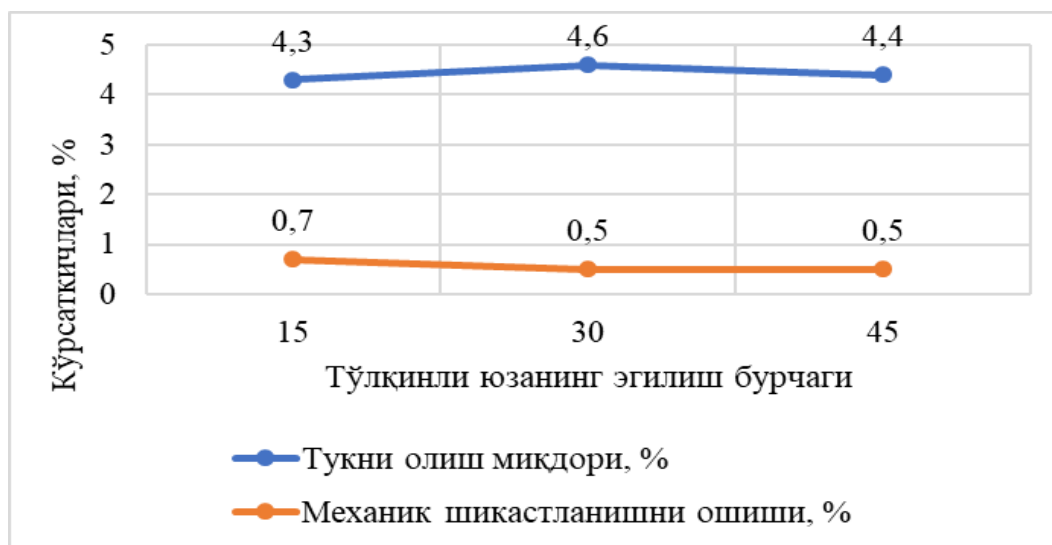
Арра оралик қистирмасининг юзасини ўлчамларини ўзгаришида чигитнинг сифат кўрсаткичларига таъсири.

Тўлқинсимон юза қадами, мм	Тўлқинларнинг эгилиш бурчаги, °С	Тук қолдиғи, %	Механик шикастланганлиги, %	Тукни олиш миқдори, %	Механик шикастланишни ошиши, %
12	15	5	4,6	4,0	0,8
	30	4,5	4,3	4,5	0,5
	45	4,8	4,4	4,2	0,6
13	15	4,7	4,5	4,3	0,7
	30	4,4	4,3	4,6	0,5
	45	4,6	4,3	4,4	0,5
14	15	5,2	4,9	3,8	1,1
	30	4,8	4,7	4,2	0,9
	45	5,5	4,8	3,5	1,0

Юқоридаги 1-жадвалдан кўринадики арра қистирмасининг тўлқинсимон юза қадамини 12 мм га, эгилиш бурчагини 15° га ўрнатилганида чигитнинг тук қолдиғи 5,0 % ни ташкил этиб, тукни олиш миқдори 4,0 % ни, чигитнинг механик шикастланиши эса 4,6 % ни ташкил этиб, механик шикастланишини ошиши 0,8 % ни ташкил этмоқда. Жадвалдаги натижаларга эътибор берилса тук қолдиғи тўлқинсимон юзанинг қадами 12-13 мм да 14 мм га нисбатан камайганлигини кўрамиз, бунда қадамнинг катталашувида чигитни айлантеришга таъсирини камайишига олиб келади деб изоҳлаймиз. Юзанинг тўлқинлик бурчаклари эса чигитни айлантеришга ва момиқни чигит орасидан тез чиқиб кетишига таъсир этади, бунда бурчакларнинг ўзгаришида тук қолдиғининг миқдорини ва чигитнинг



3-расм. Тўлқинсимон юзанинг эгилиш бурчагини тукни олиш миқдорига ва чигитни механик шикастланишини ошишига таъсири (тўлқинлар қадами 12 мм).

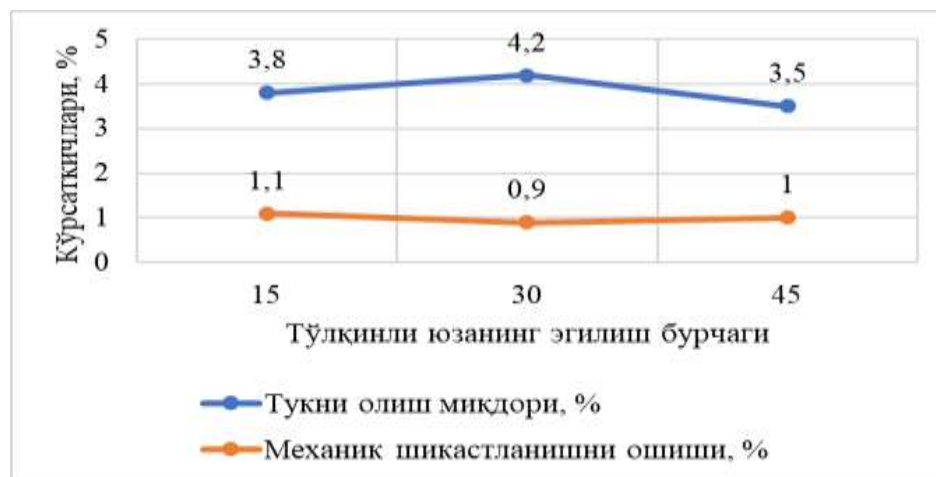


4-расм. Тўлқинсимон юзанинг эгилиш бурчагини тукни олиш миқдорига ва чигитни механик шикастланишини ошишига таъсири (тўлқинлар қадами 13 мм).

механик шикастланишига таъсирини кўрамыз. Тажриба натижаларини тушунтириш учун график кўринишида берилган 3-5-расмлар.

Тўлқинларнинг қадами 12 ммда тўлқинларнинг арра ҳаракат йўналиши томон эгилиш бурчакларини 15, 30, 45° ларга ўрнатиб ўтказилган тажрибаларда (3-расм) тукни олиш миқдори тўлқиннинг эгилиш бурчагини 30° да тукни олиш миқдори 4,5 % ни ташкил этиб бошқа бурчакларга нисбатан юқори эканлигини, чигитни механик шикастланишини ошиши эса пастлигини, 0,5 % ни ташкил этмоқда.

Тўлқинларнинг қадамини 13 мм га ўрнатилишида (4-расм) тукни олиш миқдори тўлқинли юзанинг эгилиш бурчагининг 30° да 4,6 % ни ташкил этиб, қолган бурчаклардан юқори бўлиб, чигитнинг механик шикастланиши эса 30-45° да энг кам ошганлигини (0,5 % га) кўрсатди.



5-расм. Тўлқинсимон юзанинг эгилиш бурчагини тукни олиш миқдорига ва чигитни механик шикастланишини ошишига таъсири (тўлқинлар қадами 14 мм).

Тўлқин қадамининг 14 мм да (5-расм) бурчагини 15⁰ да тукни олиш миқдори 3,8 %, чигитнинг механик шикастланишини ошиши 1,1 % ни ташкил этса, 30⁰ да бу кўрсаткичлар 4,2 % ва 0,9% ни, 45⁰ да 3,5 % ва 1,0% ни ташкил этмоқда.

Арра оралиқ қистирмаларининг тўлқинсимон юза эгилиш бурчакларини, унинг қадами ўзгаришида тукни олиш миқдорига ва чигитнинг механик шикастланишини ошишига таъсирини аниқлаш бўйича ўтказилган тажриба натижаларидан маълум бўлдики тўлқинлар қадамининг 12, 13 мм да ва оғиш бурчагининг 30⁰ да тукни олиш миқдори бошқаларга нисбатан яхши ва чигитнинг механик шикастланишини ошиши талаб даражасида эканлиги аниқланди, лекин тукини олиш миқдорини талабдан пастлигини кўришимиз мумкин [6].

Тукни олишга арра оралиқ қистирмасининг диаметри ҳам таъсир этиши мумкин бўлиб, диаметрнинг катта ёки кичик бўлишидан арра оралиғига чигитлар тушиб қолиши ёки чиқиб туриши мумкин, бунда арра орасига чигитлар тушиб кетишидан орасига тикилиш хосил қилиб, цилиндрнинг ишини пасайтиришга, яъни тук олиш миқдорига ва чигитнинг механик шикастланишини ошишига сабаб бўлади. Қистирманинг диаметрининг катталаштирилишидан чигитлар арра устида ҳаракатланиб, арра тишларининг ён қисмининг ишлашига ҳалақит беришидан чигитнинг тукини олиш миқдорига ва механик шикастланишига салбий таъсир кўрсатиши мумкин, шунинг учун қистирманинг диаметрини аниқлаш бўйича тажриба изланишлар давом эттирилади.

Адабиётлар

- [1]. Илмий-тадқиқот иши бўйича ҳисобот. Мамлакатимиз ва хориждан келтирилган тозалаш, саралаш, калибрлаш ва дорилаш ускуналарини қўллаб, цехлар лойиҳалари учун техник талабларни тайёрлаш, тукли ва туксизлантирилган уруғлик чигит тайёрлаш учун технологик регламентини ишлаб чиқиб, тадбиқ этиш (2005 йилда 13 дона цех ва 2006 йилда 18 дона цех). № 050901. «Пахтасаноат илмий маркази» АЖ. Тошкент 2006й.
- [2]. Юнусов Р.Ф., Дьячков В.В., Джамолов ва бошқалар. Уруғлик чигит, уни тайёрлаш технологияси ва уруғлик чигит тайёрлаш цехларида ишлатиладиган асосий ускуналар ПДИ 09-2008, «Paxta tozalash IChB» ОАЖ, Тошкент, 2008.
- [3]. Р.К.Джамолов. Усовершенствованная технология двухстадийного оголения. Инновации, качество и сервис в технике и технологиях. IV-я Международная научно-практическая конференция, посвященная 50-летию Юго-Западного государственного университета, г. Курск, Россия, Том 1, 2014 г.
- [4]. Ракипов В.Г., Джамолов Р.К. ва бошқалар. Уруғлик чигит делинтерлаш машинаси (УЧДМ) нинг ишлатилиши, монтажи ва ростланишлари бўйича йўриқнома ПДҚИ 74-2006, «Paxta tozalash IChB» ОАЖ, Тошкент, 2006.
- [5]. «Уруғлик чигит тайёрлаш технологик регламенти», УЧТ 97-2022, «Пахтасаноат илмий маркази» АЖ босмахонаси. Тошкент-2022 й.-48 в.
- [6]. Справочник по первичной обработке хлопка. Книга 1, Ташкент-1994 г., 373-379 с.

ПАХТА РЕГЕНЕРАТОРИНИНГ АСОСИЙ ПАРАМЕТРЛАРИНИ ТОЗАЛАШ САМАРАДОРЛИК ТАЛАБЛАРИГА КЎРА АНИҚЛАШ

Т.М. Кулиев¹, Ж.Ғ. Ғайратов², А.Р. Абидова²

¹“Пахтасаноат илмий маркази” АЖ

²Фарғона политехника институтини
(Қабул қилинди 29.08.2023 й.)

Мақолада такомиллаштирилган пахта регенераторининг асосий параметрларини кўп омилли тажрибалар усули орқали аниқлаш натижалари келтирилган бўлиб, натижада регенерация барабанидаги биринчи панжара колосниклари оралиқ масофаси 45 мм ни, клапаннинг конуслик бурчаги 22° ни ва аррачали барабанлар айланишлар сони 300 айл/минутни таъкил этди.

Калит сўзлар: колосникли панжара, регенератор, клапан, кўп омилли, кирувчи параметрлар, регрессия тенгламаси.

В статье представлены результаты определения основных параметров усовершенствованного регенератора хлопка методом многофакторного эксперимента, в результате расстояние между первыми колосниками решеток в регенерационном барабане составляет 45 мм, угол конусности клапана – 22° , а число оборотов пильных барабанов 300 об/мин.

Ключевые слова: колосниковая решетка, регенератор, клапан, многофактор, входные параметры, уравнение регрессии.

The article presents the results of determining the main parameters of the improved cotton regenerator by the method of multi-factor experiments, as a result, the distance between the first grid columns in the regeneration drum is 45 mm, the taper angle of the valve is 22° , and the number of revolutions of the saw drums is 300 rpm.

Keywords: colosnic grid, regenerator, valve, multifactor, input parameters, regression equation.

Бугунги кунда пахта тозалаш корхоналарида аксиал таъсирли тозалагичлардан регенерация сифатида фойдаланилади ва уларни регенераторлар деб аталади. Булар 80-йиллар бошида ишлаб чиқилган ПЛПХ оқимли тизимидан ажралаётган йирик ифлосликлар орасидаги пахта бўлакларини ажратиш олиш учун РХ, 1РХ, РХ-1, 2РХМ регенераторлар жумласидан [1,2].

Амалда ишлатилаётган РХ регенераторининг конструкцияси тахлилидан аниқланганки унинг асосий камчилиги тозалаш самарасининг пастлиги, чиқиндига кўп пахта бўлакчаларини ўтиши ва чиқинди шнек орқали чиқарилишида ҳавонинг камерага сўрилиши эвазига майда ифлосликларнинг орқага камера ичига кириб кетишидир. РХ регенераторининг ишини кузатишлар шуни кўрсатдики, пахта бўлакларини тозалаш такрорийлиги 3-4 марта бўлиб, ушбу ускунани такомиллаштиришлар асосида йирик ифлосликлардан тозалаш самарасини тола сифатини ёмонлаштирмасдан 80% дан ошириш ва чиқиндидаги пахта бўлакларини камайитириш имконини беради.

РХ регенераторида чиқиндидан пахта бўлакларини ажратиш ва уни тозалаш самарасини ошириш учун колосникли панжарасини ва чиқинди чиқариш клапанининг конструкциялари такомиллаштирилди ва ускунанинг самарадорлигини аниқлаш бўйича тажрибалар ўтказилди [3, 4].

Ўтказилган дастлабки тажриба натижалари бўйича пахта регенераторининг сифатли ишлашини таъминланишига таъсир этувчи асосий омиллар аниқланди ва кўп омилли тажрибалар ўтказилди. Тажриба ишлари Султон селекция навли, II-саноат навли, 2-синфли дастлабки ифлослиги – 9,8 %, намлиги – 8,6 %, пахтада ўтказилди.

Регенерацияда ажралаётган пахтанинг сифатини баҳолашнинг критерия чегараси сифатида регенераторнинг тозалаш самараси Y_1 ва чиқиндида пахта бўлаклари миқдори Y_2 олинди. Белгиланган критерияларга таъсир этувчи асосий омиллар: X_1 – регенерация барабанидаги биринчи панжара колосниклари оралиқ масофаси, мм, X_2 – Клапаннинг конуслик бурчаги, $^{\circ}$, X_3 – Аррачали барабанлар айланишлар сони, айл/мин, қабул қилинди.

Дастлабки тажрибалар асосида регенераторнинг ишлаш сифатига таъсир этувчи омилларнинг қадами ва оралиғи 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

Омиллар оралиғи ва уларнинг қадамлари

№	Омиллар	Ўлчов бирлиги	Омилларнинг белгиланиши		Қадами	Омилларнинг ҳисоблаш оралиғи		
			Натурал	Кодланган		-1	0	+1
1	Регенерация барабанидаги биринчи панжара колосниклари оралиқ масофаси	мм	h	X ₁	5	40	45	50
2	Клапаннинг конуслик бурчаги	°C	α	X ₂	10	10	20	30
3	Аррачали барабанлар айланишлар сони	айл/мин	V	X ₃	50	250	300	350

Тажриба синовларини ўтказишда тўлиқ омилли PLANEXP-2 иккинчи тартибли В₃ режалаштириш усулидан фойдаланилди.

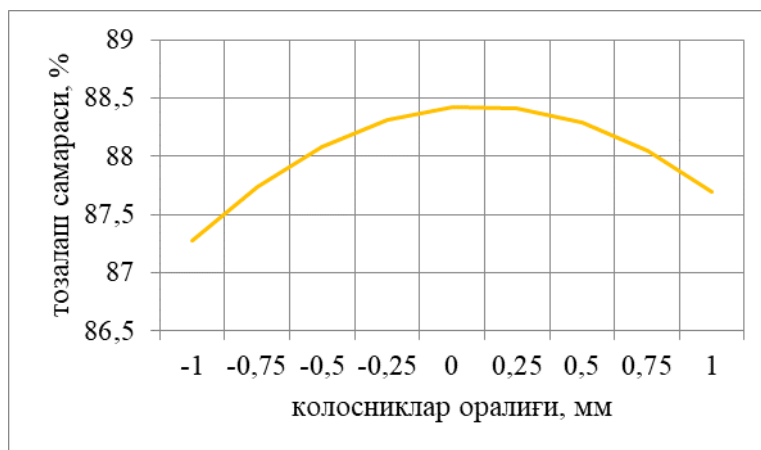
Тозалаш самараси Y₁ бўйича критериясига кўра Стюдент критериясининг жадвал кўрсаткичи T(28)=2.048 га, Кохрен критериясининг жадвал кўрсаткичи G(2,14)=0.3539 га, Кохрен критериясининг ҳисобий кўрсаткичи =0.2627458 га тенг бўлиб, такрорланувчанлик дисперсияси = 0.0607145 тенг бўлди.

Бунда қуйидаги регрессия тенгламасини олампиз:

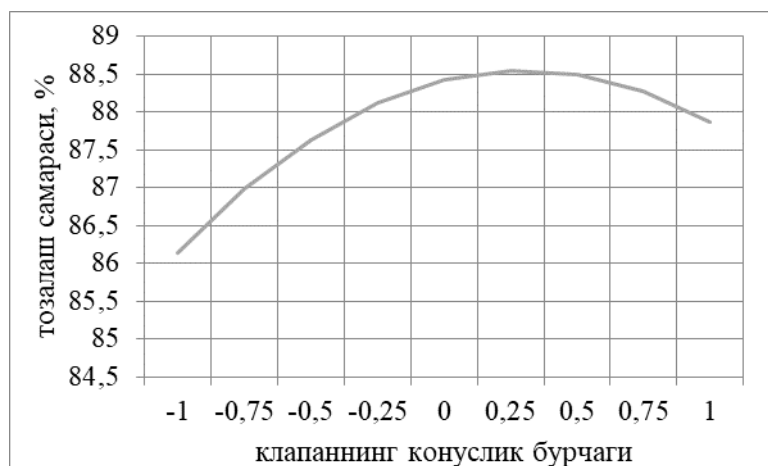
$$Y_1 = 88,42084 + 0,21X_1 + 0,86X_2 + 1,25334X_3 - 0,93749X_1^2 + 0,45833X_1X_2 - 1,42082X_2^2 - 0,35833X_2X_3 - 2,02084X_3^2 \quad (1)$$

Математик моделни (1) адекватлигини текшириш шуни кўрсатдики: адекватлик дисперсияси =3.513349E-02 га тенг, Фишер критериясининг ҳисобий кўрсаткичи =1.736002 га, Фишер критериясининг жадвал кўрсаткичи FT (5, 8) = 2.56 га тенг бўлиб, олинган моделнинг адекватлигини кўрсатди.

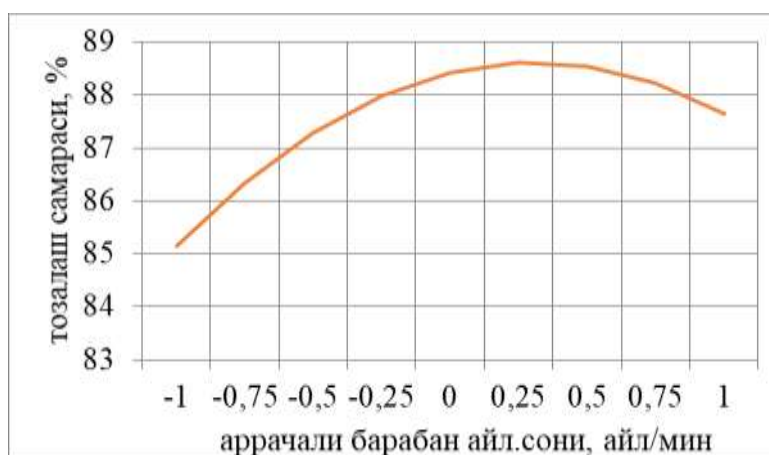
Пахта регенераторининг тозалаш самараси Y₁ ни етарли даражада тавсифловчи регрессия тенгламасидаги ҳар бир кирувчи омилни жараёнга таъсирини кўрсатувчи графиклар қурилди (1-расм).



а)



б)



в)

1-расм. Кирувчи омилларнинг тозалаш самарасига таъсири.

Юқоридаги 1-расмдаги графиклардан кўриниб турибдики, X_1 – регенерация барабанидаги биринчи панжара колосниклари оралиқ масофаси базавийгача ортиши тозалаш самарасига ижобий таъсир кўрсатиб, базавийдан ўтиши билан тозалаш самарасининг камайишини кўришимиз мумкин (а), бунда колосниклар оралиғининг катталаштириш колосниклар сонини камайитиришга олиб келади ва пахтани урилиб тозалашлар камаяди, шунингдек X_2 – клапаннинг конуслик бурчаги (б) ва X_3 – аррачали барабанлар айланишлар сонининг ўзгаришида графикларда (в) базавий қийматларигача тозалаш самарасининг кўпайишини, базавийдан ўтиши билан камайишини кўраемиз. Бунда клапан бурчагини кўп ортиши конуснинг юқори қисмининг тўлмаслигидан клапан қопқоғининг очилиши билан ҳавонинг орқага тортилиши юзага келади, аррачали барабан тезлигини ортиши ҳам тозалаш самарасига салбий таъсир кўрсатар экан.

Кўп омилли тажриба натижаларни тасдиқлаш учун пахта регенераторининг мақбул қийматларини аниқлаш бўйича оптимизация масаласини кўриб чиқамиз.

Чегаравий шартлар:

$$\begin{aligned} Y_1 & \rightarrow \max \\ Y_2 & \leq 3\% \end{aligned}$$

Ҳосил бўлган оптимизация масаласи тасодифий қидирув усули ва замонавий компьютер амалий программалар дастурлари ёрдамида ечилди ва қуйидаги оптимал ечимлар олинди (2-жадвал):

Математик моделни оптималлаштириш натижалари

Факторлар	X_1	X_2	X_3
Кодланган	0,184507	0,296613	0,283806
Натураль	45,923	22,966	314,190
яхлитлангани	45	22	300

Демак, ўтказилган тажрибалар натижаси бўйича X_1 – регенерация барабанидаги биринчи панжара колосниклари оралиқ масофаси, 45 мм, X_2 – Клапаннинг конуслик бурчаги, 22° , X_3 – Аррачали барабанлар айланишлар сони, 300 айл/минут қабул қилинди.

Берилган омиллар қийматида янги конструкцияли ишчи қисмлардан иборат пахта регенераторининг самарали ишлаши кузатилди, яъни тозалаш самараси 88,7 %, чиқинди таркибида чигитли пахта миқдори 2,5 % дан камайганлигига эришилди.

Адабиётлар

- [1]. Пахтани дастлабки ишлаш бўйича қўлланма. – Тошкент. “Nodirabegim nashriyoti”, 2019 й. -477 б.
- [2]. Очиститель-регенератор хлопка-сырца РХ. //Хлопковая промышленность. №3. 1978, Ташкент С. 13-14.
- [3]. Abidova A.R., Kuliev T.M., Djamolov R.K. DETERMINATION OF THE MAIN PARAMETERS OF THE IMPROVED COTTON REGENATOR BASED ON MULTIFACTOR EXPERIMENTS. JMEA Journal of Modern Educational Achievements 2023, Volume 8. <https://scopusacademia.org/>. Индия. SJIF factor: 7.34.
- [4]. Абидова А.Р., Джамолов Р.К. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ УСТРОЙСТВА ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ ОТХОДОВ ХЛОПКА//Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2023. 5(110). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/15455>.

УДК 621.86.065

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ
ПОЛИМЕРНЫХ СТРОП ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Б. Рахманов

*Ферганский политехнический институт
(Получена 17.07.2023 г.)*

В статье приведен пример математического моделирования вязкоупругих свойств полимерных текстильных материалов. В качестве математического моделирования вязкоупругости полимерных текстильных материалов более сложной макроструктуры, к которым следует отнести тканые ленты, пряжу, жгуты, канаты и т.д., использована функция нормированный арктангенс логарифма приведенного времени (НАЛ).

Ключевые слова: строительство, строительно-монтажные операции, синтетический строп, синтетические волокна, математические модели, деформационные свойства, компьютерные методы, модуль упругости, модуль вязкоупругости, ползучесть, линейная плотность.

The article gives an example of mathematical modeling of viscoelastic properties of polymeric textile materials. As a mathematical modeling of the viscoelasticity of polymeric textile materials with a more complex macrostructure, which should include woven tapes, yarn, tows, ropes, etc., the function of the normalized arc tangent of the reduced time logarithm (NAL) was used.

Key words: construction, construction and assembly operations, synthetic sling, synthetic fibers, mathematical models, deformation properties, computer methods, elastic modulus, viscoelastic modulus, creep, linear density.

Мақолада полимер тўқимачилик материалларининг эластик хусусиятларини математик моделилаштиришига мисол келтирилган. Тўқилган ленталар, синтетик тола, ип ва арқонлар каби мураккаб макротузилмага эга бўлган полимер тўқимачилик материалларининг ёпишқоқ-эластиклик ҳолатини математик моделилаштириши учун нормалаштирилган вақт оралигидаги арктангенс логарифми функцияси ишлатилган.

Калит сўзлар: қурилиш, қурилиш-монтаж ишлари, синтетик строплар, синтетик толалар, математик моделлар, деформацияланиш хоссалари, компьютер усуллари, эластиклик модули, ёпишқоқэластиклик модули, судралувчанлик, чизикли зичлик.

Введение. Появление современных материалов для изготовления синтетических строп для строительства обосновывает поиск новых математических моделей деформационных свойств и применения для их исследования соответствующих компьютерных методов обработки экспериментальных данных (информации). Разработка новых методов исследования механических свойств синтетических строп способствуют повышению достоверности прогнозирования деформационных процессов происходящих при подъемно-транспортных и строительно-монтажных операциях [1,2].

Методы исследования. Статья посвящена применению методов для решения задач по сравнительному анализу свойств полимерных материалов, в частности синтетических строп, для исследования взаимосвязи указанных свойств со структурой и их целенаправленного технологического регулирования, а также для расчетного прогнозирования кратковременных и длительных механических воздействий [3,4].

Проведенный анализ деформационных свойств полимерных материалов выявил влияние геометрических размеров, линейной плотности, способа переплетения прядей, компонентного состава и др. на их деформационные свойства [5,6].

Результаты исследований. При помощи компьютерных методик расчета вязкоупругих характеристик определялись значения: модуля упругости E_0 , модуля вязкоупругости E_∞ , параметра интенсивности процесса релаксации $b_{n\varepsilon}$, деформационно-временной функцию $f_{\varepsilon_{1\varepsilon}}$, начальной податливости D_0 , предельно-равновесной податливости D_∞ , параметра интенсивности процесса ползучести $b_{n\sigma}$ и сило-временной функции $f_{\sigma_{1\sigma}}$ а для

полимерных канатов разного компонентного состава, диаметра, линейной плотности и типа плетения (табл. 1., рис. 1., рис. 2.).

В таблице 5.1. приведены расчетные характеристики процессов релаксации и ползучести полимерных канатов, используемых для синтетических строп.

Расчетные характеристики процессов релаксации и ползучести полимерных канатов

Таблица 1.

Диаметр, мм.	Линейная плотность, ГПа	Модуль упругости, ГПа	Модуль вязкоупругости, ГПа	Интенсивность релаксации,	Начальная податливость, ГПа ⁻¹	Предельно-равновесная податливость, ГПа ⁻¹	Интенсивность ползучести
Полиамид трехпрядный							
2	0,005	8,9	0,65	9,67	0,11	1,6	6,31
4	0,010	8,4	0,74	9,16	0,12	1,4	6,09
6	0,020	7,9	0,83	8,67	0,13	1,2	5,87
8	0,048	7,4	0,91	8,14	0,14	1,1	5,48
12	0,084	6,5	1,1	7,48	0,15	0,91	4,98
16	0,170	6,1	1,2	5,17	0,16	0,71	3,58
Полиамид восьмипрядный							
10	0,53	6,9	0,41	7,84	0,15	1,0	5,27
12	0,80	6,5	0,44	7,48	0,15	0,91	4,98
16	0,81	5,1	0,48	3,84	0,20	2,1	2,53
32	0,94	4,7	0,56	3,38	0,21	1,8	2,29
Полипропилен трехпрядный							
2	0,004	11,91	0,36	10,6	0,07	2,66	7,10
4	0,009	11,74	0,37	10,5	0,08	2,64	7,04
6	0,019	11,57	0,37	10,4	0,08	2,62	6,98
8	0,039	11,40	0,38	10,3	0,09	2,61	6,92
12	0,075	11,05	0,38	10,09	0,09	2,55	6,79
16	0,110	10,70	0,39	9,89	0,09	2,51	6,67
Полипропилен восьмипрядный							
10	0,19	9,15	0,44	7,17	0,10	2,17	4,7
12	0,22	9,02	0,46	7,04	0,10	2,15	4,67
16	0,27	8,90	0,48	6,92	0,11	2,10	4,61
32	0,45	8,40	0,54	6,42	0,12	1,93	4,37
Полипропилен 50%, полиамид 50%							
2	0,006	9,67	1,05	7,13	0,08	0,98	4,71
4	0,013	9,55	1,10	7,07	0,09	0,92	4,66
6	0,09	9,42	1,15	7,00	0,09	0,86	4,62
8	0,17	9,31	1,20	6,94	0,11	0,83	4,58
12	0,32	9,02	1,30	6,81	0,11	0,77	4,48
16	0,48	8,81	1,40	6,68	0,11	0,71	4,39

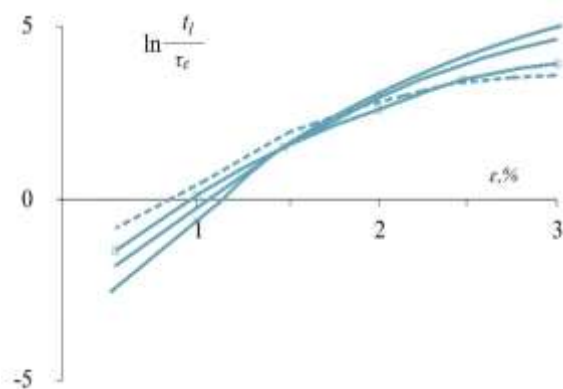


Рис. 1. Среднестатистические времена релаксации τ_ϵ канатов диаметра 16 мм, $T=20^\circ\text{C}$ (1 - капроновый трехрядный, 2 – капроновый восьмирядный, 3 - полипропиленовый трехрядный, 4 – полипропиленовый восьмирядный).

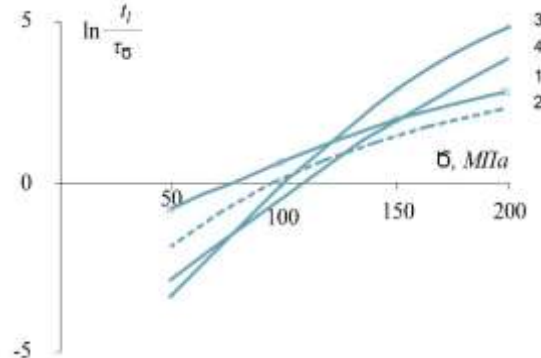


Рис. 2. Среднестатистические времена запаздывания τ_σ канатов диаметра 16 мм, $T=20^\circ\text{C}$ (1 - капроновый трехрядный, 2 - капроновый восьмирядный, 3 - полипропиленовый трехрядный, 4 -полипропиленовый восьмирядный).

Аналогично полимерным канатам, определялись значения: модуля упругости E_0 , модуля вязкоупругости E_∞ , параметра интенсивности процесса релаксации $b_{n\epsilon}$, деформационно-временной функцию $f_{\epsilon,1\epsilon}$, начальной податливости D_0 , предельно-равновесной податливости D_∞ , параметра интенсивности процесса ползучести $b_{n\sigma}$ и сило-временной функции $f_{\sigma,1\sigma}$ а для полимерных веревок и каболок разного компонентного состава, диаметра, линейной плотности и типа плетения (табл. 2., рис. 3, рис. 4).

Таблица 2.

Диаметр, мм.	Линейная плотность, ГПа	Модуль упругости, ГПа	Модуль вязкоупругости, ГПа	Интенсивность релаксации,	Начальная податливость, ГПа ⁻¹	Предельно-равновесная податливость, ГПа ⁻¹	Интенсивность ползучести
Полиамид трехрядный							
2	0,005	8,9	0,65	9,67	0,11	1,6	6,31
4	0,010	8,4	0,74	9,16	0,12	1,4	6,09
6	0,020	7,9	0,83	8,67	0,13	1,2	5,87
8	0,048	7,4	0,91	8,14	0,14	1,1	5,48
12	0,084	6,5	1,1	7,48	0,15	0,91	4,98
Полипропилен трехрядный							
2	0,004	11,91	0,36	10,6	0,07	2,66	7,10
4	0,009	11,74	0,37	10,5	0,08	2,64	7,04
6	0,019	11,57	0,37	10,4	0,08	2,62	6,98
8	0,039	11,40	0,38	10,3	0,09	2,61	6,92
12	0,075	11,05	0,38	10,09	0,09	2,55	6,79
Полипропилен 50%, полиамид 50%							
2	0,006	9,67	1,05	7,13	0,08	0,98	4,71
4	0,013	9,55	1,10	7,07	0,09	0,92	4,66
6	0,09	9,42	1,15	7,00	0,09	0,86	4,62
8	0,17	9,31	1,20	6,94	0,11	0,83	4,58
12	0,32	9,02	1,30	6,81	0,11	0,77	4,48

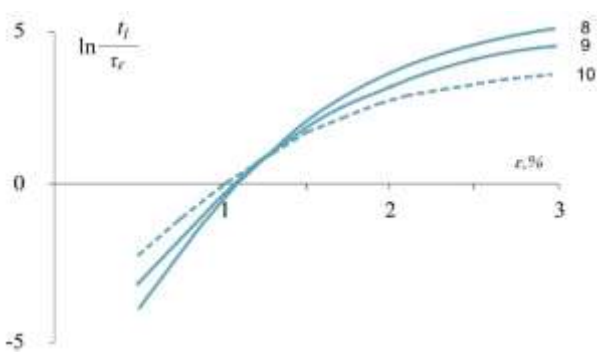


Рис. 3. Среднестатистические времена релаксации τ_ϵ технических капроновых фалов (шнуров), $T = 20^\circ\text{C}$ (8 - диаметр 4 мм, 9 - диаметр 8 мм, 10 - диаметр 12 мм).

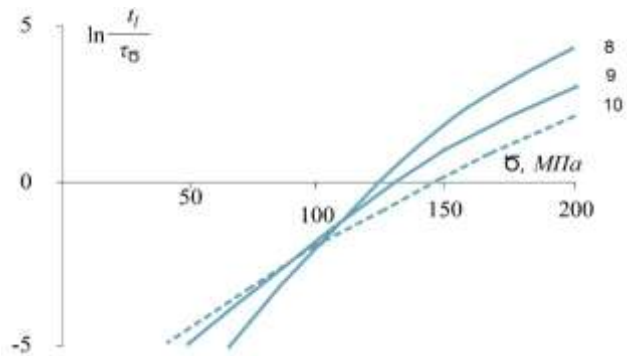


Рис. 4. Среднестатистические времена запаздывания τ_σ технических капроновых фалов (шнуров), $T = 20^\circ\text{C}$ (8 - диаметр 4 мм, 9 - диаметр 8 мм, 10 - диаметр 12 мм).

Определенные вязкоупругие характеристики полимерных изделий помогают осуществить наилучший выбор объекта, обладающего определенными деформационными свойствами.

Например, сравнивая расчетные характеристики для образцов канатов с одинаковым типом переплетения и одного диаметра, но разного компонентного состава (капрон и полипропилен), получаем почти двукратное увеличение структурных коэффициентов $b_{n\epsilon}$ и $b_{n\sigma}$ для изделий из полипропилена, по сравнению с капроном, что означает более быструю релаксацию капрона. В данном случае на процессы релаксации и ползучести оказывает влияние компонентный состав соответствующих образцов [7,8].

Аналогично, рассматривая образцы канатов, произведенных из одного типа полимеров и одинакового диаметра, но различные по типу прядения и по линейной плотности, отмечаем уменьшение структурных коэффициентов $b_{n\epsilon}$ и $b_{n\sigma}$ при возрастании числа прядей и линейной плотности (процессы релаксации и ползучести ускоряются), несмотря на увеличение линейной плотности.

Другим примером применения разработанных методов определения вязкоупругих характеристик полимерных канатов служит задача о влиянии диаметра каната на его деформационные свойства. С уменьшением диаметра канатов, изготовленных из одного полимерного материала, одинакового типа прядения происходит уменьшение структурных параметров $b_{n\epsilon}$ и $b_{n\sigma}$, что означает ускорение процессов релаксации и ползучести. Кроме того, с уменьшением диаметра каната функции среднестатистических времен релаксации и запаздывания сдвигаются в сторону малых деформаций и напряжений. Данное обстоятельство также говорит об ускорении указанных процессов.

Применение разработанных методов на практике заметно упрощается благодаря автоматизации вычислений с помощью соответствующего программного обеспечения [9]. Объединение программ в единый программный комплекс с общим интерфейсом определяет их универсальность и возможность параллельного использования при моделировании деформационных свойств полимерных материалов.

Заключение. Таким образом, разработанные и приведённые в настоящей статье методики, находят своё применение как в научных и учебных целях - при исследовании деформационных свойств полимерных материалов, так и в технологических целях - для целенаправленного отбора образцов материалов, обладающих определенными вязкоупругими свойствами. Применение разработанных методик на практике заметно упрощается благодаря компьютеризации соответствующих вычислительных процессов. Включение методик определения характеристик и прогнозирования деформационных процессов в единые программные пакеты определяет их универсальность и возможность использования при прогнозировании любых вязкоупругих процессов полимерных материалов.

Список литературы

- [1]. Абдуллаев И.Н., Рахманов Б.К. Проблемы производства и применения грузозахватных приспособлений из синтетических лент и канатов в Узбекистане // Подъемно-транспортное дело. Научно-технический, производственно-экономический и информационный журнал. Москва. 2018. № 6. С. 5–7.
https://klgtu.ru/upload/science/bmf/bmf_2020/tom_2.pdf
- [2]. Сулейманова Л.А., Рахманов Б.К., Кочерженко В.В., Солодов Н.В. “Перспективные направления развития технологии такелажных работ с использованием стропов на текстильной основе”. Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, №7. 2018 г. БГТУ, Россия, ФерПИ, Узбекистан.
- [3]. Рахманов Б.К., Раззаков С.Ж., Абдуллаев И.Н. Составные компоненты деформирования и разрушения синтетических тканых лент // Научно-технический журнал ФерПИ. 2021. Том 25, № 2. С. 74.
- [4]. Рахманов Б.К., Алиматов Б.А. Специальные строповочные устройства. Наука и инновации. Сборник докладов Международной научно-практической конференции (к 165-летию со дня рождения В.Г. Шухова). Белгород. 2018. Стр. 264-267.
- [5]. S.J. Razzakov, I.N. Abdullayev, B.K. Raxmanov. COMPONENTS OF DEFORMATION AND FAILURE OF SYNTHETIC WOVEN TAPES. Scientific-technical journal, 2021. №2. С. 23-28.
- [6]. Бартенев Г.М., Френкель С.Я. Физика полимеров. М.: Химия. - 1990.- 432с.
- [7]. Насенков П.В., Недоступ А.А., Наумов В.А. Экспериментальное исследование разрывного усилия и относительного удлинения рыболовных веревочно-нитевидных изделий с различной скоростью разрыва и длиной исследуемых образцов. Научный журнал «Известия КГТУ», № 58, -С.35-48. 2020 г.
<http://elibrary.ru/item.asp?id=43781557>
- [8]. Каланчук О.Э., Лебедева СВ., Пушкарь Д.В. Разработка компьютерных методов анализа деформационных свойств полимеров и прогнозирования деформационных процессов/ТВ кн.: V Международная конференция "Микромеханизмы пластичности, разрушения и сопутствующих явлений", 21-27 июня 2010, г. Тамбов, Россия, с. 127.
- [9]. Кукин Г.М. Оценка механических свойств текстильных нитей. Текстильная промышленность. - 1987. - N2. - С.59-60.
- [10]. Аскадский А.А., Матвеев Ю.И. Химическое строение и физические свойства полимеров. М.: Химия. - 1983. - 248 с.
- [11]. Цобкалло Екатерина Сергеевна. Характеристики механических свойств деформированных волокнистых материалов, методы их оценки и прогнозирования: диссертация доктора технических наук: 05.19.01 Санкт-Петербург. 2002. http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rs_l01002287000/rsl01002287807/rsl01002287807.pdf

ГИПС ҚОЛИП МАССАЛАРИНИНГ ТАРКИБИ ВА ХУСУСИЯТЛАРИ

Ш.Ш. Қўзибоев

*Фаргона политехника институти
(Қабул қилинди 19.07.2023 й.)*

α - ва β -кальций сульфат яримгидратларидан тайёрланган гипс қорималарининг хоссалари ўрганилди. Қорималарнинг мустаҳкамлиги ва структуравий хусусиятларининг уларнинг таркибига ва пластиластирувчи қўшимчалар турига боғлиқлиги аниқланади.

Kalit so'zlar: gipsli bog'lovchilar, qo'shimchalar, plastifikator, suvni singdirish, g'ovaklik.

Изучены свойства гипсовых смесей, приготовленных из α - и β -полугидратов сульфата кальция. Определены зависимости прочностных и структурных характеристик затвердевших смесей от их состава и вида пластифицирующих добавок.

Ключевые слова: гипсовые вяжущие вещества, добавки, пластификатор, водопоглощение, пористость.

The properties of gypsum mixtures prepared from α - and β -calcium sulfate hemihydrates have been studied. The dependences of the strength and structural characteristics of hardened mixtures on their composition and type of plasticizing additives are determined.

Key words: gypsum binders, additives, plasticizer, water absorption, porosity.

Ҳозирги вақтда гипсли боғловчилар нафақат қурилишда, балки бошқа бир қатор тармоқларда ҳам кенг қўлланилади. Улардан фойдаланиш соҳаларидан бири керамика

саноатидир. Гипсли боғловчилар анъанавий равишда керамика маҳсулотларини ишлаб чиқариш учун моделлар, қолиплар тайёрлаш учун ишлатилади. Бундай қолиплар сувнинг тез шимилиши ва шликкерни сувсизланиши ҳамда етарли даражада мустаҳкамликка ва ғовакликка эга бўлиши керак. Ушбу хусусиятларни яхшилаш орқали гипс қолипларининг хизмат муддатини ва тайёр керамика маҳсулотлари сифатини сезиларли даражада ошириш мумкин.

Қолипланувчи қоришмаларни тайёрлаш учун гипсли боғловчиларнинг турли модификацияларидан фойдаланиб, гипс қолипларининг тузилиши ва хусусиятларини бошқариш мумкин. Бунга кальций сульфатнинг α - ва β -модификацияларини аралаштириш орқали эришилади. Шунингдек, гипс тошининг хусусиятларини ҳам таркибига махсус функционал қўшимчаларни киритиш орқали назорат қилиш мумкин [1-3].

Ушбу тадқиқотнинг мақсади гипс аралашмаларининг хусусиятларини ўрганиш ва уларни қолипбоп гипс қоришмашмалари сифатида ишлатиш имкониятларини баҳолаш, шунингдек аралашманинг таркибини танлаш ва унга пластиклаштирувчи қўшимчаларни киритиш орқали мустаҳкамлик ва ғоваклик каби хусусиятларни яхшилашдир.

МАТЕРИАЛЛАР ВА ТАДҚИҚОТ УСУЛЛАРИ

Тадқиқотларда “Кнауф-Гипс” ОООнинг қурилиш гипси (β -ЯГ) ва “ЕКОКЕРАМА” МЧЖнинг чиқинди қолипларидан олинган юқори мустаҳкам гипсидан (α -ЯГ) фойдаланилди [4]. Боғловчиларнинг фазавий таркиби кальций сульфат яримгидратдан ташкил топган (1-жадвал).

1-жадвал.

Ишлатиладиган материаллар техник хусусиятлари

Материалларни хусусиятлари	α -ЯГ	β -ЯГ
Нормал қуйиқлиги, %	43	58
Намуналарни сиқилишга мустаҳкамлик чегараси, МПа	11,5	1
- 2соат қотгандан сўнг	28	9
- турғун вазнгача қурилгандан сўнг		
Тишлашиш муддати, мин	10-30	8-00
- бошланиши	14-30	13-00
- тугаши		

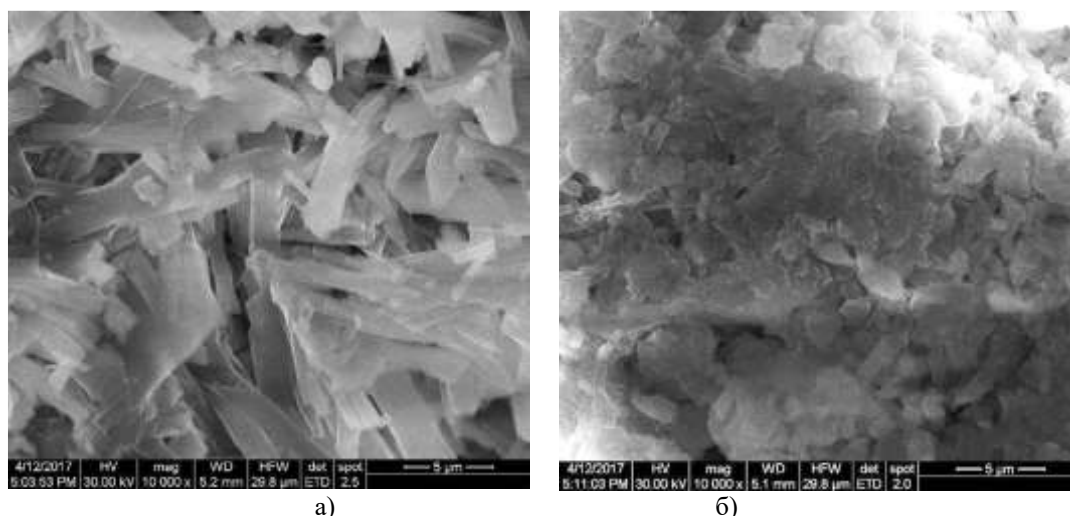
Гипс хамирининг пластиклигини ошириш ва сув-гипс нисбатини камайтириш учун маҳаллий хом-ашёлардан олинган СДж-2 маркадаги комплекс полимер-минерал қўшимча ва АСС Polimix JBI 20 маркадаги янги авлод гиперпластификатори ишлатилди [5].

Гипс хамирининг сувга талабчанлиги Суттард вискозиметрида, қуюқланиш кинетикаси Вика ускунасида, қотган гипснинг мустаҳкамлиги ГОСТ 23789 – 79 бўйича $4 \times 4 \times 16$ см ўлчамдаги намуналарда аниқланди.

НАТИЖАЛАР ВА УЛАРНИНГ МУҲОКАМАСИ

Тадқиқотларнинг биринчи босқичида гипс аралашмалари массаси бўйича 20% оралик билан кальций сульфатнинг α -ЯГ ва β -ЯГ дан тайёрланди.

Яримгидратнинг қотган α - ва β -модификацияларининг тузилиши бир-биридан фарқ қилади: α -ЯГда кристаллар катта ва яхши, β -ЯГнинг кристаллар эса майда ва тартибсиз шаклланган (1-расм).



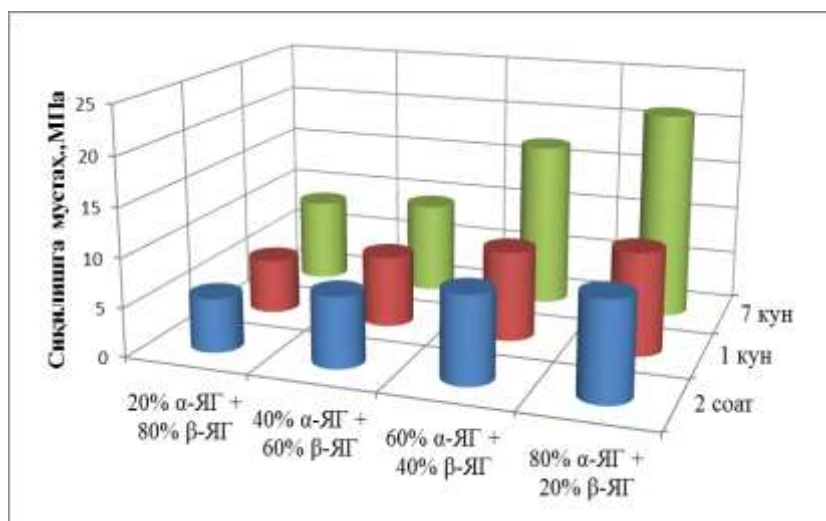
1-расм. α -ЯГ (а) ва β -ЯГ (б) ларнинг микроскопик тасвирлари.

Гипс қоришмаси таркибида кальций сульфатнинг α -ЯГ миқдори ортиши билан куйикланиш муддати узайади, лекин шу билан бирга, кальций сульфатнинг α -ЯГ сувга талабчанлиги камайганлиги сабабли нормал куйиклигини қиймати камаяди. Қоришмадаги β -ЯГ миқдори қанчалик кўп бўлса қотиш жараёни шунча эрта бошланади (2-жадвал).

2-жадвал

Гипс қоришмаларини тишлашиш муддатлари ва нормал қуюқлиги

№	Таркиб	НҚ, %	Тишлашиш муддатлари, мин-сек	
			Бошланиши	Тугаши
1	α -ЯГ	49	10-30	14-30
2	β -ЯГ	58	8-00	13-00
3	20% α -ЯГ + 80% β -ЯГ	57	8-30	11-00
4	40% α -ЯГ + 60% β -ЯГ	55	9-00	12-30
5	60% α -ЯГ + 40% β -ЯГ	53	9-30	12-30
6	80% α -ЯГ + 20% β -ЯГ	51	9-30	13-30



1-расм. Гипс аралашмаси таркибини мустаҳкамлигига таъсири.

α -ЯГ кальций сульфат миқдорининг кўпайиши билан гипс аралашмасининг мустаҳкамлик хусусиятлари яхшиланди. Масалан, ўзгармас вазнча қурилган намуналарнинг сиқилишдаги мустаҳкамлиги 80 ва 20% α -ЯГ ни ташкил этган аралашмалар учун мос равишда 21,3 ва 8,6 МПа ни кўрсатди (1-расм).

Таркибида α -ЯГ миқдори кўп бўлган намуналар юқори ғовақлик ва сув шимувчанлик кўрсаткичларига эга.

Масалан, 20% α -ЯГ + 80% β -ЯГ ва 80%

α -ЯГ + 20% β -ЯГ таркибдаги композицияларни ғоваклиги мос равишда 41,8 дан 30,6% гача камайди (2-расм).

Тадқиқотларнинг иккинчи босқичида гипс тошининг хусусиятларига СДж-2 маркадаги комплекс полимер-минерал қўшимча ва АСС Polimix JBI 20 маркадаги

гиперпластификаторларни таъсири ўрганилди.

Пластифи-каторларнинг киритилиши гипс

ҳамирининг НҚ ни камайтиришини кўрсатди.

СДж-2 дан 0,2% микдорида қўшилганда,

60% α -ЯГ + 40% β -аралашмасининг НҚ 53

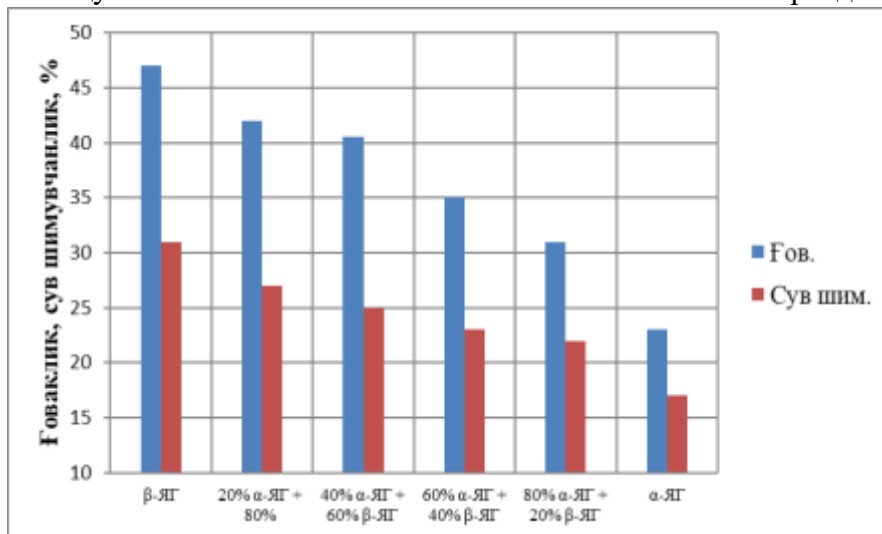
дан 46% гача камайди. Худди шу микдорда АСС

Polimix JBI 20 қўшимчасини

киритилганда эса НҚ ни қиймати ўзгаришсиз

қолди (3-жадвал).

Пластиклаштирувчи қўшимчалар гипс боғловчисининг сувга талабчанлигини, қўшимчасиз композицияларга нисбатан 10-15% га камайтирди.



2-расм. Гипс аралашмаси таркибини ғоваклик ва сув шимувчанликка таъсири.

Жадвал 3.

Пластификаторларни гипс қоришмаларининг нормал қуйиқлигига таъсири.

Қўшимча, %	Гипс қоришмасини таркиби						
	α -ЯГ	β -ЯГ	20% α -ЯГ+ 80% β -ЯГ	40% α -ЯГ+ 60% β -ЯГ	60% α -ЯГ+ 40% β -ЯГ	80% α -ЯГ+ 20% β -ЯГ	α -ЯГ
СДж-2 / АСС Polimix JBI 20							
0	49	58	57	55	53	51	0
0,2%	40/40	56/55	52/52	49/49	46/46	43/43	0,2%
0,3%	34/34	53/54	50/53	47/47	43/43	36/39	0,3%
0,5%	32/24	50/49	48/46	45/44	40/36	30/28	0,5%

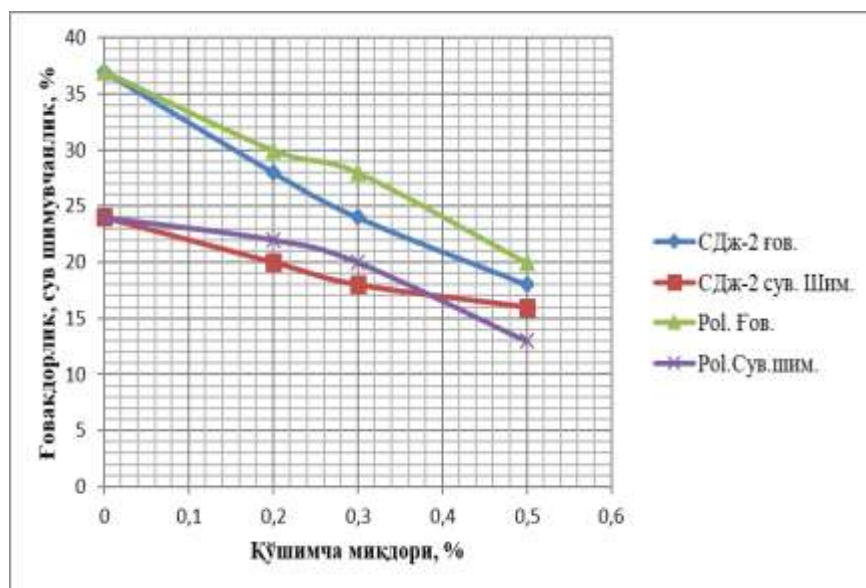
Пластификатор қўшимчасининг киритилиши билан гипс ҳамирининг қуюқлашиш муддати қискарди ва қўшимчанинг концентрацияси ошган сари, тишлашиш тезлашади.

Бу турдаги пластификаторларнинг ишлаш принципи гипс боғловчи заррачалари сиртининг ξ -потенциалининг электр манфийлигининг ўзгаришига асосланади. Пластификаторнинг заррачалар сиртида адсорбцияланиши ξ -потенциал манфий зонага қаттиқ силжиши натижасида электростатик дисперцияланиш содир бўлади. Гипс боғловчи заррачаларининг сийракланиши гидрациянинг бошланишида содир бўлади. Шундай қилиб, пластиклаштирилган қоришманинг ҳаракатчанлиги ва унга ишлов бериш осонлашади, аммо қоришманинг сув талабчанлиги сезиларли даражада камаяди [6].

Пластификатор молекулаларининг боғловчи заррачалари ва унинг гидратацияси маҳсулотларига адсорбцияси, шунингдек, гипс боғловчисининг сувга бўлган талабчанлигининг пасайиши зич тузилишни ташкил этувчи қисқа устунли призматик кальций сульфат дигидрат кристалларининг шаклланишига олиб келади [7].

Гипс боғловчининг сувга бўлган талабчанлигининг камайтириш гипс тошининг структурасини зичланишига олиб келади. Пластификатор қўшимчаларнинг киритилиши ғовакдорликка ва қотган намуналарнинг сувга шимувчанлигига таъсир қилади. Қўшимча

концентрациясининг ортиши билан ғовакдорлик сезиларли даражада камаяди ва шунга мос равишда сув шимувчанликнинг қиймати ҳам камаяди (3-расм).



3-расм. 60% α-ЯГ + 40% β-ЯГ таркибли гипс қоришмасининг ғовакчилиги ва сув шимувчанлигига пластификатор қўшимчаларнинг таъсири.

0,5% гача ошириш. гипс тошининг ғовакчилиги ва сув шимувчанлигини сезиларли даражада пасайишига олиб келади. Ушбу параметрларнинг бундай паст қийматда бўлиши қолипланувчи массага салбий таъсир кўрсатади.

ХУЛОСА

α- ва β-кальций сульфат яримгидратлари асосидаги гипс аралашмалари олинди ва уларнинг техник хоссалари аниқланди. Қоришмада кальций сульфат яримгидратининг α-модификацияси улуши ортиши билан гипс хамирнинг нормал қуйиқлиги пасаяди ва тишлашиш муддати узаяди.

Сиқилишдаги мустаҳкамлиги гипс қоришмасидаги α-ЯГ улушининг ортишига мутаносиб равишда ўзгаради. α-ЯГ миқдори ортиши билан ўзгармас вазн гача қуририлган гипс тошининг мустаҳкамлиги 10,1 дан 21,3 МПа гача ошади.

Пластификатор қўшимчаларнинг киритилиши билан гипс қоришмаларининг сувга бўлган талабчанлиги пасаяди, бу эса ғоваклик ва сув шимувчанлигининг пасайишига олиб келади, мустаҳкамлиги эса ошади. 60% α-ЯГ + 40% β-ЯГ таркиби учун гипс тошининг ғовакчилиги мос равишда СДж-2 ва АСС Polimix JBI 20 пластификаторларини 0,5% миқдорда киритиш билан 35,7% дан 22,1 ва 18,4% гача камаяди.

Адабиётлар

- [1]. Ферронская А.В. Гипсовые материалы и изделия. Производство и применение. Справочник [Текст]. - М.: АСВ, 2004. 488 с.
- [2]. Андрианов Н. Т., Балкевич В. Л., Беляков А. В. и др. Химическая технология керамики: учебное пособие для вузов. Под ред. Проф. И. Я.
- [3]. Гузмана. М. : ООО РИФ «Стройматериалы», 2012 – 496 с.
- [4]. Rafael E. Ochoa, Carlos A. Gutiérrez, Juan C. Rendón, Effect of preparation variables of plaster molds for slip casting of sanitary ware / Rafael E. Ochoa // Cement & Concrete Composites. – 2010
- [5]. Жалилов А.Т. Комплексные химические добавки нового поколения для цементных композиций / А.Т.Жалилов, Н.А.Самигов, М.У.Каримов // Монография, Ташкент – 2019й.
- [6]. Изотов В.С. Химические добавки для модификации бетона: монография / В.С. Изотов, Ю.А. Соколова. – М.: Издательство «Палестина», 2006. 244 с.
- [7]. Власова Е.Ю., Сычева Л.И. Влияние добавок пластификаторов на морфологию кристаллов гипса // Успехи в химии и химической технологии: сб. науч. тр. – 2018. - Том 32, № 2. – с. 51-53.

ГОРИЗОНТАЛЬНО ЗАГРУЖЕННЫЕ СВАИ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЧИВОСТИ И
КОРРОЗИОННЫХ СВОЙСТВ ЗАСОЛЕННЫХ ГРУНТОВЭ. М. Юнусалиев¹, К.И. Махсимов¹, ²К.К. Махсимов¹Ферганский политехнический институт,² “ЛУКОЙЛ- Оперетинговая Компания Узбекистан”mahsimovkosimhon@gmail.com тел:

(Получена 29.08.2023 г.)

Исследовано влияние агрессивности среды и изменчивости свойства засоленного грунта на работу горизонтально нагруженных свай. Расчетная схема принята в виде многопролетной балки с переменным сечением образуемая вследствие коррозии бетона (модель Винклера) и коэффициентами жесткости. Расчетное значение переменного модуля деформации и коэффициенты жесткости свай определены исходя из условия района строительства и свойства засоленных грунтов.

Ключевые слова: свая, горизонтальная нагрузка, засоленность грунта, суффозия, коэффициент жесткости, модуль деформации, модель Винклера, степень изменчивости грунта, оценка площади строительства с учетом агрессивности среды, коррозия.

The influence of the aggressiveness of the environment and the variability of the properties of saline soil on the operation of horizontally loaded piles has been studied. The calculation scheme is adopted in the form of a multi-span beam with a variable section formed due to concrete corrosion (Winkler model) and stiffness factors. The calculated value of the variable modulus of deformation and the pile stiffness coefficients are determined based on the conditions of the construction area and the properties of saline soils.

Key words: pile, horizontal load, soil salinity, suffusion, stiffness coefficient, deformation modulus, Winkler model, degree of soil variability, assessment of the construction area taking into account the aggressiveness of the environment, corrosion

Gorizontal yuklangan qoziqlar ishiga atrof-muhitning agressivligi va sho'rlangan tuproq xususiyatlarining o'zgaruvchanligi ta'siri o'rganildi. Hisoblash sxemasi beton korroziya (Winkler modeli) va qattqlik omillari tufayli hosil bo'lgan o'zgaruvchan qismli ko'p oraliqli nur shaklida qabul qilinadi. Deformatsiyaning o'zgaruvchan modulining hisoblangan qiymati va qoziqning qattqlik koeffitsientlari qurilish maydoni sharoitlari va sho'rlangan tuproqlarning xususiyatlaridan kelib chiqqan holda aniqlanadi.

Kalit so'zlar: qoziq, gorizontal yuk, tuproq sho'rlanishi, suffuziya, qattqlik koeffitsienti, deformatsiya moduli, Vinkler modeli, tuproq o'zgaruvchanlik darajasi, atrof-muhitning agressivligini hisobga olgan holda qurilish maydonini baholash, korroziya.

Модель расчета железобетонной сваи на горизонтальную нагрузку обладает достаточной «гибкостью», дающей возможность учитывать переменные характеристики грунтов в результате длительного замачивания и выщелачивания солей. Кроме того, ряд качественных и количественных изменений претерпевает материал свай, работающих в тесном контакте с агрессивной средой[2,3,4]. Коррозионные процессы в бетоне и неравномерность распространения их по длине свай снижает прочностные и деформационные свойства бетона, вследствие чего меняется характер работы конструкции на горизонтальные нагрузки[2,3,4,6].

Решение задачи данного типа ранее было рассмотрено применительно к расчету свай-колонн[1]. В данной работе приведены работы горизонтально нагруженных свай в засоленных грунтах с учетом возможного замачивания оснований и корродирующее действие агрессивных солей на материал фундамента[3,4,5].

Для определения величин поворотной и линейной реакций, возникающих на каждой К-й связи, с учетом изменения поперечного сечения сваи вследствие коррозии, применен метод перемещений [2]:

$$r_{v_k v_k} = \frac{24E'_d J(X_k)}{l_{CB}^3} \theta_{CB}(X_k); \quad r_{\varphi_k \varphi_k} = 2 \frac{E'_d J(X_k)}{l_{CB}} [3\theta_{CB}(X_k) + 1];$$

$$r_{\varphi_k \varphi_k} = -\frac{6E'_\delta J(X_k)}{l_{CB}^2} \theta_{CB}(X_k); \quad r_{v_k \varphi_{k+1}} = \pm \frac{12E'_\delta J(X_k)}{l_{CB}^3} \theta_{CB}(X_k);$$

$$r_{v_k \varphi_k} = \pm \frac{6E'_\delta J(X_k)}{l_{CB}^2} \theta_{CB}(X_k); \quad r_{\varphi_k \varphi_{k+1}} = \frac{E'_\delta J(X_k)}{l_{CB}} [3\theta_{CB}(X_k) \pm 1];$$
(1)

Коэффициент, учитывающий сдвиг в сечении свай:

$$\theta_{CB}(X_k) = l/l + B(X_k) \quad (2)$$

$$B(X_k) = \frac{12 E'_\delta J_{CB}(X_k) K}{l_{CB}^2 G F_{CB}(X_k)} \quad (3)$$

Где, $E'_\delta I_{CB}(X_k)$ –изгибная жесткость свай, определяемая с учетом прогнозируемой глубины коррозии бетона; K –коэффициент формы поперечного сечения свай, равный 1,2; $E'_\delta = (0,8 \div 0,85)E_\delta$ – модуль упругости бетона с учетом его пластических свойств; $\theta_{CB}(X_k)$ – параметр, учитывающий сдвиг в сечении к-й условной опоры свай; $GF_{CB}(X_k) = 0,4E_\delta F_{CB}(X_k)$ – сдвиговая жесткость свая; l_{CB} –расстояния между связями; $F_{CB}(X_k)$ – площадь поперечного сечения свай с учетом прогнозируемой глубины коррозии $L(\square)$ бетона.

Ожидаемая глубина коррозии бетона $L(\square)$ за расчетный срок эксплуатации зданий принимается по [4,5]. Учитывая, что наиболее интенсивно корродирует верхние горизонты грунтовой толщ, принимаем линейная форма изменения глубины коррозии по длине свай:

$$b_i(X_k) = b_0 - 2L(\tau)(1 - \frac{a_i}{l}) \quad (4)$$

где, a_i – высота рассматриваемого i -го участка, м, l –длина свая, м. С учетом вышеизложенных проведен анализ работы горизонтально нагруженных свай на засоленных грунтах. В качестве исходных данных принимались жесткостные характеристики засоленных грунтов при естественном, замоченном и выщелоченном состоянии (Рис.1,2). Наиболее непригодным условием для работы свай принимались характеристики обессоленного грунта.

Отдельные задачи была решена с учетом возможной глубины коррозионного поражения

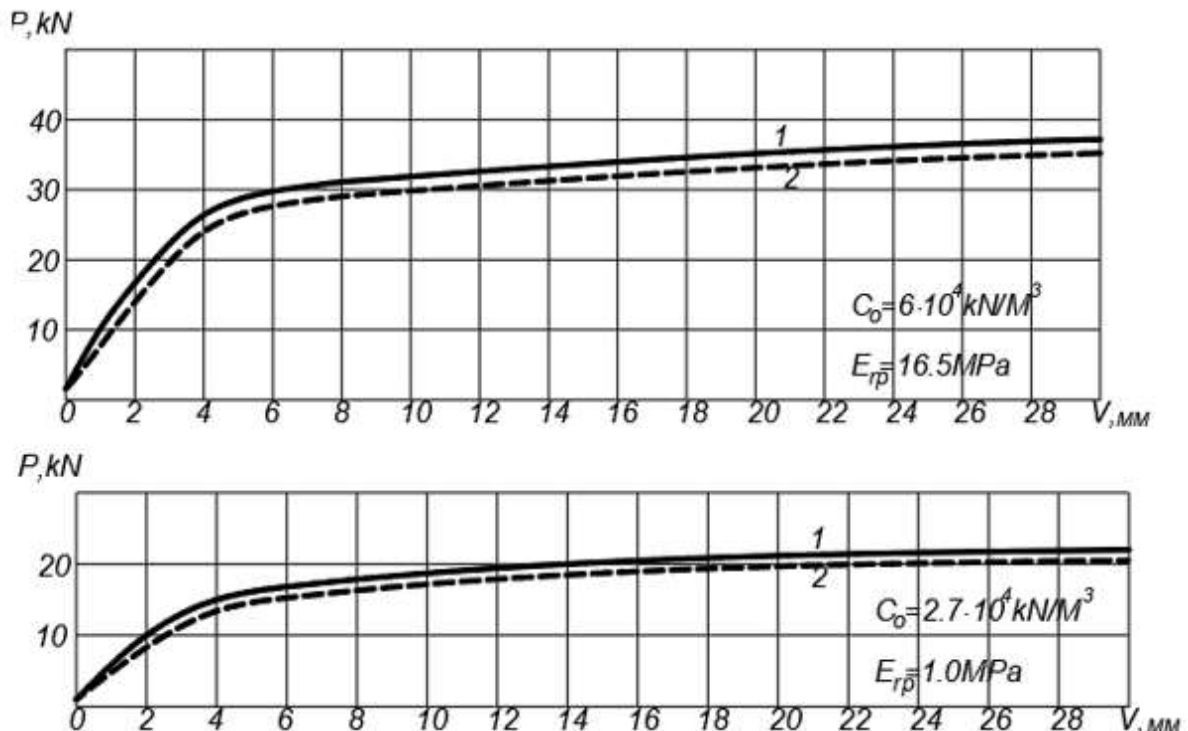


Рис.1. Теоретическая зависимость перемещения головы свай от действия горизонтальной нагрузки: 1- для свай $l=20 \times 20 \text{ см}$, $E_\delta=4198,96 \text{ кН/м}^2$; 2- для свай $l=20 \times 20 \text{ см}$, $E_\delta=3732,96 \text{ кН/м}^2$;

бетона за расчетный срок эксплуатации зданий.

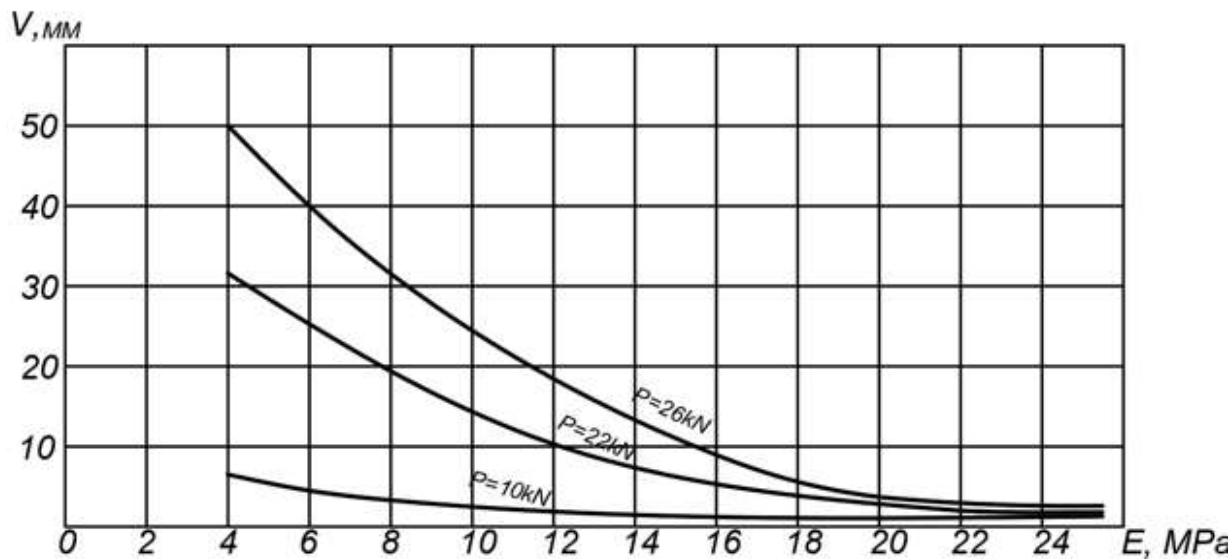


Рис.2. Влияние изменения модуля деформации грунта и ступени приложенных сил на горизонтальные перемещения головы свай.

Проверка прочности сечения свая на действие горизонтальных сил выполняется по указаниям действующих нормативных документов.

Результаты расчета выдают величины перемещений $v_i(x_k)$ и угол поворота $\varphi_i(x_k)$ свай для каждой условной опоры. По характеру деформирования свай производится оценка несущей способности свай по деформациям. Приняв за основу эпюру перемещений или угол поворота свай, определяем все необходимые усилия, возникающие в стволе свай.

Распределения отпора грунта по длине свай будет:

$$P_i(X_k) = C_0(X_k)V_i(X_k) \quad (5)$$

Максимальный изгибающий момент на уровне $Q_i = 0$,

$$M_{max} = P_v V_0 + P_i \frac{Y_0^2}{2} + P_r Y_0 \quad (6)$$

Где, v_0 - перемещение головы свай;

Y_0 - расстояние от поверхности до точки, где $Q_i = 0$.

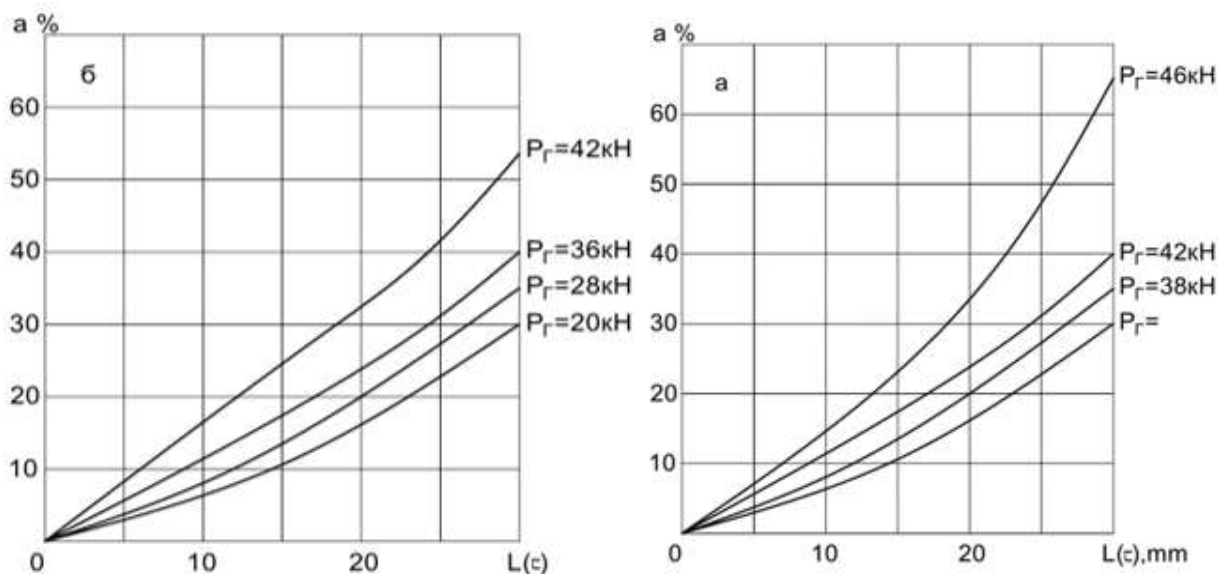


Рис.3. Влияние прогнозируемой глубины коррозии бетона на горизонтальные перемещения головы свай при различном состоянии грунта: а- $C_0 = 7,9 \cdot 10^4 \text{ кН/м}^3$, б- $C_0 = 6,0 \cdot 10^4 \text{ кН/м}^3$.

Максимальные поперечные перерезывающие силы Q_{max} можно принимать по зависимости:

$$Q_{max} = P_r(k' - 1) \quad (7)$$

Где, k' – безразмерный параметр, определяемый в зависимости от коэффициента жесткости грунта основания, глубины забивки свай, высоты их надземной части и поперечного сечения, марки бетона. Для одиночных свай длиной до 3м величина коэффициента k' колеблется от 1,6 до 1,85. В среднем k' можно принимать равным 1,825.

Нами изучены разные формы распределения коэффициента жесткости, принятые в зависимости от приложенных сил. Изменение деформированного состояния сваи и распределение усилий существенно зависят от характера и величины приложенных сил.

С ростом нагрузки степень влияния изменения коэффициента жесткости на результаты расчета повышается. В целом в пределах перемещений свай до 10 мм погрешность вычисления коэффициента жесткости до 30% на результаты расчета существенного влияния не оказывает. Обычно на этих пределах перемещений устанавливается расчетная несущая способность свай.

Кроме того коррозионные процессы в бетоне под воздействием агрессивных сред существенно влияют на работу горизонтально нагруженных свай (Рис.3).

При этом влияние глубины коррозионного повреждения до 10 мм на работу свай незначительно. Дальнейшее увеличение заметно влияет на несущую способность свай по материалу ствола и грунту. Однако такие коррозионные процессы могут возникнуть в сильно агрессивных средах, в других условиях коррозия бетона протекает значительно медленнее. Исходя из этого, в сложных условиях строительства несущая способность свай устанавливается с учетом возможной глубины коррозии бетона за расчетный период эксплуатации зданий. В случае применения свай с антикоррозионными защитными покрытиями влияние коррозионного повреждения бетона не учитывается.

Список литературы

- [1]. Абдурахманов А. Расчет одноэтажных каркасных сельскохозяйственных зданий на сваях колоннах с учетом пространственной работы. Ташкент, Фан, 1992. С.16-30.
- [2]. Юнусалиев Э., Махсимов К.И., Махсимов К.К. Темир-бетон қозикларни горизонтал юқларга ҳисоблашда шўрланган грунтлар хусусиятларининг таъсири. “Қурилишда инновациялар, бинолар ва иншоотларнинг сейсмик хавфсизлиги” Халқаро микёсдаги илмий ва илмий-техник конференция материаллари тўплами. Наманган, 15-17 декабр, 2022й. 480-486 б.
- [3]. Maxsimov Q.I., Maxsimov K.Q. Sho‘rlangan gruntlarda qoziq poydevorlarning yuk ko‘tarish qobiliyatini aniqlashning ayrim xususiyatlari to‘g‘risida. FarPI Ilmiy-texnik jurnali. 2022y. №3 son, 18-22b.
- [4]. Q.I.Maxsimov.Свайные фундаменты сельскохозяйственных зданий на засоленных грунтах /Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science 3 (10), 2022. 292-295
- [5]. Дедков В.И. Долговечность забивных свай в агрессивных грунтовых водах.//Надежность и долговечность строительных материалов и конструкции// Материалы 3-Международной НТК.-Волгоград: ВГАСА, 2003, -с.141.
- [6]. Lain B. The Winkler model and its applikation to soil strukt. Engr., 1993,pp. 279-280.
- [7]. Jenigc J., Knight K. The additional settlement of foyndations dye tj a collaps of strykture of sanday subsoil on wettin. «Proc. 4 Intern. Conference jn Soil Mech. And Found. Eng», London, 2007.

UDK 621.565.94

ISSIQLIK TA'MINOTI SUV ISITISH QOZON QURILMASIDA ISSIQLIK UZATILISHINI GIDRAVLIK HISOBI

A.M. Arifjanov¹, N.R. Xodjiyev², K.M. Kurbonov²

¹ “Toshkent Irrigasiya va qishloq xo‘jaligi mexanizatsiyalash muhandislari instituti”
Milliy tadqiqot universiteti,

²Namangan muhandislik-qurilish instituti
(Qabul qilindi 25.05.2023 y.)

Ushbu maqolada suv isitish qozon qurilmalarining energiya tejamkorligini oshirish uchun qozon qurilmalarini gidravlik parametrlarini takomillashtirish orqali suv isitish qozon qurilmasidagi issiqlik uzatilishi bo'yicha tadqiqotlar tahlili keltirilgan. Olib borilgan tadqiqotlar natijasida esa suv isitish qozon qurilmalarini foydali ish ko'effitsiyentini oshiradi hamda yoqilg'i sifatida ishlatiladigan resurslarning tejashga xizmat qiladi.

Tayanch so'zlar: issiqlik, qozon qurilmasi, quvur, issiqlik almashtirgich, qobirg'alar, energiya, harorat.

В данной статье представлен анализ исследований теплообмена в водогрейных котлах путем усовершенствования гидравлических параметров котлов с целью повышения энергоэффективности водогрейных котлов. Результаты проведенных исследований повышают КПД водогрейных котлов и экономят ресурсы, используемые в качестве топлива.

Ключевые слова: тепло, котел, труба, теплообменник, ребра, энергия, температура.

This article presents an analysis of studies of heat transfer in hot water boilers by improving the hydraulic parameters of boilers in order to improve the energy efficiency of hot water boilers. The results of the research carried out increase the efficiency of hot water boilers and save resources used as fuel.

Key words: heat, boiler, pipe, heat exchanger, fins, energy, temperature.

Kirish. Jahonda issiqlik energetika jarayonlari va qurilmalari energiya samaradorligini oshiruvchi mukammal aniqlangan rejim, texnologik va konstruktiv parametrlar, gidrodinamik va issiqlik jarayonlarining uzluksizligini ta'minlovchi va boshqarish sxemalarini ishlab chiqishda zarur bo'ladigan texnik tavsiflarni yaratishga qaratilgan tadqiqotlar olib borilmoqda. Ushbu sohada, jumladan, uzluksiz jarayonlarni ta'minlovchi issiqlik eltuvchi oqim, gidravlik qarshiliklar va konstruktiv parametrlarni hisoblash usullarini takomillashtirish va issiqlik eltuvchi oqim elementlarini o'zgartirish asosida zamonaviy energiya tejamkor suv isitish qozon qurilmalarini ishlab chiqarishga e'tibor qaratimoqda. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasida, jumladan, «..hududlarning muhandislik-kommunikatsiya va ijtimoiy infratuzilma tizimini hamda xizmat ko'rsatish va servis sohalarni rivojlantirish, hamda uy-joy-kommunal xo'jaligi, ijtimoiy soha ob'yektlari va boshqa sohalarda aholiga qulay sharoit yaratish maqsadida binolarni issiqlik bilan ta'minlashda energiya samarador va qayta tiklanuvchi manbalarini keng joriy etish..» bo'yicha muhim vazifalar belgilab berilgan. Shu sababli, bugungi kunda, isitish qozonlarida issiqlik oqimini har xil rejimlardagi harakati va issiqlik almashinuv jarayonlarini inobatga olib energiya tejamkor isitish qozonlarini yaratish eng dolzarb masalalardan biri bo'lib qolmoqda [1.,2.,3.,4].

Bizga ma'lumki umumiy holatda uzatilayotgan issiqlik miqdori quyidagicha hisoblanadi:

$$Q = kS\Delta T, \quad (1)$$

bu yerda: S-issiqlik almashinuvi yuzasi;

k-issiqlik berish ko'effitsiyenti;

ΔT -haroratalr farqi.

Keltirilgan (1) ifodada (k) issiqlik berish ko'effitsiyentini aniqlash asosiy masalalardan biri hisoblanadi. Bu masalaning modelini keltirib chiqarish uchun o'lchov birliklar nazariyasidan foydalanamiz

Issiqlik berish ko'effitsiyentini aniqlashda – k, oqimning parametrlari va quvurning o'lchamlari inobatga olinadi.

Issiqlik almashish jarayoni oqim tezligi- g ; zichligi- ρ ; solishtirma issiqligi sig'imi-C; issiqlik uzatish ko'effitsiyenti- α_0 ; dinamik yopishqoqlik ko'effitsiyenti- μ ; va quvurning diametriga-D bog'liq ravishda ifodalanadi [5.,6.,7].

O'lchov biriklari nazariyasi asosida har bir kattalikning o'lchov birliklarini belgilab olamiz:

$$[k] = \frac{Dj}{m^2 \cdot K \cdot s} \text{ - issiqlik berish ko'effitsiyenti;}$$

$$[g] = \frac{m}{s} \text{ - issiqlik almashish jarayoni oqim tezligi;}$$

$$[\rho] = \frac{kg}{m^3} - \text{issiqlik almashish jarayoni oqim zichligi};$$

$$[C] = \frac{Dj}{kg \cdot K} - \text{solishtirma issiqligi sig'imi};$$

$$[\alpha_0] = \frac{Dj}{m \cdot k \cdot s} - \text{issiqlik uzatish koefitsiyenti};$$

$$[\mu] = \frac{kg}{s \cdot m} - \text{dinamik yopishqoqlik koefitsiyenti};$$

$$[D] = m - \text{quvurning diametriga.}$$

Keltirilgan kattaliklar orasidagi quyidagi funktsional bog'lanishni yozamiz:

$$k = A \cdot W^{x_1} \cdot C^{x_2} \cdot \alpha_0^{x_3} \cdot \mu^{x_4} \cdot D^{x_5} \quad (2)$$

bu yerda: A-o'lchov birliksiz koefitsiyent; n=7-ta fizik kattalik mavjud bo'lib, m=4 ta asosiy o'lchov birligi, [M;K;T;L] keltirilgan.

P-teorema asosida (n-m) 3 ta mezonga bog'liqligini olishimiz mumkin:

$$\begin{aligned} & \frac{kg; m; s; k}{Dj = kg \frac{m^2}{s^2}} \\ & \left[\frac{Dj}{m^2 \cdot K \cdot s} \right] = A \left[\frac{kg}{m^2 \cdot s} \right]^{x_1} \cdot \left[\frac{Dj}{kg \cdot K} \right]^{x_2} \cdot \left[\frac{Dj}{m \cdot K \cdot s} \right]^{x_3} \cdot \left[\frac{kg}{m \cdot s} \right]^{x_4} \cdot [m]^{x_5} \\ & \frac{kg \cdot m^2}{s^2 \cdot m^2 \cdot k \cdot s} = \frac{kg}{s^3 \cdot k} \\ & \left[\frac{kg}{s^3 \cdot K} \right] = \left[\frac{kg}{m^2 \cdot s} \right]^{x_1} \cdot \left[\frac{kg \cdot m^2}{s^2} \cdot \frac{1}{kg \cdot K} = \frac{m^2}{s^{2k}} \right]^{x_2} \cdot \left[\frac{kg \cdot m^2}{m \cdot K \cdot s^3} = \frac{kg}{m \cdot s^3} \right]^{x_3} \cdot \left[\frac{kg}{m \cdot s} \right]^{x_4} \cdot [m]^{x_5} \\ & M \cdot T^{-3} \cdot K^{-1} = [M^{x_1} \cdot L^{-2x_1} \cdot T^{-x_1}] \cdot [L^{-2x_2} \cdot T^{-2x_1} \cdot K^{-x_1}] \cdot [M^{x_3} \cdot L^{x_3} \cdot K^{-x_3} \cdot T^{-3x_3}] \cdot [M^{x_4} \cdot L^{-x_4} \cdot T^{-x_4}] \cdot [L^{-x_5}] \\ & k = A \cdot W^{x_1} \cdot C^{x_2} \cdot \alpha_0^{x_3} \cdot \mu^{x_4} \cdot D^{x_5} \\ & W = \rho v \quad W = \frac{kg}{m^2 \cdot s} : \end{aligned}$$

$$\left[\frac{Dj}{m^2 \cdot K \cdot s} \right] = A \left[\frac{kg}{m^2 \cdot s} \right]^{x_1} \cdot \left[\frac{Dj}{kg \cdot K} \right]^{x_2} \cdot \left[\frac{Dj}{m \cdot K \cdot s} \right]^{x_3} \cdot \left[\frac{kg}{m \cdot s} \right]^{x_4} \cdot [m]^{x_5}$$

U holda ifodani birliklar nazariyasi asosida tahlil etib, ma'lum matematik o'zgarishlardan so'ng quyidagi tenglamalar sistemasiga kelimiz:

$$\left. \begin{aligned} x_1 - x_2 + x_4 &= 0 \\ -2x_1 - x_3 - x_4 + x_5 &= -2 \\ -x_1 - x_3 - x_4 &= -1 \\ x_2 + x_3 &= 1 \\ -x_2 - x_3 &= -1 \end{aligned} \right\}$$

Algebraik tenglamalar sistemasini yechimidan:

$$x_3 = 1 - x_2; \quad x_4 = x_2 - x_1; \quad x_5 = x_1 - 1;$$

Oxirgi ifodani (2.22) ifodaga qo'yib k-uchun quyidagi bog'lanishni olamiz:

$$k = A \cdot W^{x_1} \cdot C^{x_2} \cdot \alpha_1^{1-x_2} \cdot \mu^{x_2-x_1} \cdot D^{x_1-1} \quad (3)$$

Ketirilgan (3) ifoda xadlarini guruxlab quyidagi o'lchov birliksiz mezonlarni yozish mumkin:

$$\frac{kD}{\alpha_0} = A \left(\frac{WD}{\mu} \right)^{x_1} \cdot \left(\frac{c\mu}{\alpha_0} \right)^{x_2} \quad (4)$$

Yuqoridagi (4) bog'lanishdagi parametrlar quyidagi mezonlarni ifodalaydi:

$$\frac{kD}{\alpha_0} = N_u \text{ -Nuselt mezon};$$

$$\frac{WD}{\mu} = \frac{\rho D}{\nu} \text{ -Reynolds mezon};$$

$$\frac{c\mu}{\alpha_0} = Pr \text{ -Prandtl mezon};$$

O'lchov birliklari nazariyasi asosida olib borilgan tahlillar asosida k-uchun quyidagi bog'lanishni yozish mumkin. [9.,10].

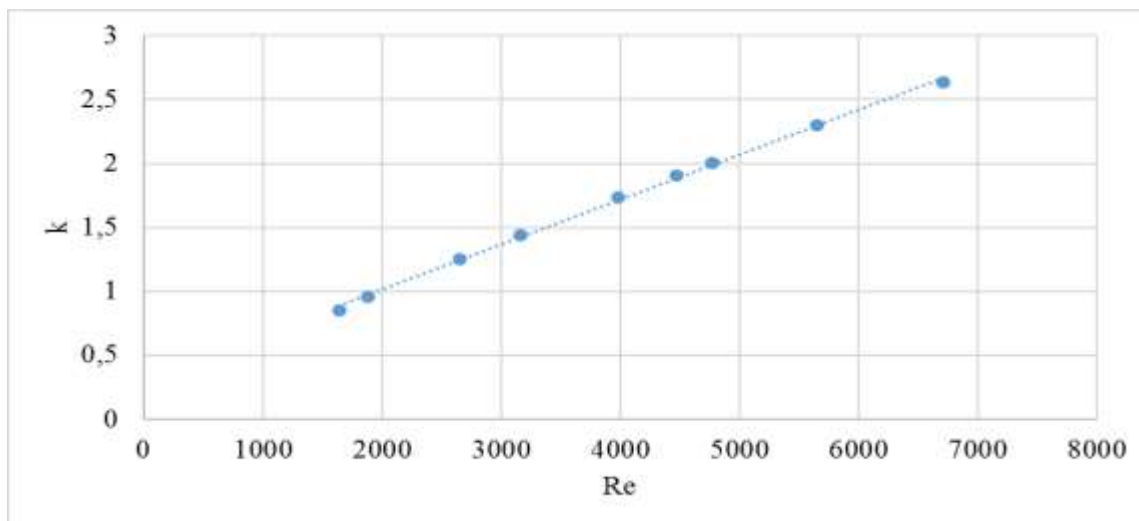
$$k = A \frac{\alpha_0}{D} Re^{x_1} \cdot Pr^{x_2} \quad (5)$$

bu yerda: A; x_1 ; x_2 –koeffitsiyentlar tajriba asosida aniqlanadi.

Xususiyl holda, turbulent harakat rejimida $\left(\frac{L}{D} > 50 \right)$ k-uchun quyidagi ifodani yozish mumkin:

$$k = 0,023 \frac{\alpha_0}{D} Re^{0,8} Pr^{0,33} \quad (6)$$

Aniqlangan tenglamalar asosida isitish qozonida issiqlik berish koeffitsiyenti k aniqlandi (1-rasm). Unga ko'ra issiqlik berish koeffitsiyenti 0,85-2,63 qiymatlarini qayd etdi [8].



1-rasm. Isitish qozonining issiqlik berish koeffitsiyenti.

Xulosa. Tadqiqotlar natijasida hozirgi kundagi mavjud suv isitish qozon qurilmalarining issiqlik samaradorligini oshirish maqsadida, qozon qurilmasining takomillashgan konstruktiv parametrlari ishlab chiqildi va gidravlik hisobi bajarildi. Jumladan issiqlik oqimi harakat qiladigan kesim yuzalari qo'shimcha qoburg'alar hisobiga oshirildi, natijada suv isitish qozon qurilmasining issiqlik samaradorligini ortishiga erishildi. Olib borilgan tadqiqotlar natijasida mavjud isitish qozonidagi issiqlik berish koeffitsiyenti k aniqlandi. Unga ko'ra issiqlik berish koeffitsiyenti 0,85-2,63 qiymatlarini qayd etdi. Bu esa ijtimoiy obyektlarda ishlatiladigan suv isitish qozonlarini foydali ish koeffitsiyentini oshiradi hamda yoqilg'i sifatida sarflanadigan resurslarning tejashga hizmat qiladi.

Adabiyotlar

- [1]. Arifjanov, A., Xodjiyev, N., Jurayev, S., Kurbanov, K., & Samiev, L. (2020, June). Increasing heat efficiency by changing the section area of the heat transfer pipelines. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 869, No. 4, p. 042019). IOP Publishing.
- [2]. Xodjiev, N., Juraev, S., Kurbanov, K., Sultonov, S., Axatov, D., & Babayev, A. (2022, June). Analysis of the resource-saving method for calculating the heat balance of the installation of hot-water heating boilers. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2432, No. 1). AIP Publishing.
- [3]. Ходжиев, Н., Курбонов, К., & Хошимов, С. (2019). Иссиқлик алмаштиргич қурилмасида қувур кесим юзасини ўзгартириш орқали самарадорлигини ошириш усуллари. ФарПИ Илмий техника журналы, (2).
- [4]. Arifjanov, A., & Kurbonov, K. (2021). Improvement of hydraulic parameters of heat supply devices. European Journal of Agricultural and Rural Education (EJARE) Available Online at: <https://www.scholarzest.com>, 2(12).
- [5]. Арифжанов, А., Ходжиев, Н., Жўраев, Ш., Курбонов, К., & Олимов, И. (2020). Иссиқлик таъминоти қувурларининг ресурс тежамкор параметрларини ҳисоблаш усулини такомиллаштириш. ФарПИ Илмий техника журналы, (2).
- [6]. Курбонов, К. М. (2022). Повышение тепловой эффективности водогрейных котлов путём улучшения конструктивных параметров. Энегосбережение и водоподготовка, (2), 136.
- [7]. Ходжиев, Н., & Курбонов, К. (2014). Фойдаланилган энергиядан иккиламчи энергия сифатида фойдаланиш учун яратилган қурилмани такомиллаштириш усуллари тадқиқ қилиш. Ўзбекистон архитектураси ва қурилиш журналы” Тошкент, 2.
- [8]. Арифжанов, А. М., Мухаммадрашитович, Қ. К., & Парпиев, О. Т. (2022). Сув иситиш қозон қурилмасининг гидравлик параметрларини ҳисоблаш. Механика и технология, 4(9), 157-161.
- [9]. Арифжанов, А., Ходжиев, Н., & Курбонов, К. (2022). Иссиқлик таъминоти қурилмаларининг гидравлик параметрларини такомиллаштириш. ФарПИ Илмий техника журналы, 26(2), 110-114.
- [10]. Жўраев, Ш., Курбонов, К., & Ахатов, Д. (2021). Сув иситиш қозон қурилмаларини энергия тежамкор параметрларини такомиллаштириш. ФарПИ Илмий техника журналы, 25(1), 131-135.

УДК 624.04+07

КЎП ҚАВАТЛИ БИНОЛАРДА ҚЎЛЛАНИЛАДИГАН АКТИВ СЕЙСМИК ҲИМОЯ ҚУРИЛМАЛАРИНИНГ ТАҲЛИЛИ ВА УЛАРНИ ҚЎЛЛАШНИНГ МАҚБУЛ ЕЧИМЛАРИ

А.С. Ювмитов¹, С.У. Тошпўлатов², Б.О. Эгамбердиев³

¹ Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академияси М.Т. Ўрозбоев номидаги

Механика ва иншоотлар сейсмик мустаҳкамлиги институти

² Тошкент архитектура-қурилиш институти

(toshpolatovsalimjon@gmail.com тел: 91 667 17 66)

³ Фарғона политехника институти

(Қабул қилинди 28.08.2023 й.)

Ушбу мақолада бино ва иншоотларнинг сейсмик мустаҳкамлигини таъминлаш имконини берувчи мавжуд актив сейсмик ҳимоя қурилмалари ҳамда уларнинг қўлланилиши бўйича дунё миқёсидаги мавжуд манбалар таҳлили келтирилган бўлиб, уларни бино ва иншоотларга қўллаш учун математик моделлари келтирилган.

Калит сўзлар: сейсмик таъсирлар, интенсивлик, эластиклик, қовушқоқлик, кўчиш, тезланиш, нисбий кўчиш, демпфер, фазовий бикрлик, сейсмик ҳимоя таянчлари, диссипатив кўрсаткичлар.

В данной статье проведен анализ существующих устройств активной сейсмозащиты и их применения, обеспечивающих сейсмостойкость зданий и сооружений, также приведены математические модели их применения к зданиям и сооружениям.

Ключевые слова: сейсмические воздействия, интенсивность, упругость, вязкость, перемещение, ускорение, относительное перемещение, демпфер, пространственная жесткость, сейсмоизоляция, диссипативные свойства.

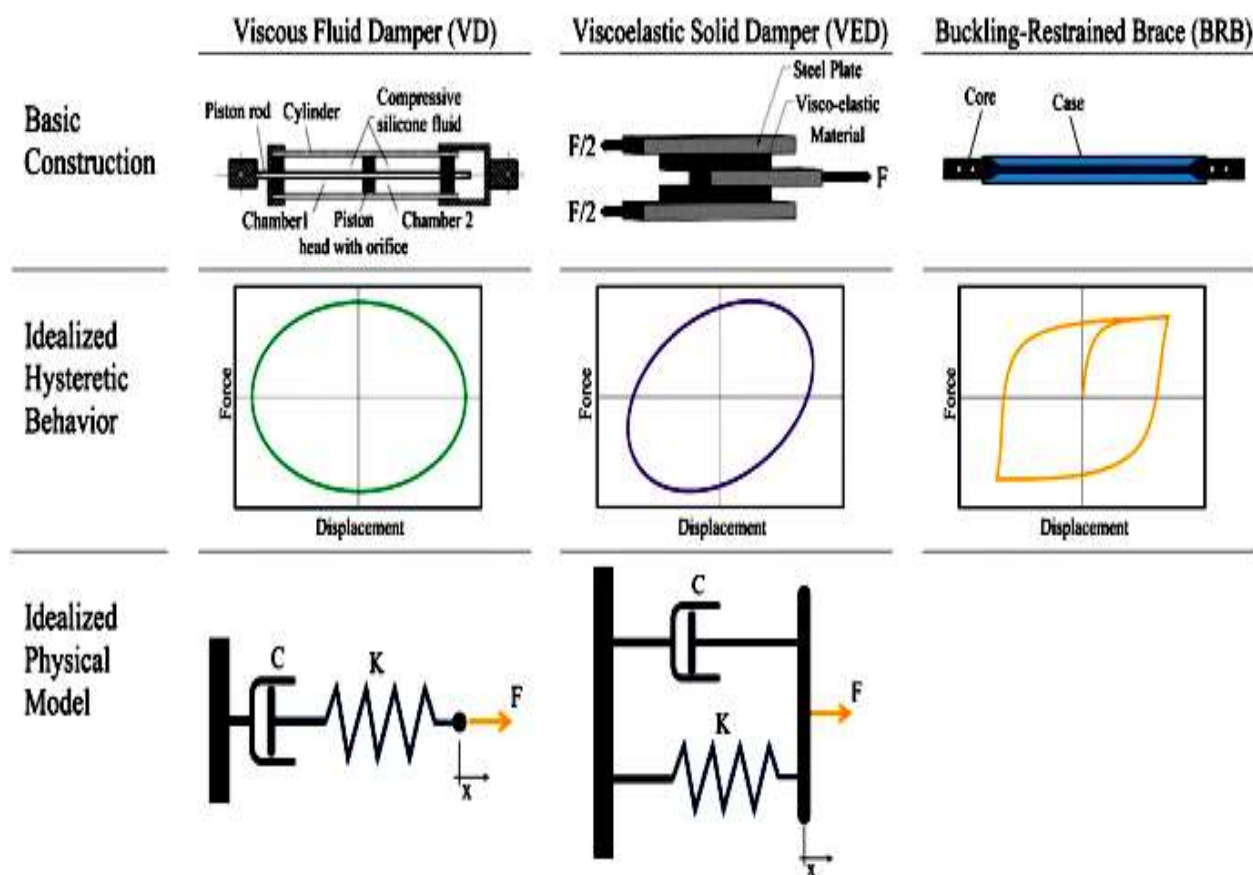
Analyses of the existing active seismic protection devices and their application, providing earthquake resistance of buildings and structures were given in this article, and mathematical models of their application to buildings and structures are provided.

Key words: seismic effects, intensity, elasticity, viscosity, displacement, acceleration, relative

displacement, damper, spatial stiffness, seismic isolation, dissipative properties.

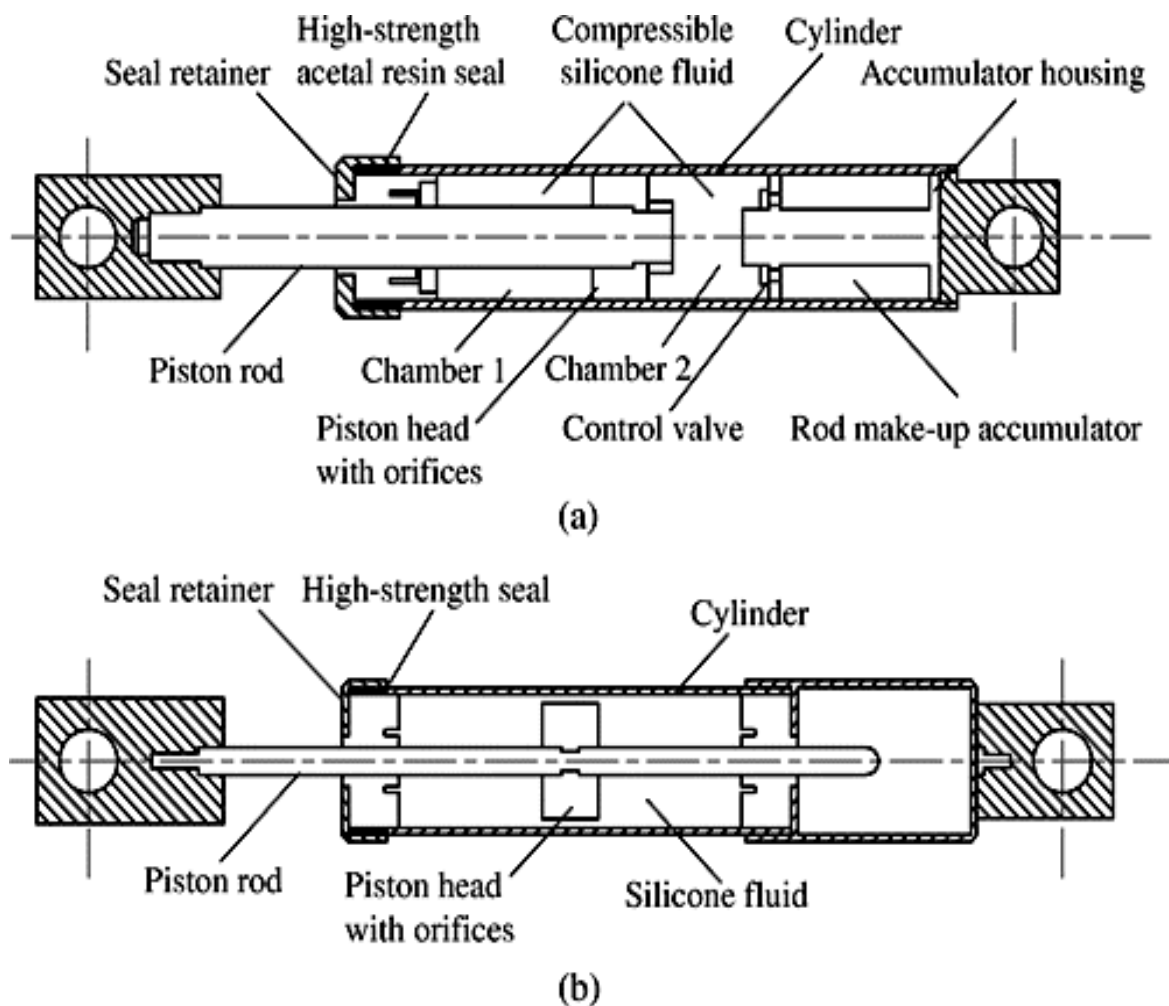
Маълумки, бино ва иншоотларни сейсмик таъсирлардан ҳимоялашнинг икки усули мавжуд бўлиб, улар актив ва пасив турларига бўлинади. Сейсмик таъсирлардан ҳимоялаш амалиётда бинонинг пойдевор қисмида ва юқори қаватларда тебранишларнинг динамик сўндиргичлари кўринишида учрайди. Асосан кўп қаватли ва осмонўпар биноларда қаватлар сатҳига ўрнатилган тебранишларнинг динамик сўндиргичлар (демпфер, актуатор, сўндиргич, силжувчи девор, ҳаракатланувчи массали инерцион ҳамда маятник кўринишидаги демпферлар ва б.қ.) кенг миқёсда қўлланилади. Бу сўндиргичлар курук, эластик-қовушқоқ, пластик ҳамда аралаш ишқаланишга эга қонуниятлар асосида ишлайдиган гистерезис типдаги қурилмалардан ташкил топади [1-2]. Ривожланган мамлакатлар қурилиш амалиётида асосан фрикцион ва қовушқоқлик қонуниятига эга демпферлар ишлатилади.

Ривожланган давлатлар сейсмик мустаҳкам қурилиш амалиётда кўп қаватли биноларнинг тебранишларини сўндириш мақсадида ишлатиладиган демпфер қурилмаларининг қовушқоқ, қовушқоқ-эластик ҳамда қистириб маҳкамланган эгилувчи боғларнинг гистерезис типининг ўзига хос хусусиятлари ҳамда физик моделлари қуйида 1-расмда келтирилган [3].

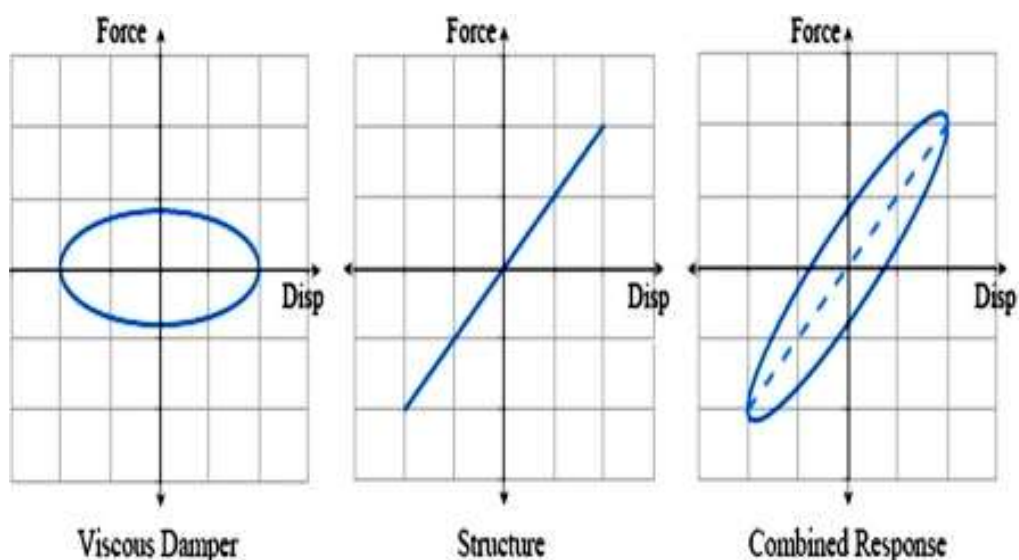


1-расм. Демпфер қурилмаларининг ўзига хослиги ҳамда уларнинг физик-механик моделлари.

Қуйида қовушқоқ хусусиятга эга бўлган кўп қаватли бино демпфер қурилмасининг таркиби, умумий кўриниши ҳамда унга таъсир килувчи куч ва кўчишлар орасидаги боғланишлар 1а-1б- расмларда келтирилган [4].



1а-расм. Икки хил тузилишдаги қовушқоқ хусусиятга эга демпфер қурилмасининг тузилиши: (а) - иккита камерали; (б) - битта камерали.



1б-расм. Демпфер қурилмасига таъсир қилувчи куч ва қўчиш орасидаги боғланиш гистерезиси.

Қурилиш амалиётида кўп қаватли биноларга ўрнатилган қовушқоқ ишқаланишли демпфер қурилмасининг кўриниши 1в-1г-расмларда келтирилган. Бунга кўра каркасли конструктив тизимдаги кўп қаватли бинонинг кўндаланг ва бўйлама рамаларига қуйидаги кўринишда қурилма ўрнатилиб, қават ораёпмасининг қуйи қаватга нисбатан кўчишининг ҳисобига демпферда ҳаракат пайдо бўлади. Нисбий кўчишнинг ҳисобига тизимда сўниш вужудга келади.

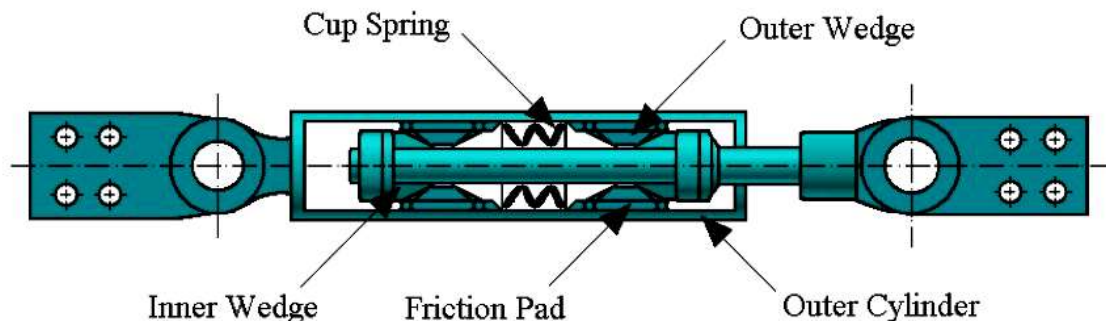


1в-расм. Кўп қаватли бинонинг устунларига демпфер қурилмасининг ўрнатилиши.

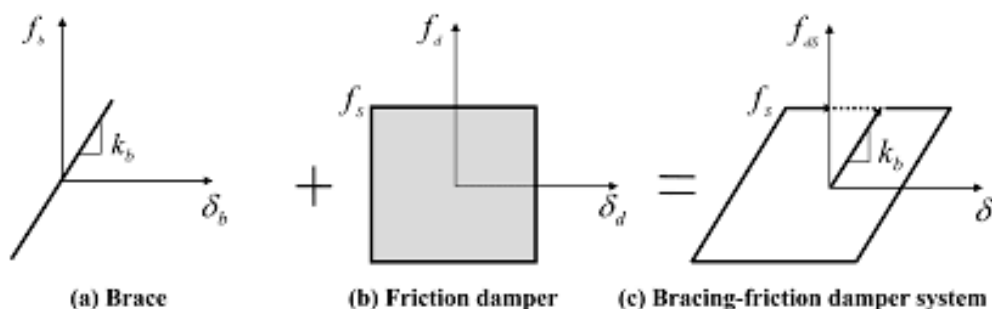


1г-расм. Қовушқоқ демпфер қурилмасининг бинонинг ясси рамасига ўрнатилиши.

Қовушқоқ ишқаланишга эга демпферлардан ташқари амалиётда куруқ ишқаланишга эга бўлган демпферлар кенг миқёсда қўлланилади. Қуйида куруқ ишқаланишга эга демпфер қурилмасининг таркиби, умумий кўриниши ҳамда унга таъсир қилувчи куч ва кўчишлар орасидаги боғланишлар келтирилган (2-2а- расм) [5]. Ушбу қурилма шундай лойиҳаланган бўлиб, ундаги ишқаланиш кучи доимий қийматга эга ҳисобланади. Демпфер нисбий кўчишнинг ҳисобига ишлайди.



2-расм. Куруқ ишқаланишга эга демпфер қурилмасининг тузилиши.



2а-расм. Куруқ ишқаланишга эга демпфер қурилмасининг унга таъсир қилувчи куч ва кўчиши орасидаги боғлиқлик гистерезиси.

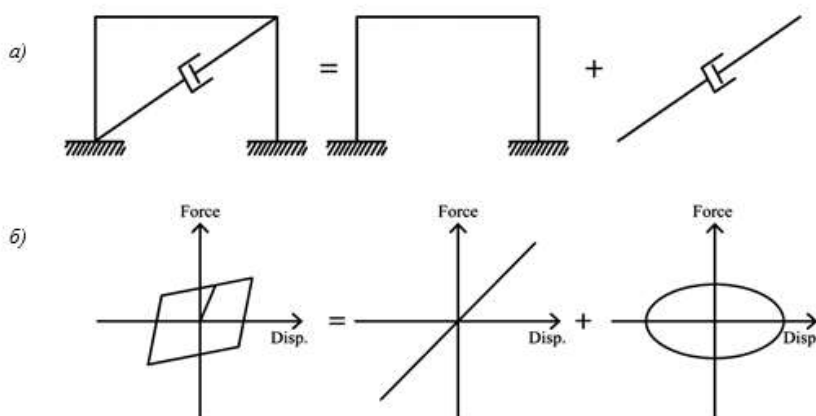
Кўп қаватли биноларда куруқ ишқаланишга эга бошқа турдаги фрикциион демпферларнинг кўп қаватли бионинг рамаларига ўрнатилиши 2в-2г - расмларда келтирилган.



2в-расм. Бионинг фасад қисмига ўрнатилган фрикциион демпферларнинг ўрнатилиши.



2г-расм. Бинонинг каркасига ўрнатилган фрикцион демпферларнинг ўрнатилиши.

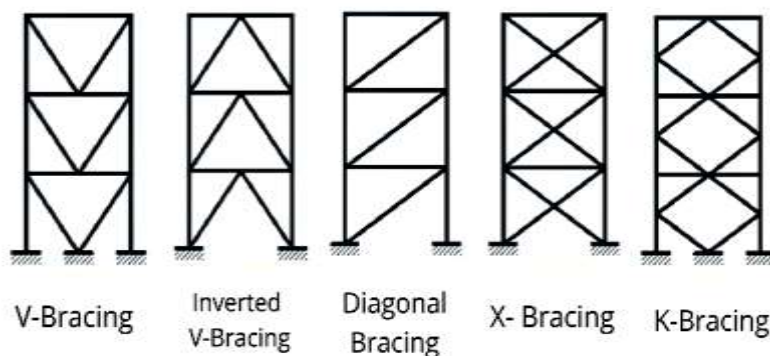


2д-расм. Бинонинг ясси рамаси ва унга ўрнатиладиган қовушқоқ демпфер: (а) - шартли белгиланиши; (б) - ўзига хос гистерезис хусусияти.

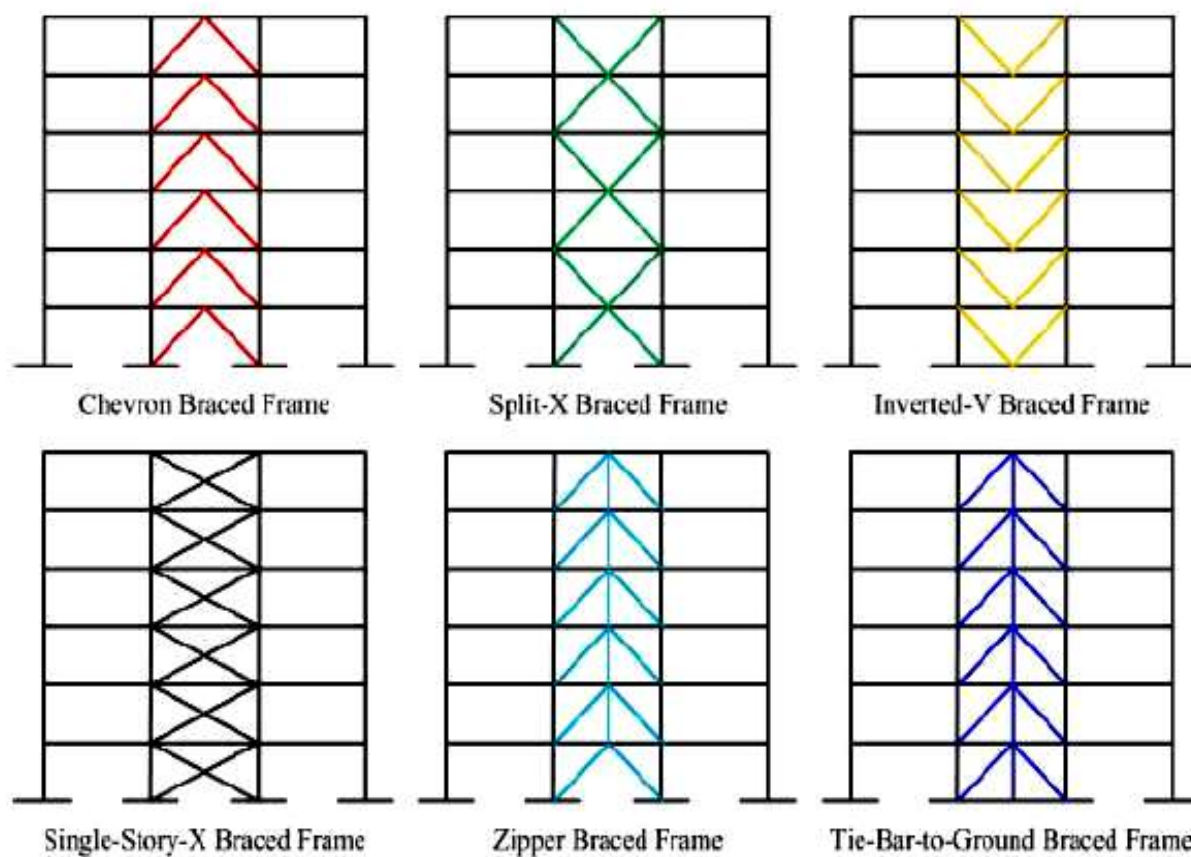
Аксарият ҳолларда ҳисоб ишларида каркасли бино рамаси эластик ҳамда унга ўрнатиладиган демпфер қовушқоқ хусусиятга эга деб қаралиб, уларнинг биргаликдаги хусусияти қуйидагича қабул қилинади 2д-расм.

Ясси рамаларда боғлар (bracing) нинг ўрнатилиш схемаси турлича бўлиб, улар 3а-расмда келтирилган. Ясси рамаларда сейсмик таъсирларда боғлар ва

устунлардаги юзага келиши мумкин бўлган зўриқишлар ҳамда кўп қаватли каркасли биноларга боғлар ва энергияни сўндирувчи демпферлар ўрнатилиш схемалари қуйида 3б-расмда келтирилган.



3а-расм. Ясси рамаларда боғларнинг ўрнатилиш схемаси.



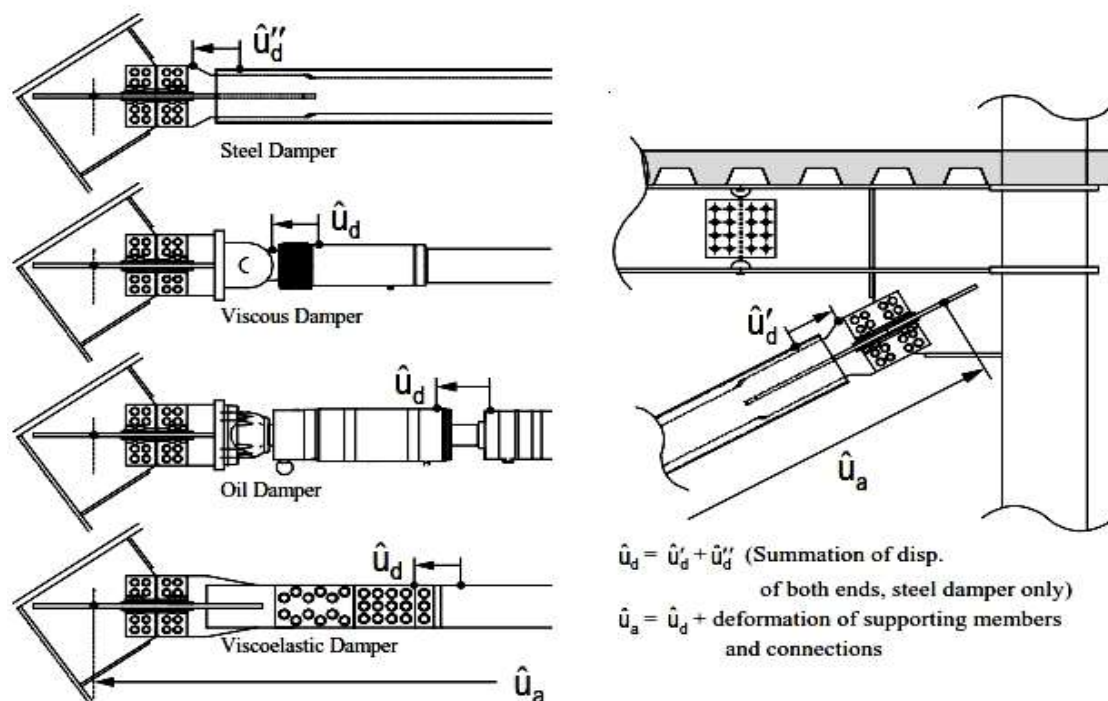
36-расм. Кўп қаватли каркасли биноларда боғлар ва демпферларнинг ўрнатилиш мумкин бўлган схемалар.

Дунё миқёсида кўп қаватли биноларда қўлланиладиган демпфер қурилмаларининг турлари, уларда пайдо бўладиган қаршилик кучларининг математик ифодалари ҳамда куч ва қўчишлари орасидаги боғлиқлик гистерезиси қуйида 3в-расмда келтирилган [6].

Viscous	Oil	Viscoelastic	Steel	Friction
Shear/Flow Resist Panel, Box, Cylinder	Flow Resist Cylinder	Shear Resist Brace, Panel, etc.	Axial/Shear Yielding Brace, Panel, etc.	Slip Resist Brace, Panel
$F = C\dot{u}^a$	$F = C_1\dot{u}$ or $C_2\dot{u}$	$F = K(u)u + C(u)\dot{u}$	$F = K \cdot f(u)$	$F = K \cdot f(u)$

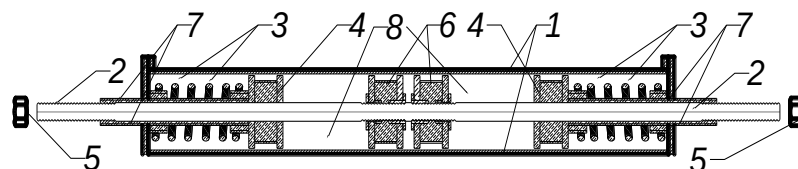
3в-расм. Демпфер қурилмаларининг асосий турлари ва хусусиятлари

Амалиётда кенг миқёсда ишлатиладиган пўлат, қовушқоқ, суюқлик қуйилган ҳамда эластик-қовушқоқ хусусиятга эга демпферларнинг ташқи кучлар таъсирида мумкин бўлган қўчишлар қуйидаги схемаларда келтирилган (3г-расм).



3г-расм. Амалиётда қўлланиладиган демпфер конструкцияларни тебранишлардаги мумкин бўлган кўчишлари

Юқоридаги демпферлар завод шароитида таёрланиб, уларнинг таннархи сезиларли даражада қиммат ҳисобланади. Кўп қаватли биноларга қаватнинг ҳисоб кўрсаткичларига мос равишда кўп миқдорда қўлл анилиши ҳисобига бинонинг таннархини ошишига олиб келади.



4- расм. Демпфер қурилмасининг схематик кўриниши: 1-металл корпус, 2-металл шток, 3-пружина, 4-металл поршень, 5-гайка, 6-металл поршень, 7-йўналтирувчи металл қувурча, 8-масса солинадиган бўшлиқлар.

Бунга кўра демпфер конструкцияси маҳаллийлаштирилганлиги сабабли, унинг таннархи ҳисоб натижаларига кўра хорижий давлатлардан харид қилинадиган демпфер қурилмалари нархидан 3-5 маротабагача арзон бўлиши аниқланди.



4а-расм. Синовдан ўтаётган демпфер қурилмасининг умумий кўриниши.

Келтирилган камчиликларни инобатга олган ҳолда илмий ходимлар томнидан маҳаллий хом-ашёлардан тайёрланган ҳамда қурилмалар ўрнини боса оладиган демпфер қурилмаси ихтиро қилинган бўлиб, унинг конструкцияси қуйида келтирилган (4-4а-расм).

Ҳозирги кунда ЎзР Фанлар академияси Механика ва иншоотлар сейсмик мустаҳкамлиги институтининг синов лабораториясида таклиф қилинаётган қурилма статик ва динамик кучлар таъсирида асосий ҳисоб кўрсаткичлари турли материалларнинг хусусиятларини инобатга олган ҳолда аниқлаш бўйича кенг қўламли тадқиқот ишлар олиб боришмоқда.

Сейсмик ҳудудларда кўп қаватли биноларни сейсмик таъсирлардан ҳимоя қилиш мақсадида қўлланиладиган актив сейсмик ҳимоя қурилмаларининг кўрсаткичларини ҳудуднинг интенсивлиги ва геолгиясини ҳисобга олган ҳолда бинони лойиҳалашдан олдин унинг кўрсаткичларига мос равишда танлаш талаб этилади.

Ўзбекистон Республикасида амалда қўлланилган сейсмик ҳимоя таянчларининг имкониятлари ва хизмат муддатини назарий ва экспериментал тадқиқотлар натижаларини ҳисобга олган ҳолда янги мақбул ечимларни ишлаб чиқиш, тадқиқотларни давом эттиришни талаб этади.

Адабиётлар

- [1]. Akira Fukukita, Tomoo Saito, Keiji Shiba – Control Effect for 20-Story Benchmark Building Using Passive or Semiactive Device // Journal of Engineering mechanics. – 2004. –№4. – 430-436 pp.
- [2]. Zach Liang, George C. Lee, Gary F. Dargush, and Jianwei Song. Structural Damping: Applications in Seismic Response Modification. CRC Press is an imprint of the Taylor & Francis Group, an inform a business. 2012 by Taylor & Francis Group. Pp. 577.
- [3]. G.C. and Z. Liang, in Earthquake-Resistant Struct. - Des. Assess. Rehabil. (InTech, 2012).
- [4]. A.W. Taylor, A.N. Lin, and J.W. Martin, Earthq. Spectra 8, 279 (1992).
- [5]. Ehsan Noroozinejad FARSANGI, Azlan ADNAN. Seismic Performance Evaluation of Various Passive Damping Systems in High and Medium-Rise Buildings with Hybrid Structural System. GaziUniversity Journal of Science. GU J Sci. 25(3):721-735 (2012).
- [6]. Kazuhiko KASAI. Seismic Performance of Building Protective Systems: Evaluations from Full-Scale Lab Tests and Actual Earthquake Observations. Structural Engineering Research Center, Tokyo Institute of Technology, JAPAN.
- [7]. year {2013}, URL {<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:211525693>}

УДК 691.383.51

ПЕРВАЯ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ И АНАЛИЗ ЕЁ ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ

Х.Ф. Зикриллаев, Т.Б. Содиков

Ташкентский государственный технический университет, sodikovtim94@gmail.com
(Получена 03.07.2023 г.)

This article considers a photovoltaic station, which was built first on the territory of Uzbekistan. This station, with a capacity of 126,6 kW, was launched in test mode so that test modern type of solar panels HANWHA, JSPV, S-ENERGY and TOP SUN in the natural and climate conditions of Uzbekistan, train personnel in the field of solar energy, improve skills in the operation of photovoltaic station, as well as to identify practical conclusions on the basis of which in the future to choose the most effective solutions.

Keywords: renewable energy sources, photovoltaic station, a solar panel, solar tracker, energy efficiency, electricity.

Ушбу мақолада Ўзбекистон ҳудудида биринчи бўлиб қурилган фотоэлектрик станция кўриб чиқилган. Қуввати 126,6 кВт бўлган ушбу станция замонавий турдаги HANWHA, JSPV, S-ENERGY ва TOP SUN қуёш панелларини Ўзбекистоннинг иқлим-табиати шароитида синаш, қуёш энергетикаси соҳасида кадрлар таййорлаш, фотоэлектрик станцияни ишлатиш бўйича қўникмаларни ошириш, шунингдек келажакда самаралироқ ечимларни танлашга асосланган амалий хулосаларни аниқлаш учун тест сифатида ишга туширилган эди.

Таянч сўз ва иборалар: қайта тикланувчи энергия манбалари, фотоэлектрик станция, қуёш панели, қуёш трекери, энергия самарадорлик, электр энергия.

В данной статье рассмотрена фотоэлектрическая станция, которая была построена первым на территории Узбекистана. Данная станция, мощность которой составляет 126,6 кВт, была запущена в тестовом режиме для того чтобы тестировать современные виды солнечных панелей HANWHA, JSPV, S-ENERGY и TOP SUN в природно-климатических условиях Узбекистана, подготовить кадров в сфере солнечной энергетики, повысить навык по эксплуатацию фотоэлектрических станций, а также выявить практические заключения на основе которых в будущем выбирать наиболее эффективные решения.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, фотоэлектрическая станция, солнечная панель, солнечный трекер, энергоэффективность, электроэнергия.

Введение. Известно, что ограниченные ресурсы такие как газ, уголь и мазут играют ключевую роль в развитии энергетического сектора, экономики, а также благосостояние населения. Основным источником энергии нашей страны является природный газ - занимающий около 80% в структуре первичного топливно-энергетического баланса [1]. Однако, доступ к этим видам ресурсам могут закончиться в связи их ограниченностью, а недостаточность, истощение запасов и использование таких видов энергий в течении длительного время подтверждает, что топливная энергетика наносить значительный вред в окружающую среду, увеличивает концентрацию CO₂ что способствует образованию парникового эффекта следствии чего обуславливается и обостряются экологические проблемы [2]. Также она не является устойчивой и в долгосрочной перспективе не сможет обеспечить энергетическую безопасность страны [3]. А для улучшения энергетической безопасности необходимо диверсификация энергосистемы, где ключевую роль будут играть возобновляемые источники энергии (ВИЭ), так как по прогнозам, ВИЭ к 2030 году будут составлять 30-35% от общего объема производимой в мире электрической и тепловой энергии [4]. По расчётам, солнечные дни в нашей стране составляют примерно 300-310 дней в году, что доказывает на огромный технический потенциал солнечной энергии (177 млн т.н.э.) и подтверждает её актуальность [5]. Поэтому солнечный Узбекистан существенно стал стимулировать и уделять особое внимание именно на солнечную энергетику (СЭ).

Основная часть. Первым практическим шагом перехода энергосистемы к ВИЭ, а именно к СЭ началось с 2014 года, это связано с принятием Постановления Президента Республики Узбекистан ПП №2192 от 25 июня «О мерах по реализации договоренностей, достигнутых в ходе государственного визита Президента Республики Корея Пак Кын Хе в Республику Узбекистан (16-18 июня 2014 г) и дальнейшему развитию двухстороннего сотрудничества». В рамках этого постановления была построена первая тестовая фотоэлектрическая станция (ФЭС), под названием KOREA - UZBEKISTAN PV TEST BED. Основной целью построения этой станции было: тестирование современных видов солнечных панелей в природно-климатических условиях Узбекистана; повышение практических навыков эксплуатации ФЭС; подготовка кадров в сфере СЭ, также выявление практических заключений на основе которых в перспективе можно было выбирать наиболее эффективные решения. Станция установленная мощность которой составляет 126,6 кВт построена в Папском районе Наманганской области в декабре 2014 года. Станция способна производить 500-600 кВт*ч электроэнергии за сутки и передавать её в сеть, так как она была интегрирована с общей сетью энергосистемы страны. Территория, на которой размещена ФЭС имеет небольшой уклон в южную сторону (рис.1), а это значит траектория хода солнца осенью, зимой и весной достаточно низкая и солнечных ресурсов здесь больше, что является весьма приемлемым местом для станции. Ниже приведена схема расположения станции.

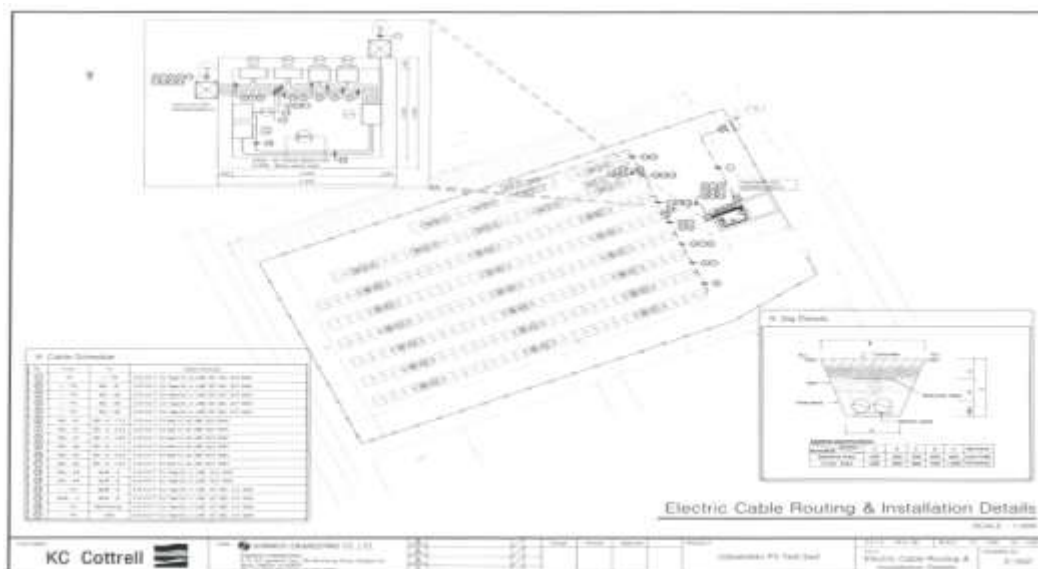


Рис.1. Схема расположения изучаемой фотоэлектрической станции.

Как видно из рисунка 1, станция состоит из 8 рядов, где в первые три ряда установлены солнечные панели (СП) JSPV общее количество которых равна 198 штук, 4-6 ряда оснащены СП HANHWA общее количество которых также 198 штук, в седьмой ряд установлен 72 штук панелей под названием S-ENERGY, а в последний ряд состоит из панелей TOP SUN, количество которых 24 штук. В следующей таблице приведен основные параметры вышесказанных СП.

Таблица №1. Основные параметры солнечных панелей станции.

Название	HANHWA	JSPV	S-ENERGY	TOP SUN
P	250 Вт	250 Вт	250 Вт	400 Вт
U _{рmax} , U _{хх}	30.4/37.7 В	30.9/30.8 В	30.8/37.5 В	49.39/60.55 В
I _{рmax} , I _{кз}	8.23/8.79 А	8.25/8.28 А	8.14/8.67 А	8.1/8.7 А
КПД	15.5%	15.5%	15.03%	15.6%

Панели, мощность которых равна 250 Вт установлены на солнечных трекерах, которые показаны на рисунке 2.



Рис.2. Трекер солнечных панелей HANHWA, JSPV и S-ENERGY.

Как видно из рис.2 трекеры солнечных панелей стационарны, не подвижны, а это означает, что они не оснащены системой очистки и системой слежения за солнцем, в результате чего становится невозможным максимально преобразовать солнечную энергию в электрическую. А трекер солнечной панели TOP SUN, который установлен в 8 ряд, имеет систему слежения за солнцем, только не автоматическую, а ручную, что требует дополнительную рабочую силу чтобы за каждое время года менять положение модулей.

Факт, что солнечные модули работают на открытом воздухе испытывая различные природные явления изменяя и теряя свои параметры и свойства. С целью выявления этих изменений авторами на станции было проведено научно-практические исследования. На рис.3 показаны начальное и текущее состояния солнечных модулей станции.



А)



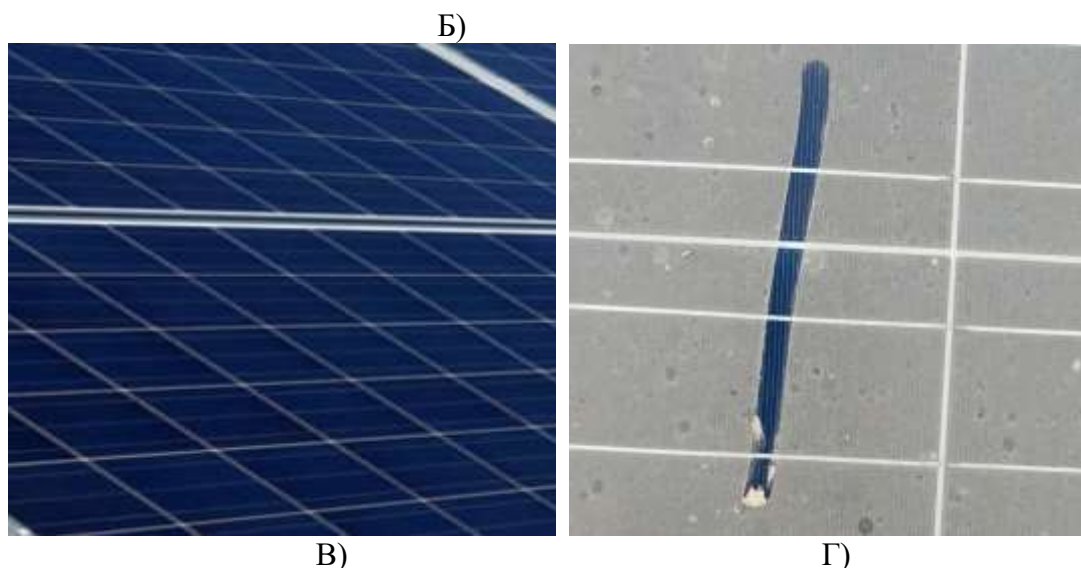


Рис.3. Состояние солнечных панелей станции. А, В – начальное состояние. Б, Г - текущее состояние.

Из рисунков не трудно понять, что поверхность панелей сильно загрязнены это обусловлено тем, что на территории ФЭС уровень загрязнения воздуха иногда становится выше нормы (особенно летом и осенью) и отсутствует система их очистки. А это в свою очередь оказывает негативное влияние к их параметрам и характеристикам.

Таблица №2. Параметры солнечных панелей.

До очистки			После ручной очистки	
№	I_{K31} , А	U_{XX1} , В	I_{K32} , А	U_{XX2} , В
1	1.01	34.91	1.32	34.53
2	1.48	35.6	1.38	34.43
3	6.04	33.96	5.57	34.36
4	6.21	33.60	7.66	33.47
5	6.48	33.50	7.48	33.38
6	5.59	33.5	6.54	33.36
7	3.95	33.68	5.24	33.62
8	2.10	33.75	2.90	33.78
9	0.95	33.24	1.49	33.40
10	0.23	33.70	0.12	31.03

В таблице №2 приведены параметры СП HANHWA до очистки и после очистки соответственно. Все вышепоказанные параметры были получены в результате измерения в ходе исследования станции (рис.5), где принято допущения, что плотность потока солнечного излучения E ($Вт/м^2$) имеет одинаковое значение до очистки и после очистки СП. Из таблицы становится ясно, что ток короткого замыкания I_{K32} (А) после ручной очистки поверхности СП значительно увеличился, чем ток короткого замыкания до очистки I_{K31} (А). Это объясняется тем, что ток I_{K3} (А) линейно зависит от плотности потока солнечного излучения E ($Вт/м^2$), т.е. чем больше будет падать солнечная радиация на поверхность СП, тем выше будет генерироваться I_{K3} . Поэтому для повышения энергоэффективности станции периодически нужно очищать поверхность модулей от пыли или разработать и применить систему очистки, а также на трекерах установить автоматическую систему слежения за солнцем под двум осям.



Рис.5. Процесс замера параметров солнечных панелей.

Также, для анализа состояния ФЭС в ходе исследования были рассчитаны объемы электроэнергии по месяцам, произведённой станцией за первый год его работы и за 2022 год, т.е. когда было проведено научное исследование.

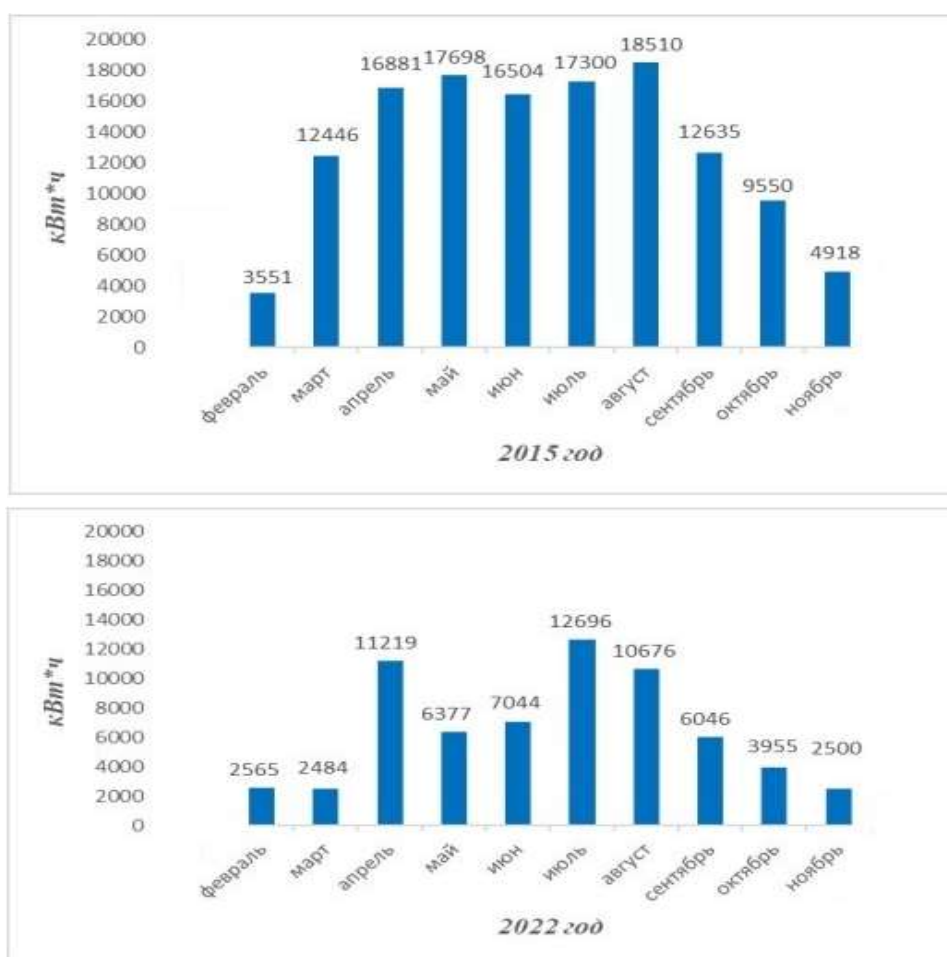


Рис.6. Объемы выработанной электроэнергии за 2015 и 2022 год

Как видно из графиков, генерация электроэнергии достигла максимума в августе 2015 года, когда было произведено 18510 кВт*ч, а в августе 2022 года произведено 10676 кВт*ч энергии, что на 42,3% меньше чем 2015 год. Данное значение является весьма неприемлемым худшим показателем, что ещё раз подтверждает о необходимости создания автоматическую систему очистки солнечных панелей, а также систему слежения за солнцем, которые имеет минимальную затрату энергии на собственные нужды.

Таким образом из вышесказанных можно заключить следующее:

1. На территории ФЭС, где она была размещена, уровень загрязнения воздуха превышает выше нормы, особенно летом и осенью, что обуславливает существенному снижению мощности солнечных панелей, в следствии чего уменьшается энергоэффективность станции;
2. Из-за отсутствия системы слежения за солнцем в 1-7 рядах, которые состоят их СП HANWHA, JSPV и S-ENERGY, становится невозможным от них получить максимальную энергию;
3. Из-за неавтоматического, а ручного слежения за солнцем 8-ряда, который состоит из панелей TOP SUN, требуется дополнительная рабочая сила за каждое время года чтоб менять положение модулей;
4. Для увеличения энергоэффективности солнечных панелей авторы предлагают разработать и применить автоматическую систему очистки панелей с минимальными затратами энергии на собственные нужды, а так систему слежения за солнцем, в следствии чего не только увеличиться энергоэффективность СП и ФЭС, но и оперативность, уровень удобства эксплуатации, срок службы, а также сократиться срок окупаемости.

Список литературы

- [1]. Мирзабеков Ш.М., Содиков Т.Б. Внедрение альтернативных источников энергий в Узбекскую энергосистему. // Роль передовых инновационных технологий и образования в решении задач автоматизации и энергетики, направленная на повышение энергоэффективности производств и социальной сферы. Международная научно-практическая конференция. – Наманган, 2021 г. – С.763-769.
- [2]. Зикриллаев Х.Ф., Содиков Т.Б. Перспективы развития возобновляемых источников энергии. // Международная научная конференция памяти академика НАН Республики Казахстан Эрнста Гербертовича Бооса. – Казахстан, 2023 г. – С.17-19.
- [3]. Содиков Т.Б. Импульсы к развитию «зеленой энергетики» Узбекистана. // Международная научная конференция памяти академика НАН Республики Казахстан Эрнста Гербертовича Бооса. – Казахстан, 2023 г. – С.38-39.
- [4]. Холбоев Д.Ж., Содиков Т.Б., Эркинов А.А., Дадаханов А. Куёш энергиясидан самарали фойдаланиш. // Роль передовых инновационных технологий и образования в решении задач автоматизации и энергетики, направленная на повышение энергоэффективности производств и социальной сферы. Международная научно-практическая конференция. – Наманган, 2021 г. – С.736-738.
- [5]. Аллаев К.Р. Современная энергетика и перспективы её развития. –Т.: Фан, 2021: - 581 с.

КОМБИНАЦИЯЛАНГАН ЭНЕРГИЯ ҚУРИЛМАНИНГ ЭКСПЛУАТАЦИОН ПАРАМЕТРЛАРИНИ ТАДҚИҚОТ НАТИЖАЛАРИ

Ф.Т. Юсупова

*Фарғона политехника институти
(Қабул қилинди 3.07.2023 й.)*

Ушбу мақолада комбинацияланган энергия қурилманинг эксплуатацион параметрларини тадқиқот натижалари баён этилган. Тадқиқотларнинг дастлабки босқичида комбинацияланган энергия қурилманинг имитацион модели компьютер асосида MATLAB SIMULINK дастури ёрдамида ишлаб чиқилган. Кейинги босқичида комбинацияланган энергия қурилмаси Тошлоқ туманидаги Сўкчилик "Акбаржон кўрки" оилавий корхонасига монтаж қилинган ва ушбу ҳудудда эксперимент тадқиқотлар олиб борилган. Оилавий корхонанинг эҳтиёжидан келиб чиқиб, ёритиш тизими, видео кузатув тизими, модем қурилмаси, овқат тайёрлаш учун электр плита ва музлатгич каби юкламалар узлуксиз ишлаган. Қуёш электр станцияси, микро-ГЭС ва комбинацияланган энергия қурилмасининг кун давомидаги қувватларининг вақтга боғлиқлик графиклари келтирилган.

***Калит сўзлар:** қуёш панели, Архимед винт турбина, генератор, аккумулятор, инвертор, юклама, гибрид контроллер, микро-ГЭС, қуёш электр станцияси, комбинация.*

В данной статье описаны результаты исследования эксплуатационных параметров комбинированного энергетического устройства. На начальном этапе исследований имитационная модель комбинированного энергетического устройства была разработана с помощью программы MATLAB SIMULINK на компьютерной основе. На следующем этапе на семейном предприятии Сокчилик «Акбаржон корки» в Тошлокском районе был установлен комбинированный энергетический аппарат, и проведены экспериментальные исследования в этой области. Исходя из потребностей семейного бизнеса, такие нагрузки, как система освещения, система видеонаблюдения, модемное устройство, электрическая плита для приготовления пищи и холодильник, работали непрерывно. Представлены графики зависимости мощности солнечной электростанции, микро-ГЭС и комбинированной электростанции от времени в течение суток.

Ключевые слова: солнечная панель, винтовая турбина Архимеда, генератор, батарея, инвертор, нагрузка, гибридный контроллер, микро-ГЭС, солнечная электростанция, комбинация.

This article describes the results of a study of the operational parameters of a combined energy device. At the initial stage of research, a simulation model of a combined power device was developed using the MATLAB SIMULINK program on a computer basis. At the next stage, a combined energy apparatus was installed at the Sokchilik family enterprise "Akbarjon Korki" in the Toshlok district, and experimental studies were carried out in this area. Based on the needs of the family business, loads such as the lighting system, video surveillance system, modem device, electric cooking stove and refrigerator were running continuously. Graphs of the dependence of the power of a solar power plant, a micro-hydroelectric power plant and a combined power plant on time during the day are presented.

Key words: solar panel, Archimedes screw turbine, generator, battery, inverter, load, hybrid controller, micro-hydro, solar power plant, combination.

Кириш

Бутун дунёда анъанавий энергия манбалари ўрнига муқобил энергия манбаларидан кенг миқёсида фойдаланишга ўтиш долзарб ва муҳим масалага айланди. Ишлаб чиқариш технологиянинг мураккаблиги ва тан нархининг қимматлигига қарамай, қайта тикланувчи энергия манбаларига бўлган талаб ортиб бормоқда [1,2].

Бу борада, Республикамизда ҳам қайта тикланувчи энергия манбаларига ўтиш бўйича дадил қадам ташламоқда. Мамлакатимизнинг географик жойлашуvidан келиб чиқиб, қуёш, сув ва шамол энергетикасини янада ривожлантириш кераклиги тақоза қилинмоқда.

Қуёш энергиясини электр энергиясига айлантириш, фотоэлектрик ярим ўтказгичли ўзгартиргичлар ёрдамида амалга оширилади. Бугунги кунда фотоэлектрик ўзгартиргичларнинг нархи қимматлиги ва технологияси мураккаблигича қолмоқда.

Сув энергиясини электр энергиясига айлантириш сув турбиналари ёрдамида амалга оширилади. Дарё, сой, канал ва кичик сув ҳавзаларида оқар сувларнинг сатҳи ва шунга боғлиқ равишда сувнинг босими ўзгариб тургани учун улар доим фасллар давомида бир хил режимда, бир хил босим остида бир хил энергия бермайди. Бундай вазиятда микро-ГЭСдан фойдаланиш яхши самара бермайди, фақат электр энергия манбаларини захиралаш имконини беради. Шу боис, қўшимча равишда қуёш фотоэлектр станцияларидан электр энергияси ишлаб чиқиш ва уларни бир-бири билан комбинациялаш устида илмий тадқиқотлар олиб бориш муҳим саналмоқда. Тадқиқот усулига бундай ёндашув битта ўзгартиргичнинг ишламайдиган ҳолатини бошқа энергия манбаи билан алмаштириш имконияти билан изоҳланади, яъни кундузи ёки сув оқимининг пасайишида қуёш панелларидан, кечқурун ёки булутли об-ҳаво шароитида микро-ГЭСдан фойдаланилади [3].

Материаллар ва усуллар

Комбинацияланган энергия қурилмасини ишлаб чиқиш учун 500 Вт дан иборат бўлган 8 дона қуёш панели, Архимед винт турбинаси, 700 Вт ли асинхрон генератор, гибрид контроллер, 12 вольтли, 60 А*соат сизимли 2 дона аккумулятор, қаршилиги 5 Ом ва қуввати 3000 Вт дан иборат балласт юклама, СН-4000W инвертордан фойдаланилди.

Тадқиқотни икки усулда: компьютер асосида MATLAB SIMULINK дастури ёрдамида имитацион модели ишлаб чиқилди ва ушбу имитацион модел асосида монтаж қилинган комбинацияланган энергия қурилмасида эксперимент тадқиқотлар олиб борилди.

Назарий қисм

Техник қурилмани ишлаб чиқаришга жорий қилишдан олдин унинг модели ишлаб чиқилади ва тадқиқ қилинади. Иқтисодий жиҳатдан ва тадқиқотларни тезкор ўтказиш учун унинг математик моделни компьютер ёрдамида ишлаб чиқиш мақсадга мувофиқдир. Замонавий компьютерларнинг катта ҳисоблаш қуввати қурилма моделини иқтисодий томондан сезиларли сарф-харажатсиз ҳар томондан тадқиқ қилиб чиқишга имкон беради [4,5].

Моделлаштириш жараёнини амалга оширувчи кўплаб маҳсус дастурлар мавжуд. Улар қаторига Scilab, Maxima, Mathematica, Microsoft Excel, Matlab, Maple, Mathcad, GNU Octave, SageMath, Julia, VisSim ва бошқалар қиради.

Мужассамланган электр энергетик қурилма каби мураккаб динамик тизимни моделини тузиш учун юқорида кўриб чиқилган дастурий муҳитларидан фақат тўрттаси, яъни Scilabнинг Xcos, MATLABнинг Simulink, Maplening MapleSim пакетлари ва VisSim/Altair Embed дастури тўғри келади. Уларнинг ичида MATLAB Simulink дастури энг кўп қўлланилади. Маълумки, Simulink мураккаб динамик тизимларни моделлаштириш ва таҳлил қилиш учун яратилган график кўринишдаги визуал дастурлаш муҳитидир.

Қуёш фотоэлектр станцияси ва микро-ГЭСдан иборат комбинацияланган энергия қурилмасининг имитацион моделини ишлаб чиқиш учун MATLAB Simulink дастуридан фойдаланилди.

Specialized Power Systems бўлимида қуёш электр станцияси, яъни қуёш панели, микро-ГЭС турбинаси, тўғрилагич ва инверторни қуриш учун универсал кўприк, бошқариладиган калитлар, ток кучини ўлчагичлар, энергия тўплагич юкламаларга моделлар мавжуд.

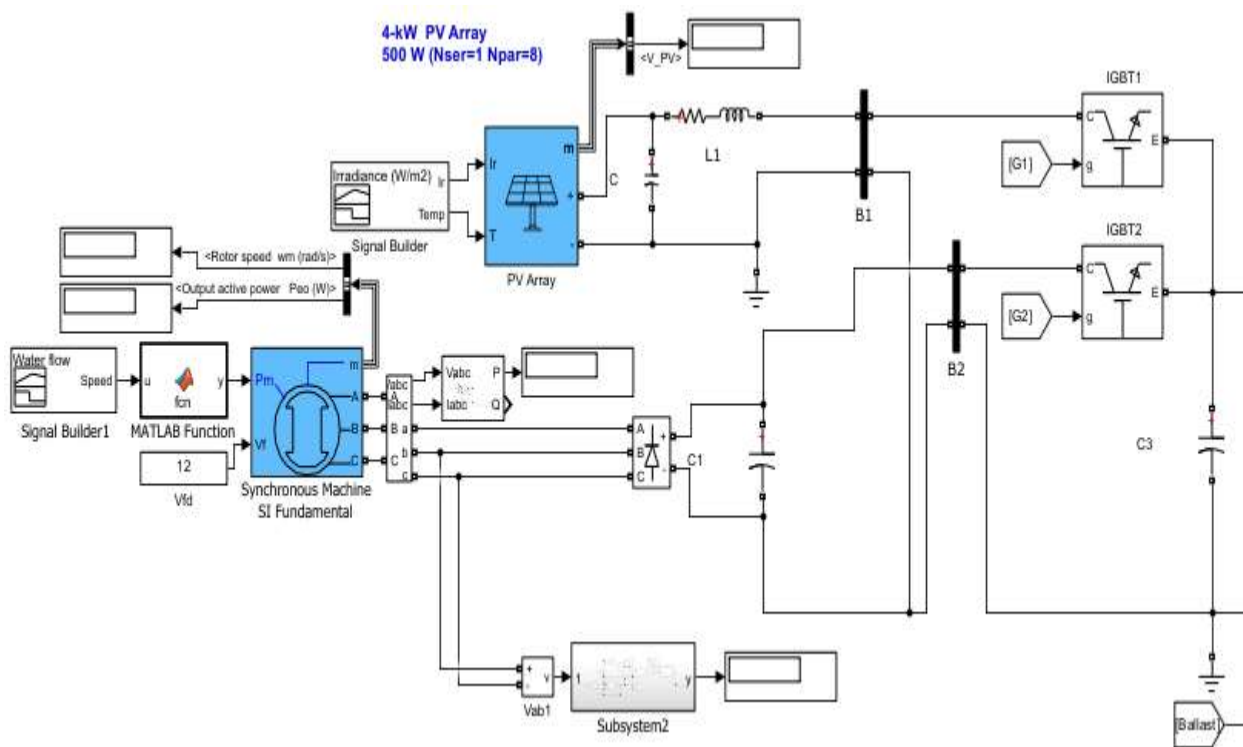
Қуёш ва микро-ГЭС асосидаги комбинацияланган энергия қурилмасининг MATLAB ҳисоблаш муҳити Simulink тўплами Simscape бўлими Specialized Power Systems қисмидаги имитацион модели (а – моделнинг бошланиш қисми, б – моделнинг тугалланиш қисми) 1-расмда келтирилган.

Моделда қуёш электр станцияси сифатида PV Array блоги ишлатилган. Ҳар бирининг қуввати 500 W дан иборат бўлган 8 та қуёш панелларининг параллел уланишидан ташкил топган бўлиб, умумий қуввати 4000 W гача етказилган. Унинг иккита кириши бўлиб, уларга панелларга тушаётган қуёш нурланиши I_r нинг ва панел ҳарорати $Temp$ нинг қийматлари берилади. Учта чиқишининг иккитасидан қуёш панелларида ҳосил қилинаётган электр кучланиш ва учинчисидан эса кучланишнинг ўлчанган қиймати олинади.

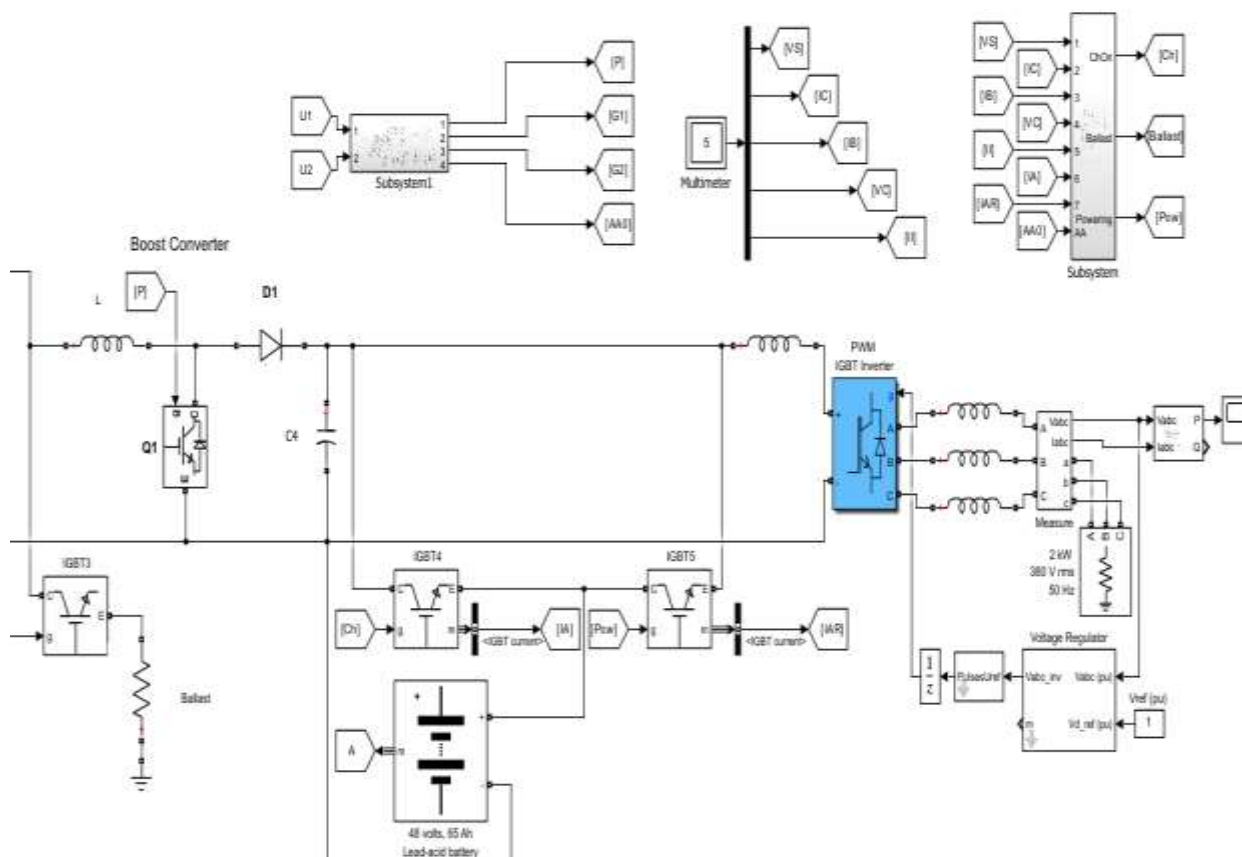
Микро-ГЭС турбинаси вазифасини MATLAB Function блоги, генератор вазифасини эса Synchronous Machine SI Fundamental блоги бажаради. Ундаги иккита киришга сув турбинаси ҳосил қилаётган механик қувват ва генераторнинг қўзғатувчи ўрами учун мўлжалланган ўзгармас кучланишнинг қийматлари берилади. Учта чиқишидан генерация қилинаётган уч фазали кучланиш, тўртинчи чиқишдан эса генератор роторининг бурчак тезлиги ва генератор ишлаб чиқараётган актив қувватнинг қийматлари олинади.

Қуёш фотоэлектр станциясидан олинган кучланиш CL_1 фильтрида текисланади ва B_1 блогида ўлчов жараёнидан ўтгандан сўнг $IGBT1$ транзисторида бажарилган бошқариладиган калитга узатилади [6].

Генераторнинг уч фазали кучланиши B_1 ўлчов блоги ва қувват ўлчагич ёрдамида унинг қуввати аниқланади ҳамда ундан ташқари тағтизим Subsystem орқали такрорлиги ўлчанади. Сўнгра уч фазали кучланиш тўғрилагич Rectifier ёрдамида ўзгармас кучланишга айлантирилади. C_1 конденсатор орқали текисланади ва B_2 блогида ўлчов ишлари бажарилгандан кейин $IGBT2$ транзисторида бажарилган бошқариладиган калитга узатилади.



а



б

1-расм. Қуёш ва микро-ГЭС асосидаги комбинацияланган энергия қурилмасининг MATLAB ҳисоблаш муҳитидаги имитацион модели (а – моделнинг бошланиш қисми, б – моделнинг тугалланиш қисми).

Subsystem1 тағтизимида бажарилган биринчи бошқариш қурилмаси ушбу калитлар ва L_1 ғалтак, D_1 диод, Q_1 транзистор ҳамда C_3 конденсаторда йиғилган кучланишни оширувчи ўзгартиргич учун давомийлиги бирламчи манбалар ҳосил қиладиган кучланишларнинг қийматлари билан аниқланадиган импульслар ишлаб чиқаради.

Тадқиқот натижалари ва уларнинг муҳокамаси

Ишлаб чиқилган комбинацияланган энергия қурилманинг имитацион моделида назарий ҳисоблашлар амалга оширилди. Ушбу модел асосида Тошлоқ туманидаги Сўкчилик “Акбаржон кўрки” оилавий корхонаси ҳудудига комбинацияланган энергия қурилмаси монтаж қилинди (2-расм). Тадқиқот даврида қуввати 500 Вт га тенг бўлган 8 дона қуёш панели ва 700 Втли микро-ГЭСдан фойдаланилди.



2-расм. Комбинацияланган энергия қурилмаси ўрнатилган жой.

Эксперимент тадқиқотлар баҳор ойида ўтказилди. Тадқиқот даврида, комбинацияланган энергия қурилмаси орқали электр энергияси таъминотига улаб қўйилган, корхонанинг истеъмолчи қурилмаларини рўйхати 1-жадвалда келтирилган. Кундуз кунлари, микро-ГЭС ва қуёш фотоэлектр станцияларда ишлаб чиқарилган электр энергияси гибрид контроллер орқали, аккумуляторларни зарядлаш ва юкламалар учун керакли энергияни ишлаб чиқариш учун инверторни таъминлашга сарф этилди. Қуёш фотоэлектр станциялардан электр энергияси олиш имкони бўлмаган вақтларда, яъни булутли об-ҳаво шароитларида, куннинг қоронғи пайтларида юкламалар учун электр энергияси аккумуляторларда йиғилган энергия ва микро-ГЭС томонидан ишлаб чиқарилган электр энергиясидан фойдаланилди.

1-жадвал.

Юкламанинг истеъмол қувватлари

Юкламалар	Қуввати, (Вт)	Сони, дона	Жами қуввати, (Вт)
Ёритиш тизими, электр лампа	15	24	360
	12	18	216
	10	5	50
Видео кузатув тизими	400	1	400
Интернет учун модем қурилмаси	20	1	20
Овқат тайёрлаш учун электр плита	2 500	1	2 500
Музлатгич (холодильник)	250	1	250
Жами қуввати			3 796

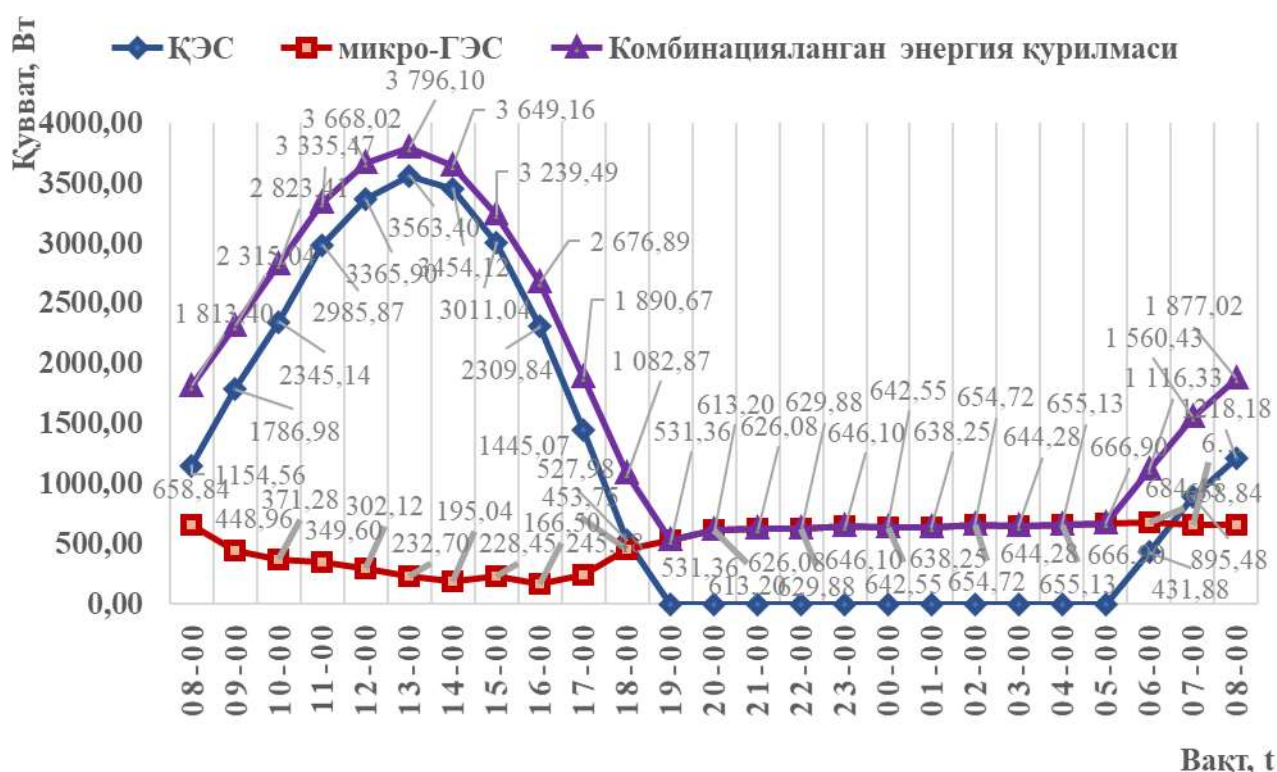
Юкламаларнинг ишлаш режимлари 2-жадвалда келтирилган. Кундуз куни ёритиш тизимига эҳтиёж бўлмагани учун асосан, кечқурунлари лампалардан фойдаланилди. Видеокузатув тизими, модем қурилмаси, музлатгич каби юкламалар узлуксиз уланган ҳолда ишлади. Кундуз кунлари, асосий юклама сифатида, электр плитадан фойдаланилди, овқат тайёрлаш учун мўлжалланган электр плита 10 соатдан кўп вақт давомида ишлади. Кундуз куни соат 08-00 дан кечки 19-00 гача бўлган вақт оралиғида инвертор орқали етказиб берилган электр энергияси электр ҳисоблагич орқали ўлчанганида, 30 кВт*соат электр энергияси етказиб берилгани аниқланди.

2-жадвал.

Юкламаларнинг ишлаш режимлари

Юкламалар	Соат 08-00 дан 19-00 гача				Соат 19-00 дан 08-00 гача			
	Қуввати, (Вт)	Сони, дона	Жами қувват, Вт	Ишлаш вақти, соат	Қуввати, (Вт)	Сони, дона	Жами қувват, Вт	Ишлаш вақти, соат
Ёритиш тизими (электр лампа)	15	2	30	2	15	24	360	4
	12	1	12	1	12	18	216	5
	10	1	10	2	10	5	50	5
Видео кузатув тизими	400	1	400	11	400		400	13
Интернет учун модем қурилмаси	20	1	20	11	20		20	13
Овқат тайёрлаш учун электр плита	2 500	1	2 500	10				
Музлатгич (маиший холодильник)	250	1	250	4	250		250	3
Жами қуввати, Вт			3 222				1 296	

Қуёш электр станцияси ва микро-ГЭСнинг кун давомидаги чиқиш кучланишлари ва тоқлари қийматларидан келиб чиқиб, уларнинг қувватлари ҳамда комбинацияланган энергия қурилмаси қувватларининг вақтга боғлиқлик графиги ишлаб чиқилди (3-расм).



З-расм. Қуёш электр станцияси, микро-ГЭС ва комбинацияланган энергия қурилмаси қувватларининг вақтга боғлиқлик графиги.

Графикдан кўришиб турибдики, кундуз кун сув турбинаси ишлаб чиқараётган электр қувватга бўлган эҳтиёж кам бўлганлиги учун асосан, қуёш фотоэлектр станциясидан электр энергияси олинди. Қуёш нури соат 08-00 дан 13-00 гача вақт оралиғида максимал қийматга кўтарилди ва соат 14-00 дан 19-00 гача вақт оралиғида минумум қийматга тушиши кузатилди.

Шунингдек, кечкурун қуёш нурлари бўлмаган пайтда, Архимед винт турбинасидан фойдаланилди ва у комбинацияланган энергия қурилмасининг асосий энергия манбаи бўлиб хизмат қилди.

Хулоса

Комбинацияланган энергия қурилмасининг имитацион модели MATLAB Simulink дастури ёрдамида ишлаб чиқилди ва назарий ҳисоблашлар амалга оширилди. Ушбу имитацион модел асосида комбинацияланган энергия қурилмаси ишлаб чиқилди ва Сўкчилик “Акбаржон кўрки” оилавий корхонасига жорий этилди. Оилавий корхонанинг эҳтиёжидан келиб чиқиб, ёритиш тизими, видео кузатув тизими, модем қурилмаси, овқат тайёрлаш учун электр плита ва музлатгич каби юкламалар узлуксиз ишлади.

Адабиётлар

- [1]. Новокрещенов О.В., Отмахов Г.С., Хуаде М.Ю. Комбинированные системы электроснабжения на возобновляемых источниках энергии // Научный журнал КубГАУ, №132(08), 2017 года, 1-12 стр.
- [2]. Григораш О.В., Пугачев Ю.Г., Военцов Д.В. Возобновляемые источники электроэнергии: состояние и перспективы// Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2007. – № 8. – С. 24 – 25.
- [3]. Kasimahunova A.M, Yusupova F.T. Rationale for the relevance and results of the creation of a hybrid microGES with a solar installation in the Fergana valley. Journal of Engineering and Technology (JET). Vol. 13, Issue 1, Jun 2023, pp 143–154.
- [4]. Kun Ding, XinGao Bian, HaiHao Liu, and Tao Peng. A MatLab-Simulink-Based PV Module Model and its Application under Conditions of Nonuniform Irradiance / Kun Ding [et al.] //IEEE Transactions on Energy Conversion. 2012. Vol. 27, No 4. P. 864–872. <https://doi.org/10.1109/tec.2012.2216529>.

- [5]. Samer Said, Ahmed Massoud, Mohieddine Benammar and Shehab Ahmed. A Matlab/Simulink-Based Photovoltaic Array Model Employing SimPowerSystems Toolbox. /S.Said [et al.] //Journal of Energy and Power Engineering. 2012 Vol. pp.1965-1975.
- [6]. Kasimaxunova A.M., Yusupova F.T. Development of a model of an autonomous photoelectric system based on MATLAB SIMULINK environment. Scientific and Technical Journal of Namangan Instituti of Engineering and Technology. Vol. 7, Issue 4, 2022, pp 358-362.

KVANT VA KLASSIK KRIPTOGRAFIYA USULLARINI BIRGALIKDA QO'LLASH ISTIQBOLLARI TO'G'RISIDA

M.M. Turdimatov

*Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
Farg'ona filiali
(Qabul qilindi 7.07.2023 y.)*

Ushbu ilmiy maqola kriptografiyaning bugungi vazifalari va kvant kriptografiyasining istiqbolli rejalari oldida turgan muammolarini ba'zi echimlariga yo'naltirilgan. Ushbu ilmiy yondashuv kvant kompyuterlarida kvant algoritmini funksional fazolar yordamida takomillashtirish mumkinligi taxlil qilingan. Kelajakda kvant protsessorlarini ishlab chiqish va ishlatishda muhandislar duch keladigan asosiy muammolari ko'rib chiqilgan, shuningdek, qubit xaqida asosiy tushunchalar, Google-ning kvant ustunligiga erishish haqidagi kelajakda kutilayotgan yangi loixalar taklif etilgan.

Tayanch iboralar: kvant, qubit, klassik kriptografiya, kvant kompyuterlari, kvant mexanikasi, kvant algoritmi, funksional fazolar, Evklid fazosi, Gilbert fazosi.

Данная научная статья посвящена некоторым решениям проблем, стоящих перед сегодняшними задачами криптографии и дальнейшим планам квантовой криптографии. Этот научный подход проанализировал возможность улучшения квантового алгоритма в квантовых компьютерах с использованием функциональных пространств. Обсуждаются основные проблемы, стоящие перед инженерами при разработке и использовании квантовых процессоров в будущем, а также базовые концепции кубита и новые проекты, ожидаемые в будущем Google для достижения квантового превосходства.

Ключевые слова: квант, кубит, классическая криптография, квантовые компьютеры, квантовая механика, квантовый алгоритм, функциональные пространства, Евклидово пространство, Гильбертово пространство.

This scientific article is devoted to some solutions to the problems facing today's tasks of cryptography and further plans for quantum cryptography. This scientific approach analyzed the possibility of improving the quantum algorithm in quantum computers using functional spaces. The main challenges facing engineers in the development and use of quantum processors in the future are discussed, as well as the basic concepts of the qubit and new projects expected in the future by Google to achieve quantum supremacy.

Keywords: quantum, qubit, classical cryptography, quantum computers, quantum mechanics, quantum algorithm, functional spaces, Euclidean space, Hilbert space.

Kriptografiya fan sifatida bir necha ming yillar oldin paydo bo'lgan, lekin uning dolzarbligi bugungi kunda yanada ortib bormoqda, chunki internet tarmg'i orqali uzatiladigan axborot hajmining o'sishi va tarmoq ishtirokchilari sonining kundan-kunga ortib borishi xisobiga uzatiladigan axborot xavfsizligi muammosi birinchi o'ringa chiqdib bormoqda. Bu muammolarning barchasi kriptografiya bilan shug'ullanadigan mutaxassislar oldida turgan muhim masalalardan biri hisoblanadi.

Bizga ma'lumki, hozircha kriptografiya yordamida quyidagi muammolar xal qilinmoqda, masalan:

- ijtimoiy tarmoqlar va boshqa veb-resurslarda autentifikatsiya;
- end-to-end shifrlashdan foydalanadigan tezkor messengerlarda aloqa;
- onlayn-do'konlarda to'lov;
- veb-resurslar o'rtasida yoki "mijoz" va server o'rtasida xavfsiz ma'lumotlarni uzatish;

- ma'lumotlarni shaxsiy kompyuteringizda yoki bulutli xotirada saqlash;
- cryptocurrency sotib olish / sotish;
- shaxsiy raqamli imzo;
- va boshqalar.

Hozircha mavjud kompyuter tezimlarida xavfsiz ma'lumotlarni uzatish muammolarini xal etish uchun kriptografik algoritmlardan foydalanilmoqda. Lekin kvant kompyuterlari uchun bu algoritmlar bardosh bera oladimi? Kabi savollarga javob topishga xarakat qilamiz.

Kvant kompyuteri - bu ma'lumotlarni uzatish va qayta ishlash uchun kvant mexanikasi hodisalaridan (kvant superpozitsiyasi, kvant chigalligi) foydalanadigan hisoblash qurilmasi. Kvant kompyuter texnologiyasi g'oyasi Nobel mukofoti sovrindori olim Richard Feynmanning ishi tufayli 1980-yillarga borib taqaladi.

Kvant kompyuteri (an'anaviy kompyuterdan farqli o'laroq) bitlar bilan emas (0 yoki 1 qiymatini qabul qila oladi), balki bir vaqtning o'zida 0 va 1 qiymatlariga ega bo'lgan kubitlar bilan ishlaydi. Nazariy jihatdan, bu sizga imkon beradi, bir vaqtning o'zida barcha mumkin bo'lgan holatlarni qayta ishlash, bir qator algoritmlarda an'anaviy kompyuterlardan sezilarli ustunlikka erishish demakdir.

Kvant mexanikasi g'oyalarini qo'llash kriptografiya sohasida allaqachon yangi davrni ochdi, chunki kvant kriptografiyasi usullari xabarlarini uzatish sohasida yangi imkoniyatlarni ochadi. Ushbu turdagi prototip tizimlari ishlab chiqilmoqda[1-3].

Asosiy omillarga bo'linishning ulkan tezligi tufayli kvant kompyuteri keng qo'llaniladigan RSA kriptografik algoritmi bilan shifrlangan xabarlarini shifrlash imkonini beradi. Hozirgacha ushbu algoritm nisbatan ishonchli hisoblanadi, chunki klassik kompyuter uchun raqamlarni tub omillarga ajratishning samarali usuli hozircha noma'lum. Masalan, kredit kartaga kirish uchun, yuzlab raqamlarni ikkita asosiy omilga ajratishingiz kerak (hatto superkompyuterlar uchun ham bu vazifa koinot yoshidan yuzlab marta ko'proq vaqt oladi). Shorning kvant algoritmi tufayli, agar kvant kompyuteri qurilgan bo'lsa, bu vazifani bajarish mumkin bo'ladi.

Hozirda asimmetrik kriptotizimlar raqamli imzoni shakllantirish va simmetrik kalitlarni aloqa kanallari orqali tarqatilganda shifrlash (shakllantirish) uchun ishlatiladi. Kalit tarqatish protokollari orasida Diffie-Hellman usuli va raqamli konvert usuli amalda qo'llaniladi. Raqamli imzo usullari orasida bir qator mamlakatlarda standartlashtirilgan El-Gamal usuliga asoslangan RSA-ga o'xshash algoritmlar va algoritmlar eng ko'p foydalanishni topdi. So'nggi yillarda AQSh va Rossiyada standartlashtirilgan El-Gamal raqamli imzoning takomillashtirilgan usulidan foydalanish eng istiqbolli hisoblanadi.

Kubitlar-Kvant hisoblash g'oyasi shundan iboratki, L ikki darajali kvant elementlarining kvant tizimi (kvant bitlari, kubitlar) 2L chiziqli mustaqil holatlarga ega, ya'ni kvant superpozitsiyasi printsipli tufayli bunday kvantning holat fazosi registr 2L o'lchamli Gilbert fazosidir. Kvant hisoblashdagi operatsiya bu fazoda registrning holat vektorini aylantirishga mos keladi. Shunday qilib, L kubit o'lchamiga ega bo'lgan kvant hisoblash qurilmasi aslida bir vaqtning o'zida 2L klassik holatdan foydalanadi. Kubitlarni amalga oshiradigan fizik tizimlar ikkita kvant holatiga ega bo'lgan har qanday ob'ektlar bo'lishi mumkin: fotonlarning qutblanish holatlari, ajratilgan atomlar yoki ionlarning elektron holatlari, atom yadrolarining spin holatlari va boshqalar.

Bitta klassik bit 0 yoki 1 holatlardan birida va faqat bittasida bo'lishi mumkin. Qubit deb ataladigan kvant biti holatda, shuning uchun $|a|^2$ va $|b|^2$ 0 yoki 1 ni olish ehtimoli, mos ravishda, bu holat o'lchanganda

$$|a|^2 + |b|^2 = 1,$$

tenglikni qanoatlantiradi.

O'lchovdan so'ng darhol kubit klassik natijaga mos keladigan asosiy kvant holatiga o'tadi.

Misol:

Kvant holatida qubit mavjud.

Bunday holda, o'lchashda olish ehtimoli

$$0 - (4/5)^2 = 16/25 = 0,64,$$

$1 - (-3/5)^2 = 9/25 = 0,36$.

Bunday holda, o'lchashda biz 0,64 ehtimollik bilan 0 ni oldik. O'lchov natijasida kubit yangi kvant holatiga o'tadi, ya'ni keyingi marta bu kubit o'lchanganda, biz birlik ehtimollik bilan 0 ni olamiz (sukut bo'yicha unitar operatsiya bir xil deb hisoblanadi; haqiqiy tizimlarda bu har doim ham shunday emas).

Keling, ikkita qubitli tizimga o'tamiz. Ularning har birini o'lchash 0 yoki 1 ni berishi mumkin. Shuning uchun sistemada 4 ta klassik holat mavjud: 00, 01, 10 va 11. Ularga o'xshash asosiy kvant holatlar va nihoyat, tizimning umumiy kvant holati shaklga ega. Endi $|a|^2 - 00$ ni o'lchash ehtimoli va hokazo. E'tibor bering,

$$|a|^2 + |b|^2 + |c|^2 + |d|^2 = 1$$

umumiy ehtimollik sifatida.

Birinchi holda, o'lchov holatini beradi, ikkinchisida, qubit holatga. Bunday o'lchov natijasini Gilbert holat fazosida vektor sifatida yozib bo'lmasligini yana bir bor ko'ramiz. Birinchi kubitda natija qanday bo'lishini bilmasligimiz ishtirok etadigan bunday holat aralash holat deb ataladi. Bizning holatda, bunday aralash holat dastlabki holatning ikkinchi kubitga proyeksiyasi deb ataladi va shaklning zichlik matritsasi sifatida yoziladi, bu erda holat zichligi matritsasi sifatida aniqlanadi.

Umumiy holatda, L kubitlar tizimi 2L klassik holatga ega (00000... (L nol), ...00001 (L raqamlar), ... , 11111... (L birliklar)), ularning har biri 0-1 ehtimollik bilan o'lchanishi mumkin.

Kvant kompyuterida soddalashtirilgan hisoblash sxemasi quyidagicha ko'rinadi: kubitlar tizimi olinadi, unda dastlabki holat qayd etiladi. Keyin tizim yoki uning quyi tizimlarining holati muayyan mantiqiy operatsiyalarni bajaradigan unitar transformatsiyalar yordamida o'zgartiriladi. Oxirida qiymat o'lchanadi va bu kompyuterning natijasidir. Klassik kompyuter simlarining rolini kubitlar, klassik kompyuterning mantiqiy bloklari rolini esa unitar transformatsiyalar o'ynaydi. Kvant protsessor va kvant mantiq eshiklari haqidagi ushbu kontsepsiya 1989 yilda David Deutsch tomonidan taklif qilingan. Shuningdek, David Deutsch 1995 yilda universal mantiqiy blokni topdi, uning yordamida har qanday kvant hisoblashni amalga oshirish mumkin.

Asosiy kvant operatsiyalari yordamida oddiy kompyuterlar yaratilgan oddiy mantiqiy elementlarning ishlashini simulyatsiya qilish mumkin. Shuning uchun, hozir hal qilingan har qanday muammoni har qanday kvant kompyuteri va deyarli bir vaqtning o'zida hal qiladi [1,8].

Aksariyat zamonaviy kompyuterlar xuddi shunday ishlaydi: n bit xotira saqlash holati va protsessor tomonidan har soat siklida o'zgartiriladi. Kvant holatida n kubitli tizim barcha asosiy holatlarning superpozitsiyasi bo'lgan holatda bo'ladi, shuning uchun tizimni o'zgartirish barcha 2n ta asosiy holatga bir vaqtning o'zida ta'sir qiladi. Nazariy jihatdan, yangi sxema klassikdan ko'ra tezroq (eksponensial marta) ishlashi mumkin. Amalda, masalan, Groverning kvant ma'lumotlar bazasini qidirish algoritmi klassik algoritmlarga nisbatan kvadratik quvvatni ko'rsatadi.

Kvant mexanikasi g'oyalarini qo'llash kriptografiya sohasida allaqachon yangi davrni ochdi, chunki kvant kriptografiyasi usullari xabarlarini uzatish sohasida yangi imkoniyatlarni ochadi. Ushbu turdagi prototip tizimlari ishlab chiqilmoqda.

Sun'iy intellekt sohasidagi tadqiqotlarga ko'ra kvant kompyuterlari, nazariy jihatdan, mashinani o'rganish ehtiyojlariga juda mos keladi. Ular bir martalik katta hajmdagi ma'lumotlarni manipulyatsiya qiladi va eksponent o'lchamdagi neyron tarmoqlarni modellashtirishga qodir [2,3].

2013 yilda Google korporatsiyasi sun'iy intellekt sohasida kvant tadqiqotlari laboratoriyasi ochilishini e'lon qildi [8]. Volkswagen guruhi uchuvchisiz avtomobil va yangi turdagi akkumulyatorlarni (Google va D-Wave kvant kompyuterlaridan foydalangan holda) yaratish uchun kvant kompyuterlaridan foydalanish bo'yicha tadqiqotlar olib bormoqda. 2018-yil noyabr oyida konsern D-Wave kvant kompyuterlari yordamida ishlaydigan harakatni boshqarish tizimi (unga uchuvchisiz transport vositalarini integratsiyalashgan holda) ishlab chiqilishi haqida e'lon qildi [8].

2015-yil dekabr oyida Google mutaxassislari o'z tadqiqotlariga ko'ra, D-Wave kompyuterida kvant effektlari qo'llanishini tasdiqladi. Shu bilan birga, "1000 kubitli" kompyuterda kubitlar har biri 8 kubitdan iborat klasterlarga tashkil etilgan. Biroq, bu algoritmlardan birida 100 million marta tezroq ishlashga (odatiy kompyuterga nisbatan) erishish imkonini berdi.

Kvant kompyuterlari va kvant hisoblashlari - bu sun'iy intellekt, mashinani o'rganish va boshqa yuqori texnologiyali atamalar bilan bir qatorda axborot makonimizga qo'shilgan yangi muammolar "Kvant kompyuterlari" ular qanday ishlaydi? Aslida kvant davrining boshlanish nuqtasi M.Plank energiya uzluksiz emas, balki alohida kvantlarda (qismlarda) chiqariladi va yutiladi, degan gipotezani birinchi marta ilgari surgan 1900 yil hisoblanadi. Ushbu g'oya o'sha davrning ko'plab taniqli olimlari - Bor, Eynshteyn, Geyzenberg, Shredinger tomonidan qabul qilindi va ishlab chiqildi, bu oxir-oqibat kvant fizikasi kabi fanning yaratilishiga va rivojlanishiga olib keldi. Internetda kvant fizikasining fan sifatida shakllanishi haqida juda ko'p yaxshi materiallar mavjud, bu maqolada biz bu haqda batafsil to'xtalmaymiz, ammo biz davrlar orasidagi bog'lanishlarni qisman tahlil qila olamiz.

Bundan tashqari, siz kvant texnologiyalarini rivojlantirish bo'yicha yo'l xaritasini o'qishingiz mumkin, masalan, google "kvant texnologiyalarini ishlab chiqish", masalan, oddiy kompyuterda bit bizga yaxshi ma'lum. U 0 yoki 1 qiymatlarini olishi mumkin. U oddiy kompyuter uchun mantiqiy birlik rolini mukammal darajada bajaradi, lekin kvant ob'ektining holatini tasvirlash uchun kubit ixtiro qilingan. O'zining chegaraviy holatlarida u 0 va 1 ga o'xshash $|0\rangle$ va $|1\rangle$ holatlarni amalga oshiradi va superpozitsiyada u $|0\rangle$ va $|1\rangle$ chegara holatlari bo'yicha ehtimollik taqsimotini ifodalaydi:

$a|0\rangle + b|1\rangle$, bunda $a^2+b^2=1$.

Bu holda a va b ehtimolliklarning amplitudalarini ifodalaydi va ularning modullarining kvadratlari, agar qubit o'lchash huquqi bilan yigilsa, $|0\rangle$ va $|1\rangle$ chegara holatlarining aniq qiymatlarini olishning haqiqiy ehtimolidir.

Har qanday kvant hisobini amalga oshirish uchun etarli bo'lgan universal eshiklar to'plami tushunchasi mavjud. Misol uchun, Hadamard shlyuzi, fazali o'tish eshigi, CNOT eshigi va $\pi/8$ eshigini o'z ichiga olgan to'plam universalidir. Ulardan ixtiyoriy kubitlar to'plamida har qanday kvant hisoblashni amalga oshirish uchun foydalanish mumkin.

D-wave kompyuterlari kvant relaksatsiyasi (kvant holati) printsipli asosida ishlaydi, optimallashtirish muammolarining juda cheklangan kichik sinfini hal qila oladi va an'anaviy kvant algoritmlari va kvant eshiklarini amalga oshirish uchun mos kelmaydi.

10 kubitlik emulyatsiya qilingan holatlarni saqlash uchun 8 KB kerak bo'ladi

20 kubitlik holatlarni saqlash uchun 8 MB kerak bo'ladi

30 kubitlik holatlarni saqlash uchun sizga 8 GB kerak bo'ladi

40 kubitlik holatlarni saqlash uchun 8 terabayt kerak bo'ladi

50 kubitlik holatlarni saqlash uchun 8 petabayt kerak bo'ladi va hokazo.

Xulosa sifatida ushbu maqolada biz kvant hisoblash va kvant kompyuterlari rivojlanishining asosiy davrini ko'rib o'tdik, ularning ishlash printsiptini tahlil qildik, kvant protsessorlarini ishlab chiqish va ishlatishda muhandislar duch keladigan asosiy muammolarni ko'rib chiqdik, shuningdek, ko'p qubit nima ekanligi haqida ma'lumot oldik. Demak, kompyuterlar aslida D-wave va Google-ning kvant ustunligiga erishish haqidagi kelusida kutilayotgan yangi loixasi xisoblanadi.

Kvantlash masalasi Gilbert fazosida skalyar yoki norma kiritish orqali amalga oshirilmoqda. Bu fazoni tasavvur qilish uchun funksional analizning muxim xossalari biri murakkab funksional fazolarni (nuqtalari funksiyalardan iborat fazolarni) metrika, norma va skalyar ko'paytma yordamida soddaroq, yaxshi o'rganilgan fazolarga, masalan, to'g'ri chiziqli qulay tarzda aks ettirib olib, o'rganishdan iboratdir. Bu g'oya yuz yil davomida o'z samarasini berib kelmoqda. Funksional analizda, odatda, funksional fazolar bir necha o'zaro uzviy bog'langan turli matematik strukturalar (masalan, algebraik amallar, metrika, norma, skalyar ko'paytma, qisman tartib) kiritilgan xolda ko'riladi. Funksional fazolarning bu tarzda ko'rilishi funksional analizda turli metodlarni, ayniqsa, analitik va topologik metodlarni qo'llanish imkonini beradi.

Funksional anlizning asosiy vazifasi funksional fazolarni va ularda aniqlangan operatorlarni o'rganish va ularni amaliyotga tadbiq etishdan iborat.

Kriptografiyaning matematik asoslari fanidan bizga ma'lumki E Evklid fazosini normalangan fazo sifatida qarasak, E to'la bo'lishi yoki bo'lmasligi mumkin. Agar E to'la bo'lmasa, uning to'ldiruvchisi bo'lgan Banach fazosini E^* bilan belgilaymiz va uni to'laligini oddiygina isbotlashimiz mumkin. Demak, bizga ma'lumki, Evklid fazosining to'ldiruvchisi ham Evklid fazosi bo'la oladi. Yuqorida keltirilganlarga asoslangan holda to'la Evklid fazosi Gilbert fazosi deyiladi. Kelgusida shu sohada izlanishlar olib borish uchun ma'lum ma'noda hali Gilbert fazosida yechilmagan muammolar yetarlicha ekanligini ta'kilash kerak xolos.

Адабиётлар

- [1]. Александр Ершов. Квантовое превосходство // Популярная механика. 2018. № 5. С. 54-59.
- [2]. New language helps quantum coders build killer apps. New Scientist (5 июля 2014). Дата обращения: 20 июля 2014.
- [3]. Feynman R. P. Simulating physics with computers (англ.) // International Journal of Theoretical Physics.- 1982.Vol. 21, iss. 6.-P.467-488. doi:10.1007/BF02650179. Статья представляет собой текст доклада на конференции в MIT 1981 года.
- [4]. P. Benioff. Quantum mechanical hamiltonian models of turing machines (англ.) // Journal of Statistical Physics (англ.)русск. : journal.- 1982.- Vol. 29, no. 3.- P. 515-546. doi:10.1007/BF01342185. Bibcode: 1982JSP....29..515B.
- [5]. S. Weisner (англ.) Conjugate coding (англ.) // Association for Computing Machinery, Special Interest Group in Algorithms and Computation Theory.- 1983.- Vol. 15. P. 78-88.
- [6]. Zehinger A. Dance of the Photons: From Einstein to Quantum Teleportation (англ.). — New York: Farrar, Straus & Giroux, 2010. — P. 189, 192. — ISBN 0-374-23966-5.
- [7]. Leah Henderson and Vlatko Vedral, Quantum entanglement Архивная копия от 15 июня 2018 на Wayback Machine // Centre for Quantum Information and Foundations, Cambridge.
- [8]. Холево А. Квантовая информатика: прошлое, настоящее, будущее (рус.) // В мире науки. — 2008. — Вып. 7.
- [9]. Ozhigov Y. Quantum Computers Speed Up Classical with Probability Zero // Chaos Solitons and Fractals, 10 (1999) 1707—1714.
- [10]. Tycho Sleator, Harald Weinfurter. Realizable Universal Quantum Logic Gates // Physical Review Letters. — 1995-05-15. — Т. 74, вып. 20. — С. 4087—4090. — doi:10.1103/PhysRevLett.74.4087.

UDK 004.032.2

**MASOFAVIY XIZMAT KO'RSATISH TIZIMLARIDA SO'ROVLARGA XIZMAT
KO'RSATISH USULLARINING O'RNI**

E.S. Abdullayev, V.M. Zakirov, F.D. Shukurov

Toshkent davlat transport universiteti,
eldorabdullayev0223@gmail.com, tel: 99 867 87 94
vakhidzakirov@mail.ru, tel: 97 780 03 21
farrux.ttyimi13@gmail.com, tel: 91 790 00 80
(Qabul qilindi 12.07.2023 y.)

Masofaviy xizmat ko'rsatish tizimlari hozirgi kunda xizmat ko'rsatish sohasining eng keng tarqalib borayotgan turlaridan hisoblanadi. Bu esa sohada xizmatdan foydalanuvchilar bilan ishlashni yangi bosqichga ko'tarish va ish unumdorligini oshirishda asosiy vosita bo'ladi. Biroq foydalanuvchilarga yetarli darajada sifatli xizmat ko'rsatish va foydalanuvchilar so'rovlari oqimidan hosil bo'ladigan yuklamani to'g'ri nazoratda ushlash bu tizimning foydalanuvchilar e'tibor bermaydigan eng muhim jihatlardan biridir. Shu sababli, masofaviy xizmat ko'rsatish tizimlarini qurishda xizmat turlariga mos bo'lgan xizmat ko'rsatish usullari asosida tizim qismini shakllantirish muhimdir. Ushbu maqolada ham masofadan xizmat ko'rsatish tizimlarida keng qo'llaniladigan threading, jarayon va asinxron dasturlash usullarining ishlash prinsiplari muhokama qilingan bo'lib, ularning tizim yaratishdagi o'rni va xizmat turlariga bog'liqligi tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: masofaviy xizmat ko'rsatish tizimi, xizmat turi, xizmat ko'rsatish usuli, threading, jarayon, asinxron dasturlash.

Системы удаленного обслуживания в настоящее время являются одним из самых распространенных видов сферы услуг. Это будет основным инструментом на местах, чтобы поднять работу с пользователями сервиса на новый уровень и повысить производительность.

Однако обеспечение достаточно качественного обслуживания пользователей и надлежащее управление нагрузкой, создаваемой потоком пользовательских запросов, является одним из наиболее важных аспектов этой системы, на который пользователи не обращают внимания. Поэтому при построении систем удаленного обслуживания важно спроектировать часть системы на основе методов обслуживания, соответствующих типам услуг. В данной статье обсуждаются принципы работы потокового, процессного и асинхронного методов программирования, которые широко используются в системах удаленного обслуживания, анализируется их роль в создании системы и их зависимость от типов обслуживания.

Ключевые слова: система удаленного обслуживания, тип сервиса, метод обслуживания, многопоточность, процесс, асинхронное программирование.

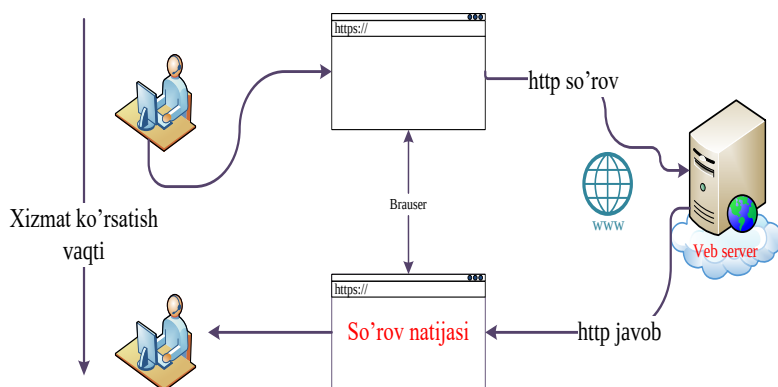
Currently, one of the most popular categories of service industries is remote service systems. This will be the primary instrument used in the field to advance the interaction with service users and boost output. One of the most crucial parts of this system that users do not pay attention to is providing users with a suitable level of quality service and effectively managing the load created by the flow of user requests. As a result, it's critical to base a portion of the system's design on service techniques that are suitable for the different types of services when creating remote service systems. The workings of the popularly utilized threading, process, and asynchronous programming techniques—all of which are employed in remote service systems—are examined in this article, along with their contributions to system design and relationship to different service kinds.

Keywords: remote service system, service type, service method, threading, process, asynchronous programming.

Kirish

Axborot kommunikatsiya texnologiyalarining rivojlanishi barcha sohalar uchun masofaviy xizmatlar bilan bog'liq yangi g'oyalarni kirishiga olib keldi. Shulardan biri xizmat ko'rsatish sohasida masofaviy ko'rinishda xizmat jarayonlarining yo'lga qo'yilishidir. Hozirgi kunda masofaviy xizmat ko'rsatish tizimlari veb dastur ko'rinishida tashkil etilgan bo'lib, bu foydalanuvchilarga ixtiyoriy joydan tizimlarga murojaat qilish imkonini beradi. Bu esa ularga vaqtlarini tejash va biror vaqtni shu xizmat uchun ajratishni talab etmaydi. Masofaviy tizimlar foydalanuvchilardan kelgan so'rovlarni qabul qilish va ularga javob berish prinsipiga asosan o'z faoliyatini tashkil etadi. Bunda ish jarayoni quyidagi tartibda amalga oshiriladi. Foydalanuvchi tizimga kirish uchun internet tarmog'iga ulanadi va tizimga kiradi. So'ngra tizimga o'zi uchun zarur bo'lgan xizmat bo'yicha so'rov jo'natadi. Tizim esa qabul qilingan so'rovni veb server orqali tahlil qiladi va ushbu so'rov uchun munosib javobni shakllantiradi hamda qayta jo'natish kanali orqali so'rov jo'natilgan adresga yuboradi [1-3] (1-rasm). Bu esa foydalanuvchi uchun tezkorlik qilgan javob berish va ish unumdorligini yanada oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Shu bilan birga foydalanuvchi so'roviga xizmat ko'rsatish tezligi bir qancha omillarga bog'liq bo'lib, ularni nazorat qilish birmuncha mushkul sanaladi. Chunki masofaviy tizimlar orqali ixtiyoriy foydalanuvchi istalgan vaqtda tizimdan foydalanishi mumkin bo'lib, bu ish jarayonidagi yuklamaning keskin oshib ketishiga olib keladi. Chunki to'g'ridan-to'g'ri aloqa bilan tashkil etiladigan ish jarayonlarida ish unumdorligi kunlik ish vaqtiga va mijozning muammosini hal etish uchun sarflanadigan vaqtga bog'liq bo'lib, bunda xizmat ko'rsatuvchi bir vaqtda faqatgina bir mijoz bilan



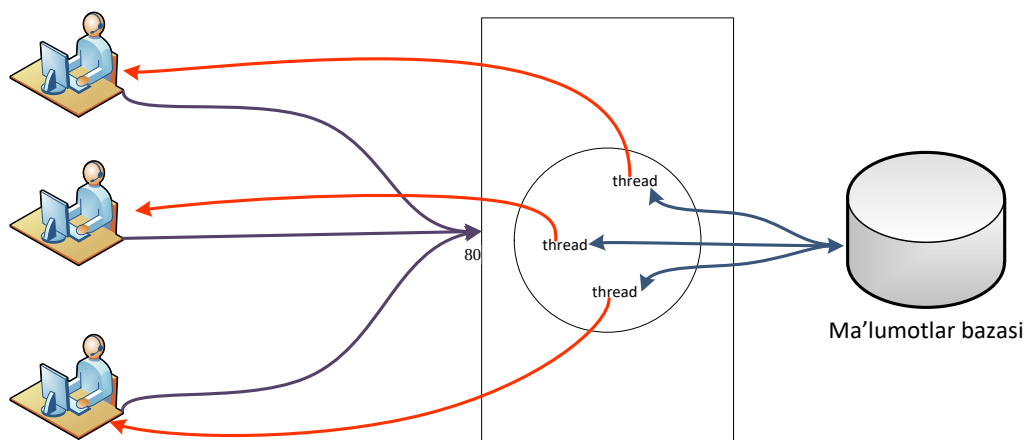
1-rasm. Klient server tizimining ishlashi.

ishlaydi.

Xizmat ko'rsatishni parallel tashkil etish uslublari.

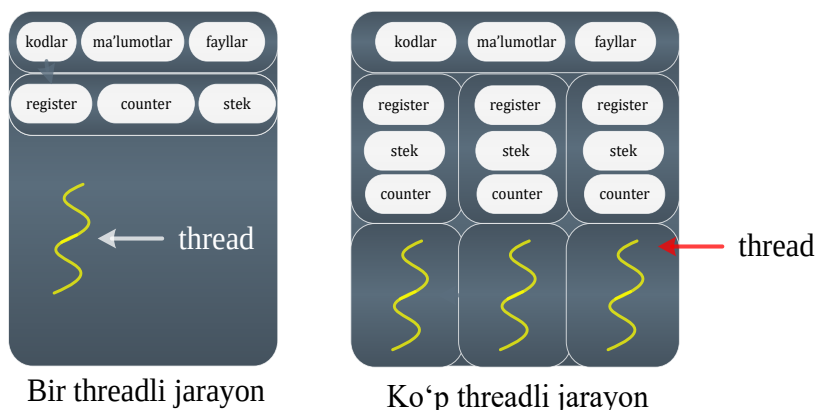
Biroq masofaviy tizimlarda bir vaqtda bir mijoz tamoyili mavjud bo'lmaganligi bois xizmat ko'rsatish tezligi to'g'ridan-to'g'ri xizmat ko'rsatuvchi va so'rovga javob berishning o'rtacha vaqtiga bog'liq bo'ladi. Chunki, masofaviy tizimlarda bir vaqtning o'zida tizimdan bir qancha mijozlar foydalanishi va ular o'zlarining so'rovlarini jo'natishlari mumkin. Bunday holat esa [6], [13] larga asosan tizimdagi foydalanuvchilar yoki so'rovlarning ko'payishi natijasida xizmat ko'rsatish vaqtining ortishiga va tizim foydalanuvchilariga ular kutgan darajada tezkorlik bilan xizmat ko'rsata olmay qolishiga olib keladi. Bunday holatlarda veb-serverlar bir vaqtning o'zida turli xil qurilmalar orqali bir qancha kiruvchi so'rovlarni boshqarish qobiliyatiga ega bo'lishi uchun quyidagi yuklamani boshqarishni usullaridan foydalanadi.

Threading – bu usul katta yuklanishli tizimlar bilan ishlashda keng qo'llaniladigan usul hisoblanadi. Hamda, ushbu usul yordamida veb serverni parallel ishlash rejimiga o'tkazish va veb serverning ish hajmini oshirish mumkin bo'ladi. Odatda veb serverlar tizimga kelayotgan so'rovlarni birin-ketin qabul qiladi va so'rovga javob berib bo'lganidan so'ng navbatdagi so'rovga xizmat ko'rsatadi [8]. Threadingda esa veb server tizimga so'rov kelayotganini sezishi bilan u uchun alohida thread yaratadi va so'rov tizimga kelganida server uni thread bilan bog'laydi. Thread esa ushbu so'rovni qabul qilish, so'rov uchun javob yaratish va uni foydalanuvchiga yetkazish uchun javobgar hisoblanadi. Shu sababli veb server tizimga bir qancha so'rovlarni parallel ravishda qabul qilish va xizmat ko'rsatish vaqtini qisqartirish bilan birga ko'proq foydalanuvchiga xizmat ko'rsatish imkoniga ega bo'ladi [7-8] (2-rasm).



2-rasm. So'rovlarga threading usulida xizmat ko'rsatish.

- Jarayonlar (Processes) ham threading kabi parallel ravishda so'rovlarga javob berish usuli hisoblanadi. Ammo threadingdan farqli ravishda jarayon kengroq ma'noni anglatadi. Ya'ni jarayon bir yoki bir necha threadlardan tashkil topishi mumkin bo'lgan so'rovlarga xizmat ko'rsatishda parallellikni amalga oshirish



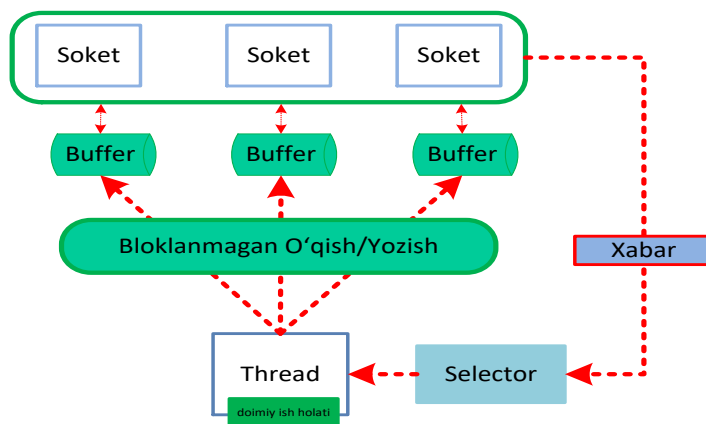
3-rasm. So'rovlarga jarayon usulida xizmat ko'rsatish.

usuli hisoblanadi. Shuningdek, jarayon tizimda mustaqil bo'lishi mumkin bo'lgan jarayon hisoblanadi va o'ziga qabul qilingan so'rovni tarkibidagi thread(lar)ga taqsimlash orqali so'rovlarga javoblarni shakllantiradi [7]. Bu esa so'rovlarga javob berish vaqtini qisqartirishda muhim omil vazifasini o'taydi.

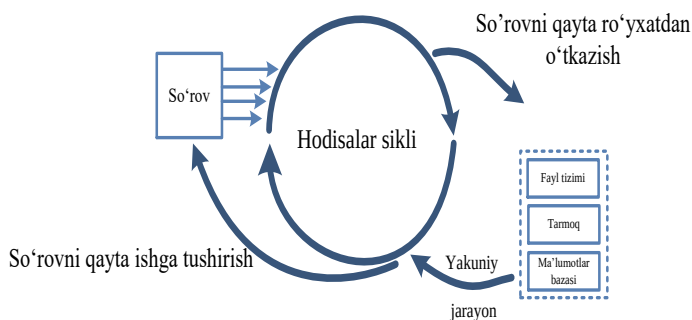
- Asinxron dasturlash – ham so'rovlarga xizmat ko'rsatishda qo'llaniladigan yana bir keng tarqalgan usul hisoblanadi. Asinxron dasturlash odatda tizim samaradorligini oshirish va xizmat ko'rsatish ko'lamini kengaytirish maqsadida qo'llaniladi [9], [12]. Buni amalga oshirishda esa asinxron dasturlashning quyidagi texnologiyalaridan foydalaniladi.

- Bloklanmagan kirish/chiqish (Non-blocking Input/Output) - kirish-chiqish operatsiyalaridan foydalangan holda, veb-serverlar boshqa vazifalarning bajarilishini bloklamasdan bir nechta so'rovlarni boshqarishi mumkin [10]. Shuningdek, u tizim biror so'rovga javob berishni tugallanmasdan turib yangi so'rovlarni tizimga qabul qilish imkonini beradi.

- Hodisaga asoslangan arxitektura modeli tizimni turli vaziyatlarga asoslangan ko'rinishda turg'un ishlatish maqsadida qo'llaniladi. Shuningdek ushbu modelning vaqtga asoslangan, so'rovga javob berish yakullanishiga bog'liq va so'rovlarni kelish tezligiga bog'langan usullaridan keng qo'llaniladi [9], [11]. Bu esa o'z navbatida tizimga tushayotgan so'rovlarni boshqarishda muhim ahamiyat kasb etib so'rovlar natijasida tizimni turli uzulishlardan halos etadi.



4-rasm. Bloklanmagan kirish/chiqish asinxron tizimining ishlash jarayoni.



5-rasm. Hodisaga asoslangan arxitektura tizimining ishlash jarayoni.

Xizmat ko'rsatish usullarining xizmat turlariga mosligi.

Odatda, ushbu xizmat ko'rsatish usullaridan har bir tizimda keng qo'llaniladi. Bunda tizimning biror qismi bajaradigan vazifasiga ko'ra xizmat ko'rsatish usullari tanlanadi. Bunda xizmat ko'rsatish usullarining ko'rsatiladigan xizmatlardagi samaradorligi muhim ahamiyat kasb etadi. Masalan, ko'p funktsiyali masofadan xizmat ko'rsatadigan tizimlardan biri masofaviy ta'lim platformasi bo'lib, bunday platformalar tomonidan foydalanuvchilarga, video konferensiyalarda ishtirok etish, fayllar bilan ishlash, ma'lumotlarni foydalanuvchi va server tomonidagi sinxronligini ta'minlash, nazoratlar o'tkazish kabi ko'plab xizmatlar ko'rsatiladi. Ammo yuqorida keltirib o'tilgan xizmat ko'rsatishni tashkil etish usullarining biron bittasi barcha turdagi so'rovlar bilan ishlashda eng yaxshi natijani namoyon etmaydi. Shu sababli, har bir xizmat turi uchun alohida-alohida xizmat ko'rsatish usuli tanlanadi. Xususan, masofaviy ta'lim platformalariga bog'liq quyidagi xizmat turlari bo'yicha xizmat ko'rsatish usullarining qo'llanilish yoki qo'llanilmasligi quyidagi jadvalda aks ettirilgan.

Xizmat ko'rsatish usullarining xizmat turlariga nisbatan qo'llanilish jadvali

Xizmat Turi	Threading	Asinxron Dasturlash	Jarayon
Jonli Virtual Darslar	Qo'llab-quvvatlaydi	Qo'llab-quvvatlaydi	Odatda qo'llanilmaydi
Dars Materiallari	Qo'llanilmaydi	Qo'llab-quvvatlaydi	Qo'llanilmaydi
Vazifalar va Baholashlar	Qo'llanilmaydi	Qo'llab-quvvatlaydi	Qo'llanilmaydi
Munozaralar Forumlari	Qo'llab-quvvatlaydi	Qo'llab-quvvatlaydi	Qo'llanilmaydi
Virtual Laboratoriyalar va Simulyatsiyalar	Qo'llanilmaydi	Qo'llab-quvvatlaydi	Qo'llab-quvvatlaydi
Talabalarni monitoring qilish	Qo'llanilmaydi	Qo'llab-quvvatlaydi	Qo'llanilmaydi
Talabalar qo'llab-quvvatlash xizmatlari	Qo'llab-quvvatlaydi	Qo'llab-quvvatlaydi	Qo'llab-quvvatlaydi
Hamkorlik va guruh ishlari	Qo'llab-quvvatlaydi	Qo'llab-quvvatlaydi	Qo'llanilmaydi

Ushbu jadvaldan ko'rinib turibdiki, yuqorida ta'kidlanganidek turli xizmat turlari uchun turli xizmat ko'rsatish usullari tanlanadi. Chunki ba'zi xizmat turlari uchun ba'zilarini umuman qo'llab bo'lmaydi yoki bu xizmat turida bunday usul samarali hisoblanmaydi. Bu esa xizmat ko'rsatish sifatini oshirishda hech qanday ijobiy natijaga olib bormaydi. Shuningdek, yana shuni ta'kidlash lozimki, yuqorida keltirilgan xizmat turlari uchun xizmat ko'rsatish usullaridan jarayon eng kam qo'llanilish sohasiga ega. Chunki jarayon yuqori izolatsiyali xizmat ko'rsatish asosida ishlaganligi sababli ko'p hollarda CPU lar bilan bog'liq vaziyatlarda keng foydalaniladi. Ammo, xizmat ko'rsatish usullaridagi asinxron dasturlash yuqorida keltirilgan barcha xizmat turlari uchun mos keladi. Chunki, asinxron dasturlashga tegishli bo'lgan foydalanuvchilar bilan turli kutish, qayta ulanishga imkon yaratish, va keyingi ulanishlarga to'g'ridan-to'g'ri ulanishlarni tashkil etish imkoniyatlari taqdim etadi va yuqoridagi xizmatlar uchun eng samarali hisoblanadi.

Xulosa. Masofaviy tizimlarda xizmat ko'rsatishda foydalanuvchilarning so'rovlariga tezkorlik bilan xizmat ko'rsatishni talab etish bilan birga, bir vaqtning o'zida ko'plab foydalanuvchilarga sifatli xizmat ko'rsatishni ham talab etadi. Shu sababli tizimdagi xizmat turlariga qarab ularga uchun mos bo'lgan xizmat ko'rsatish turi asosida tizimning ushbu qismini shakllantirish, tizim foydalanuvchilari uchun qulay xizmat ko'rsatishning asosi hisoblanadi. bu esa tizimning katta hajmdagi yuklama bilan ishlaganda ham ortiqcha kutishlarsiz foydalanuvchilar so'rovlariga javob berish uchun asos bo'ladi. Buning uchun esa xizmat ko'rsatish turlarining qanday xizmat turlari uchun mosligini bilish muhimdir.

Adabiyotlar

- [1] Berson A. Client/server architecture. – McGraw-Hill, Inc., 1996.
- [2] Oluwatosin H. S. Client-server model //IOSR Journal of Computer Engineering. – 2014. – T. 16. – №. 1. – C. 67-71.
- [3] Kumar S. A review on client-server based applications and research opportunity //International Journal of Recent Scientific Research. – 2019. – T. 10. – №. 7. – C. 33857-3386.
- [4] Belgaum M. R. et al. A systematic review of load balancing techniques in software-defined networking //IEEE Access. – 2020. – T. 8. – C. 98612-98636.
- [5] Andrei Z. Techniques and strategies for handling high traffic //Вестник науки. – 2023. – T. 5. – №. 6 (63). – C. 323-330.
- [6] Закиров В., Абдуллаев Э. Bir kanalli sinxron tizimlarning oshkora yo 'qotish va kutish usullarida xizmat ko 'rsatish sifat samaradorligini aniqlash //Актуальные вопросы развития инновационно-информационных технологий на транспорте. – 2022. – T. 1. – №. 2. – C. 22-33.
- [7] Papastavrou S. et al. Fine-grained parallelism in dynamic web content generation: The parse and dispatch approach //On The Move to Meaningful Internet Systems 2003: CoopIS, DOA, and ODBASE: OTM Confederated International Conferences, CoopIS, DOA, and ODBASE 2003, Catania, Sicily, Italy, November 3-7, 2003. Proceedings. – Springer Berlin Heidelberg, 2003. – C. 573-588.
- [8] Vayadande K. et al. Designing Web Crawler Based on Multi-threaded Approach For Authentication of Web Links on Internet //2022 6th International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology. – IEEE, 2022. – C. 1469-1473.

- [9] Liao X. et al. Design and Research of the Whole Jarayon Non-blocking Technology in High Concurrency Scenario //2023 8th International Conference on Computer and Communication Systems (ICCCS). – IEEE, 2023. – С. 49-55.
- [10] Miskowicz M. (ed.). Event-based control and signal jarayoning. – CRC press, 2018.
- [11] Vakhid Z., Eldor A., Farrukh S. System's load reduction by using asynchronous and synchronous service methods //Universum: технические науки. – 2023. – №. 4-6 (109). – С. 65-70.
- [12] Turdiyev O. A., Tukhtakhodjaev A. B., Abdullaev E. S. The model of network bandwidth when servicing multi-service traffic //Journal of Tashkent Institute of Railway Engineers. – 2019. – Т. 15. – №. 3. – С. 70-74.

“FARG’ONAAZOT” AJ KORXONASIDA GI TAYЁR MAХСУЛОТЛА RNI MARKIROVKALASH VA AVТОМАТИK ҲИСОБИНИ ЮРИТИШ ТИЗИМИ ХУСУСИЯТЛА RИ

Д.И. Ҳамзаев¹, С.М. Абдурахмонов², И.Ҳ. Ҳамзаев²

¹“Farg’onaazot” AJ, loed666@gmail.com,

²Фаргона политехника институту
(Қабул қилинди 18.07.2023 й.)

Мақолада замонавий маҳсулотларни маркировкалаш тизими технологиясини ишлаб чиқариш жараёнидаги аҳамияти, маҳсулотларни талобгорга юборилишига нозорат қилинишини автоматлаштирилган ҳолда амалга ошириш таъкил этилиши кўрсатилган. Технологияни амалиётга жорий этиш масалалари, дастурий ва техник солашлари асослари келтирилган. Тизим жорий этилган “Farg’onaazot” AJ да хонашени қабул қилишдан бошлаб, тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришига бўлган даврда товар ва материаллар тўғрисидаги маълумотларни тўплаш ва қайта ишлашни автоматлаштириш имконини яратилгандиги очиб берилган.

Калим сўзлар: маркировка, **RFID** технологияси, автоматик назорат, масофавий алоқа, дастурий восита, техник таъминот, дастурий илова.

В статье показано значение современной технологии системы маркировки продукции в производственном процессе, организации автоматизированного контроля продукции до момента ее отправки заказчику. Представлены вопросы реализации технологии, основы программного обеспечения и технические настройки. Выявлено, что в АО «Farg’onaazot» внедрена система от приема сырья до производства готовой продукции, удалось автоматизировать сбор и обработку информации о ТМЦ.

Ключевые слова: маркировка, технология **RFID**, автоматическое управление, удаленная связь, программное обеспечение, техническая поддержка, программное приложение.

In the article, the technology of the marking system of modern products is in the process of production importance, it is indicated that the control of the products until they are sent to the customer will be carried out in an automated manner. Issues of implementation of technology, fundamentals of software and technical settings are presented. It has been revealed that the system has been implemented in "Farg'onaazot" JSC, from the reception of raw materials to the production of finished products, and it is possible to automate the collection and processing of information about goods and materials.

Keywords: marking, RFID technology, automatic control, remote communication, software tool, hardware, software application.

КИРИШ

Ишлаб чиқарилган маҳсулотларни маркалаш тизими ишлаб чиқариш, логистика, транспорт, чакана савдо, тиббиёт ва бошқалар каби инсон фаолиятининг турли соҳаларида муҳим воситадир. Бу тизимдан фойдаланишнинг асосий сабаблари сифатида куйдагиларни келтириш мумкин:

- Ишлаб чиқариш жараёнида автоматлаштириш тизимларини киритиш билан самарадорликга эришиш. Маркировкалаш тизими товарлар ва материалларни тез ва осон турини аниқлаш ва кузатиш имконини зарурияти;

- Маркировкалаш тизимлари ишлаб чиқариш жараёнининг турли босқичларида

товарларнинг келиб чиқиши ва ҳолатини кузатиш имконияти орқали маҳсулот таркиби ва сифатини кафолатлаш;

- Стандартлаштириш. Маркировкалаш тизими маҳсулот сифати стандартларини назорат қилиш билан сертификатлаштириш тартиб-қоидаларини соддалаштириш;

- Ҳисоб юритиш тизимини автоматлаштириш. Маркировкалаш тизимларидан фойдаланиш инвентаризатсияни назорат қилиш ва омборхона ва инвентарларни бошқариш учун ортиқча харажатларни камайтириш;

- Маҳсулотларни ишлаб чиқариш жараёнини олдиндан прогнозлаш ва клиентларга тайёр маҳсулотлар ҳақида олдиндан маълумотнома тайёрлаш.

Санаб ўтилганлар асосида хулосалаш мумкинки, ишлаб чиқариш саноатида маҳсулотларни маркировкалаш жараёнини ривожлантириш ва такомиллаштириш **долзарб масала** ҳисобланади.

Тадқиқот. “Farg’onaazot” АЖ корхонасида замонавий маркалаш тизими, **RFID (Radio Frequency Identification)** технологияси - радиочастотали идентификациялаш тизимидан фойдаланади. Ушбу технология товар ва юкларни инсоннинг бевосита иштирокисиз технологик тизим доирасида автоматик тарзда қайд этиш имконини беради. Тизимнинг ишлаши махсус RFID (теглари) ёрлиғи ва RFID ёрлиғида сақланган маълумотларни ўқийдиган микропроцессорли қурилмалардан фойдаланишга асосланган [1,2,3].

RFID теги маълумотларни қабул қилиш, сақлаш ва узатиш микрочипи ва антенналарни дан иборат. RFID теглари турли формаларида бўлиши мумкин. Энг кўп қўлланиладиган формаси “ёзув” кўринишидагиларидир. Бундай ёрлиқлардаги белгилар маълумотларини чоп этиш учун ўрнатилган энкодерли махсус принтерлар ёрдамида ташкил этилади.

Контактсиз идентификация қилиш учун ишлатиладиган теглар турлари

- 1) Актив - қувват манбаи (батарея) билан ўрнатилган RFID теглари актив деб аталади;
- 2) Пассив RFID теглари - ўз қувват манбаи бўлмаган ёрлиқлар;
- 3) Ярим актив (ёки ярим пассив - BAP) - актив ва пассив тегларнинг функцияларини қўллаб-қувватлайди.

Контактсиз идентификация қилиш учун қўлланиладиган технологияси бўйича ёрлиқ(тег)лар қуйдагича турланади[4,5,6]:

Паст частотали теглар - LF (low frequency): 30-300 кГц. Амалдаги диапазон 125-134,2 кГц. Улар 1 см дан 2 м гача (маҳсулотнинг ўлчамига қараб) масофада ишлайди;

Юқори частотали теглар - HF (high frequency): 3-30 МГц. Амалдаги диапазон - 13,56 МГц. Улар 20 см дан 2 м гача (антеннанинг сезгирлигига қараб) масофада ишлайди. HF RFID чиплари **NFC (Near Field Communication)** чипларига ўхшайди.

Ультра юқори частотали - UHF (ultra high frequency): 300 МГц дан 3 ГГц гача. Қўлланиладиган диапазон 860-960 МГцс. 300 м гача радиусда.

RFID теглар технологияси

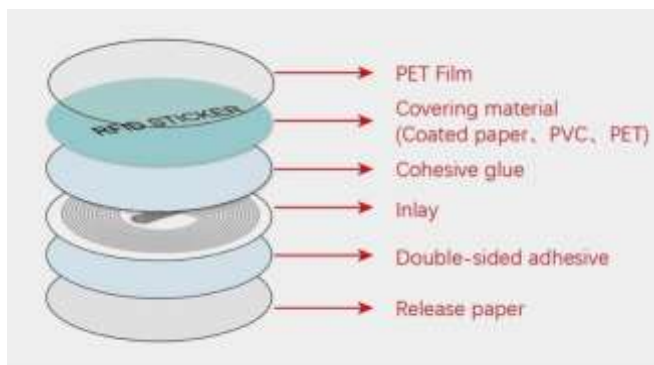
Контактсиз маҳсулотни маркировкалаш технологияси қуйдагича амалга оширилади. Маҳсулотга қўлланиладиган RFID теги RFID ўқувчи қурилмасининг "сезиш(кўриш)" зонасига киради, RFID ўқувчи қурилма электромагнит майдонини ҳосил қилади. Тег эса майдонга таъсир этувчи акс майдон ҳосил қилади. Бу электромагнит майдон ўзгаришини код(сигнал) сифатида "қабул қилади".

Бу код ҳар бир ёрлиқ учун алоҳида код (уникал код) ҳисобланади. Сканерлаш мосламаси кодни қабул қилиб, уни қайта ишлайди ва маълумотлар базасига узатади. Ушбу жараёнда автоматик режимда маълумотларнинг яхлитлиги ва ишончилиги текширилади.

RFID тегининг тузилиши қуйдаги қатламлардан иборат:

- плёнка (film);
- қаттиқ қоплама (covering material);

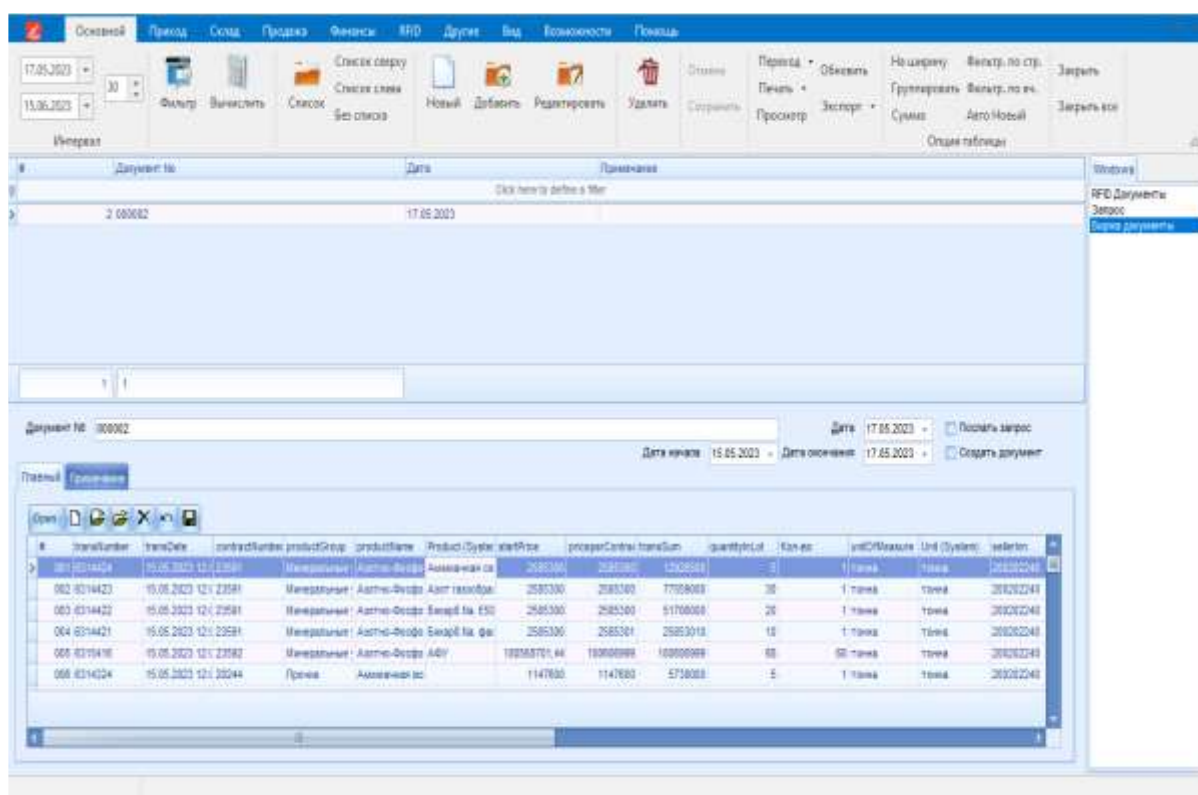
- боғловчи қатлам (cohesive clue);
- RFID шакл (inlay);
- икки томонлама клей (double-sided adhesive);
- химоя қоғози (release paper).



1-расм. RFID тегининг тузилиши.

Маҳсулотларни маркерлаш тизимни корхона шартларидан келиб чиқиб қурилди ва созилди. Корхонада ишлаб чиқилган тайёр маҳсулотларни қопланиш жараёнида махсус олдтндан тайёрлаб қўйилган ёрлиғ ёпиштирилади. Тайёр маҳсулот шу вақтдан бошлаб тизим таркибига киради. Маҳсулотни кейинги этаплардаги ҳаракатлари тизим назоратида бўлади. Ҳар бир ёрлиқга эга бўлган маҳсулотлар маълумотлар базасига автоматик қайд бўлади..

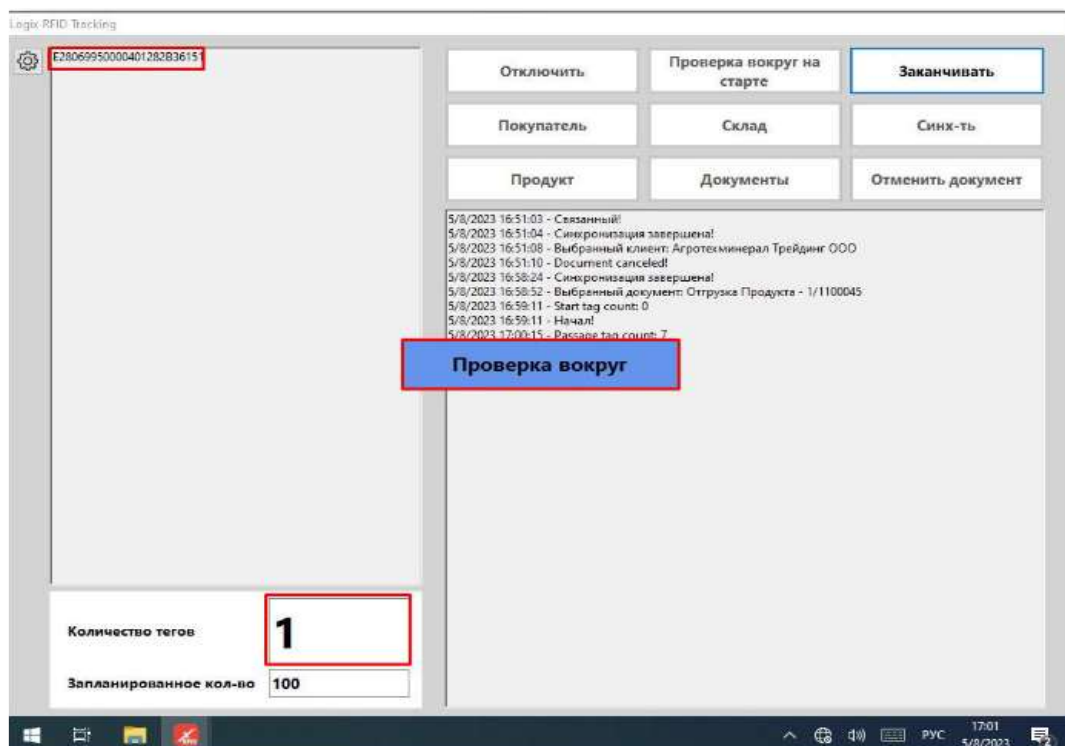
Маркировкалаш жараёнини автоматлаштириш ходимларнинг иш сифатини яхшилаш билан технологик жараёнларнинг унумдорлигини оширишга олиб келади. Тизим маҳсулотни ишлаб чиқаришдан жараёнидан жўнатиш жараёнигача автоматлаштириш учун мўлжалланган. Бундан ташқари, маҳсулотни чиқаришда маҳсулот ҳар доим ма'лум бир этикеткага эга бўлиши талаб қилишини ҳисобга олиш керак. Тайёр маҳсулот маркалаш мосламасини бошқариш тизими назорати остида харидорга етиб боради. Маркировкалаш тизими **Logix ERP** дастурий пакети асосида қурилган.



2-расм. Logix ERP дастурий таъминти интерфейси.

Маркировкалаш тизими ҳар доим ҳар бир маҳсулотнинг қаерда жойлашгани ҳақида реал вақт режимида маълумот беради. Айни пайтда тизим тайёр маҳсулот учун зарурий ҳужжатлар яратади. Тизимда **RFID MOBILE** ва **RFID POS** тизимларидан фойдаланган.

Логистика бўлимидан бирламчи маълумотларнинг ҳар бир киритилиши (ҳисоб-фактура, буйруқ-фактура ёки инвойс буюртмаси) билан **RFID POS** маълумотлари пайдо бўлади ва тизимда янгиланади (3-расм). Агар зарурат бўлса, онлайн маълумот олиши мумкин.

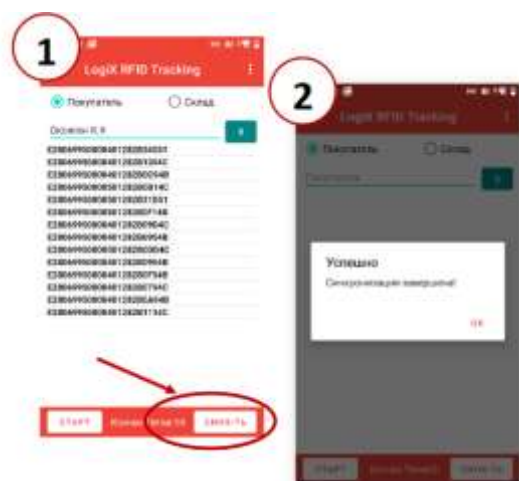


3-расм. Logix POS интерфейси.

Маркировка тизимида қурилмалардан бири RFID ўқувчи қурилмасидир (4-расм). Ёрликни сканерлайдиган қурилмалар қадоқланган маҳсулотлар ҳақида маълумот олиш имкониятини беради. Бундан ташқари, қурилма тизимдаги маълумотларни янгилаш имкониятини беради.



4-расм RFID MOBILE қурилмаси.



5-расм RFID MOBILE қурилмасининг ёрдамида
RFID қоғларини сканерлаш жараёни.

Бу жараёнда яна бир имкониятини кўрсатиб ўтиш лозим. Тайёр маҳсулотларнинг ҳар бир қадоқланган қоғлари жўнатилиш охирида чиқувчи маҳсулотларнинг умумий оғирлиги кам ёки ортиқча бўлиши мумкин. Бу ортиқча вазн ёки кам вазн охириги версияда умумий оғирликдаги номувофиқликка олиб келади. Бу муаммоларни тизим ҳал қилиб, қадоқланган маҳсулотлар сонини кўшади ёки олиб ташлайди.

Сканерлаш жараёни интерактив форматда амалга оширилади (5-расм). Бу маълумотларни текшириш билан ҳар бир ноёб (уникал) маркалаш рақамини кўрсатади.

Хулоса. “Farg’onaazot” АЖ да ишлаб чиқаришга қўлланган маҳсулотларни маркирлаш тизими, моддий-техник таъминот бўлими, савдо бўлими, қадоклаш цехи ва тайёр маҳсулотларни жўнатиш ишлари такомиллаштириб тизимни тўла автоматлаштирди. Тизим жорий этилгандан сўнг санаб ўтилган бўлимларнинг иш самарадорлиги 15 фоизга ошди. Биз томонидан ўрнатилган ва ишлаб чиқаришга жорий этилган RFID технологияси универсал технологиядир. Бу тизимни бошқа ишлаб чиқариш корхонасига жорий этиш минимал қайта конфигурацияни талаб қилади.

Адабиётлар

- [1]. rfid-news.ru (рус.). — Информационный портал по российскому RFID-рынку.
- [2]. Сандип Лахири RFID. Руководство по внедрению = The RFID Sourcebook / Дудников С.-Москва: Кудиц-Пресс, 2007. — 312 с.
- [3]. М.Ферли. RFID Smart Labels, 2007
- [4]. Мариан Вонг Ми Ван: «Планирование и взаимодействие механизмов «единого окна» в АСЕАН», 2014г.
- [5]. http://shtrih-center.ru/state/rfid_systemy_v_rossii.html.
- [6]. <https://cyberleninka.ru/article/n/isledovanie-i-primeneniye-tehnologii-rfid-radiofrequencyidentification>

**АНАЛИЗ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СТРУЙНОЙ ГИДРОТУРБИНЫ НА
ОСНОВЕ КОЛЕСА СЕГНЕРА**

М.О. Узбеков, Э.М. Бегматов

*Ферганский политехнический институт,
begmatov.eldorjon@gmail.com, тел: 93 646 09 02
(Получена 19.07.2023 г.)*

В данной статье анализируются контрроторные гидроагрегаты, разработанные на базе реактивных турбин. Разработана новая конструкция контрроторного гидроагрегата, состоящего из реактивной турбины с соплом и водяного колеса, описан принцип его работы и сущность. Основываясь на треугольнике скоростей воды, протекающей через реактивное и активное рабочие колёса, была проанализирована частота вращения рабочего колеса. Соответственно, представлены аналитические зависимости между энергетическими параметрами рабочих колёс.

Ключевые слова: гидроагрегат, гидротурбина, сопло, активная турбина, реактивная турбина, треугольник скоростей, водяное колесо, рабочее колесо.

Ushbu maqolada reaktiv turbinalar asosida ishlab chiqilgan kontrrotorli gidroagregatlar tahlil qilindi. Kontrrotorli gidroagregatning yangi konstruksiyasi ishlab chiqilgan, u reaktiv turbinadan va suv g'ildiragidan iborat bo'lib, uning ishlash printsiplari va mohiyati tavsiflangan. Reaktiv va aktiv suv g'ildiraklaridan oqib o'tadigan suv tezligi uchburchagiga asoslanib, ishchi g'ildirak tezligi tahlil qilindi. Shunga ko'ra, ishchi g'ildiraklarning energetik parametrlari o'rtasidagi analitik bog'likliklar taqdim etiladi.

Kalit so'zlar: gidroagregat, gidroturbin, nozul, faol turbina, reaktiv turbina, tezlik uchburchagi, suv g'ildiragi, ishchi g'ildirak.

This article analyzes counter-rotor hydraulic units developed on the basis of jet turbines. A new design of a counter-rotor hydraulic unit consisting of a jet turbine with a nozzle and a water wheel has been developed, the principle of its operation and essence are described. Based on the triangle of velocities of water flowing through the reactive and active impellers, the rotational speed of the impeller was analyzed. Accordingly, analytical dependences between the energy parameters of the impellers are presented.

Keywords: hydraulic unit, hydraulic turbine, nozzle, active turbine, jet turbine, speed triangle, water wheel, impeller.

Из-за наблюдаемой ограниченности подземных запасов углеводородного топлива на глобальном уровне и их неравномерного распределения по странам в будущем ожидается острая нехватка электрической и тепловой энергии. В поисках решения этой проблемы проводятся научные исследования в различных областях с целью расширения возможностей использования возобновляемых источников энергии во всех странах мира. В частности, если

вы обратите внимание на область гидроэнергетики, то сможете наблюдать процесс, связанный с долгой историей. До начала 18 века водяные колеса устанавливались и использовались на источниках воды низкого давления, главным образом в промышленном секторе для привода различных машин. В середине XVIII века, после того как стало возможным производство электрогенераторов, основанных на законах электрической индукции, начались и быстро развивались работы по выработке электроэнергии на основе реактивных гидравлических турбин, эффективно работающих при различных высоких давлениях, созданных на основе теории Л. Эйлера [1]. В настоящее время существует не так много источников воды, которые могут создавать высокое давление воды, кроме того, строительство на них крупных гидроэлектростанций (ГЭС) наносит большой ущерб окружающей среде и частично экономике. По данным Министерства энергетики, согласно Концепции Республики Узбекистан, к 2030 году ожидается, что рост потребления электроэнергии в Узбекистане достигнет 110 млрд кВт*ч. Концепция предусматривает поэтапное увеличение доли возобновляемых источников энергии в производстве электроэнергии с 11,8% до 25% к 2030 году. Исходя из этого, теперь 5% из них должно поступать за счет солнечной энергии, 3% - за счет энергии ветра и 3,8% - за счет гидроэнергетики [2].

Если мы сосредоточимся на гидроэнергетическом потенциале для реализации этих задач, то увидим, что основные участки водных источников, такие как реки, каналы, каналы и ирригационные системы, имеют небольшие уклоны. Можно построить множество микрогидроэлектростанций в местах, где в этих источниках может создаваться давление воды в пределах 2-6 метров [3, 4].

Хотя существуют гидравлические турбины, предназначенные для работы при высоком давлении воды, и разработанные на их основе против вращательные гидроагрегаты, возможность их эффективного использования при низких давлениях еще не решена полностью.

Например, в [5] увеличение коэффициента использования энергии воды обусловлено тем фактом, что вода, поступающая от первой направляющей лопатки к первой турбине, попадает в нее и приводит ее во вращение. Далее вода, отраженная от рабочих лопаток, поступает во вторую направляющую лопатку и приводит в движение вторую турбину. Выходной вал обеих турбин соединен с входным валом суммирующего редуктора, а выходной вал суммирующего редуктора непосредственно соединен с генератором. В этом гидравлическом агрегате вода теряет большую часть своей энергии, когда вытекает из первого рабочего колеса. Вытекающий поток воды поступает в нижнее, второе направляющее устройство под углом. Поскольку при перемещении от направляющей ко второму рабочему колесу создается восходящее давление, эффективность верхнего рабочего колеса снижается. Кроме того, использование в конструкции суммирующего редуктора и дополнительных направляющих устройств приводит к потерям энергии из-за увеличения местных сопротивлений. При низких давлениях комплекс не дает удовлетворительных результатов.

Гидроагрегат [6] состоит из контрроторной гидротурбины и гидрогенератора. Контрроторная турбина имеет два соосных рабочих колеса (ротор и контрротор), вращающихся в разных направлениях, на которые последовательно подается поток воды. В гидроагрегате с контрротором ротор гидрогенератора установлен на одном валу с ротором гидротурбины, а контрротор установлен на контрроторе гидротурбины. Преимущества контрроторного агрегата по сравнению с традиционными гидроагрегатами заключаются в следующем: использование при более высоких напорах (за счет распределения давления между двумя рабочими колесами гидротурбины); возможность уменьшения габаритов и веса гидрогенератора (поскольку ротор и контрротор генератора вращаются в противоположных направлениях, частота вращения ротора относительно контрротора значительно увеличивается). В этом гидроагрегате отток воды из верхнего рабочего колеса гидротурбины происходит в вихревом режиме. В результате наблюдаются большие потери энергии. Этот поток воды поступает на второе рабочее колесо снизу через вторую направляющую лопатку. В

этом случае создается восходящее давление. Кроме того, из-за местного сопротивления второй направляющей лопатки и рабочего колеса теряется энергия. В результате эффективность этой системы будет низкой, и при напорах 2-10 м комплекс не даст желаемого результата. Гидроагрегат с контрротором представляет собой значительное усложнение конструкции агрегата и его регулирования, а также трудности при извлечении энергии из вращающегося контрротора гидрогенератора. Таким образом, эта конструкция не применялась на практике.

В работе [6] была усовершенствована сопловая струйная гидротурбина, которая эффективно работает с источниками воды низкого давления за счет установки внутреннего направляющего устройства. Результаты эксперимента показали, что при давлении воды 2 метра и расходе воды 200 л/с КПД гидротурбины составил 76,3%.

Когда эти турбины работают в динамическом равновесии под нагрузкой, абсолютный расход воды, выходящей из турбины, высок, но их кинетическая энергия не используется. Для повторного использования кинетической энергии такого потока воды была разработана новая конструкция гидроагрегата с контрроторным приводом.

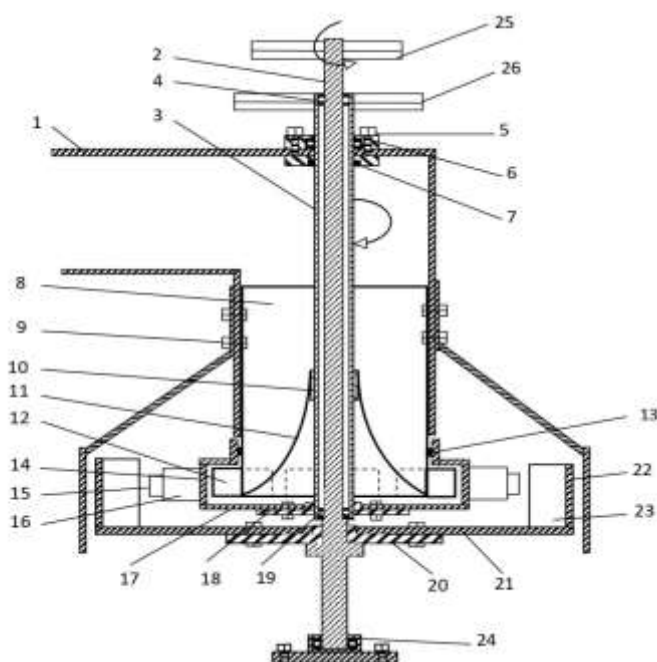


Рис. 1. Общий схематический вид контрроторного гидроагрегата: 1 - входной поток; 2 - внутренний вал; 3 - внешний вал; 4 - подшипник между валами; 5 - крепежные болты корпуса подшипника; 6 - подшипник; 7 - сальник; 8 - направляющая лопатка; 9 - болты; 10 - верхний гидравлический подшипник; 11 - внутренний соосный конус; 12 - направляющие рабочие колёса; 13 - резиновый сальник; 14 - рабочее колесо цилиндра; 15 - конфузурная насадка для выпуска воды; 16 - отводные каналы; 17 - основание диска; 18 - опора с насадками; 19 - конусная опора; 20 - диск с цапфой для крепления активного рабочего колеса; 21 - диск активного рабочего колеса; 22 - внутреннее и наружное кольца; 23 - лопасти; 24 - подшипник корпуса; 25 - шкив активного рабочего колеса; 26 - шкив реактивного рабочего колеса.

Предлагаемый гидроагрегат встречного вращения содержит реактивное и активное рабочие колеса, установленные на валах, которые соосно соединены через подшипники. В качестве струйной гидротурбины контрроторного гидроагрегата использовалась реактивная турбина с соплом, представленная в [7].

На рис. 1 выделено струйное рабочее колесо, закрепленное на наружном валу 3, содержащее внутреннюю направляющую лопатку, выполненную в виде цилиндра 8, направляющие лопатки 12, которые закреплены между внутренним соосным конусом 11, что обеспечивает равномерное распределение и сжатие воды по внутреннему периметру цилиндра 8, нижний конец которого из цилиндра, имеющего прямоугольное отверстие для направленного истечения воды к входному патрубку, выполнено рабочее колесо в виде цилиндра 14. При этом каналы 16 для оттока воды расположены в одной горизонтальной плоскости с днищем рабочего цилиндра, который имеет выходной конфузор 15, позволяющий перпендикулярно направлять поток

воды, выходящий из сопла струи, к касательной плоскости, проведенной точкой из центра дуги вогнутой и вертикально установленной круглоцилиндрической лопасти 23 активного рабочего колеса, которая закреплена на внутреннем валу 2 гидроагрегата. Активное рабочее колесо прикреплено к внутреннему валу диска цапфой 20, а вал этого рабочего колеса прикреплен к платформе с помощью корпусных подшипников 24. Внешний вал реактивного рабочего колеса вставлен над диском активного рабочего колеса через подшипники 4, 19.

В этой гидравлической турбине относительная скорость струи воды, выходящей из сопла, увеличивается пропорционально давлению воды. Обычно для активного рабочего колеса Pelton струя воды с такой скоростью создается специальными форсунками. В предлагаемом гидроагрегате струя воды, выходящая из сопла, имеет те же характеристики, то есть из сопла рабочего колеса струя воды выбрасывается с высокой скоростью. Чтобы использовать кинетическую энергию выходящей струи воды, было разработано активное рабочее колесо с изогнутыми и вертикально установленными лопастями.

Струя воды, выходящая из сопла с высокой скоростью, ударяется перпендикулярно поверхности лопастей активного рабочего колеса на небольшом расстоянии. В этом случае лопасти расположены в той же горизонтальной плоскости, что и сопло. Количество струй воды, равное количеству форсунок, попадает на лопасти активного рабочего колеса. В результате под действием парных сил создаются крутящие моменты, которые заставляют активное рабочее колесо вращаться в противоположном направлении относительно реактивного рабочего колеса. Скорость воды после удара почти равна нулю, она движется вниз под действием гравитационных сил.

Активное рабочее колесо передает вращательное движение отдельно установленному генератору через шкив 25, установленный на внутреннем валу. Вращательное движение соплоструйной турбины передается на второй генератор через шкив 26, установленный на внешнем валу, или возможно передавать вращательное движение вала на ротор генератора первой турбины.

Интерфейс Low Re ke для турбулентного потока был использован в гибридной инструментальной среде COMSOL Multiphysics 6.0. В этом случае однофазные потоки моделировались при высоких числах Рейнольдса для стационарной работы гидротурбины. Физический интерфейс удовлетворяет требованиям, предъявляемым к несжимаемым потокам, с достаточной точностью при низких максимальных значениях (обычно менее 0,3). В геометрической форме и размерах сопла, полученных этим методом, были решены уравнения сохранения импульса, уравнения Навье-Стокса и уравнения неразрывности массы для турбулентного течения потока воды в сопле через границу раздела с низким содержанием кислорода. Эффекты турбулентности были смоделированы с использованием двухпараметрической модели ke AKN с соответствующими ограничениями. Расчеты проводились с использованием динамики турбулентного течения (CFD) жидкостей в усредненной по Рейнольдсу динамической гибридной модели Навье-Стокса (RANS) [14, 15]. В стационарном состоянии параметры потока воды в сопле были изучены с использованием уравнений, которые включают геометрическую нелинейность в соплах двух различных геометрических форм. В этом случае в гибридной инструментальной среде COMSOL Multiphysics 6.0 были решены следующие уравнения интерфейса с низким коэффициентом трения для турбулентного потока:

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho(\vec{u} \cdot \nabla) \vec{u} = \nabla \cdot [-p\vec{I} + \vec{K}] + \vec{F} \\ \rho \nabla \cdot \vec{u} = 0 \\ \vec{K} = (\mu + \mu_T)(\nabla \vec{u} + (\nabla u)^T) \\ \rho(\vec{u} \cdot \nabla) k = \nabla \cdot \left[\left(\mu + \frac{\mu_T}{\sigma_T} \right) \nabla k \right] + P_k - \rho \varepsilon \\ \rho(\vec{u} \cdot \nabla) \varepsilon = \nabla \cdot \left[\left(\mu + \frac{\mu_T}{\sigma_T} \right) \nabla \varepsilon \right] + C_{\varepsilon 1} \frac{\varepsilon}{k} P_k - C_{\varepsilon 2} \rho \frac{\varepsilon^2}{k} f_{\varepsilon}(\rho, \mu, k, \varepsilon, J_w) \\ \nabla G \cdot \nabla G + \sigma_w G(\nabla \cdot \nabla G) = (1 + 2\sigma_w) G^4 \end{array} \right. \quad (1)$$

Здесь:

$$\begin{aligned} \lambda_w &= \frac{1}{G} - \frac{\lambda_{ref}}{2} \\ \mu_T &= C_{\mu} \rho \frac{k}{\varepsilon} f_{\mu}(\rho, \mu, k, \varepsilon, \lambda_w) \end{aligned} \quad (2)$$

$$P_k = \mu_T [\nabla u]$$

$$P_k = \mu_T \left[\nabla u: (\nabla u + (\nabla u)') \right]$$

$$[-p\vec{I} + \vec{K}] \vec{n} = -p_0 \vec{n}$$

$$p_0 \leq p_0$$

Для определения статического и осмотического давления сопла в граничном условии использовались следующие уравнения Лагранжа:

$$\nabla k \cdot \vec{n} = 0, \nabla \varepsilon \cdot \vec{n} = 0, \nabla G \cdot \vec{n} = 0 \quad (3)$$

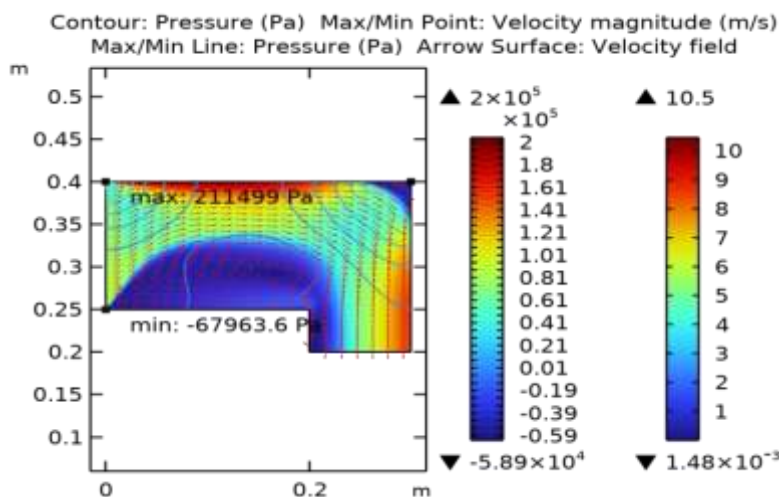


Рис. 2. Течение воды из сопла прямоугольной геометрической формы.

водовыпускного канала, возникает дефицит массы, в результате чего образуются вихревые потоки. В этой области $P < 0$. Среднее значение абсолютной скорости на выходе из сопла невелико и разбросано. Реактивная сила, возникающая в сопле, очень мала, поскольку она определяется разницей в скорости потока воды, входящего в сопло и выходящего из него.

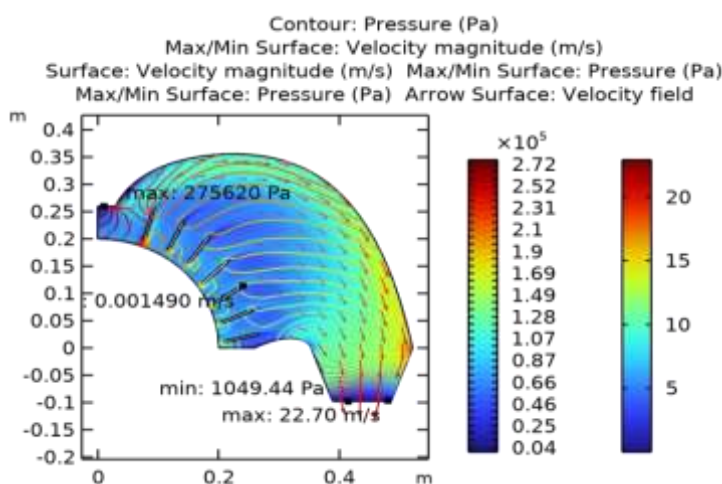


Рис. 3. Поведение потока воды в насадке геометрической формы, изготовленной предлагаемым способом.

скоростью 22 м/с без разбрызгивания. В ходе экспериментальных испытаний КПД этой гидротурбины составил 82%.

Предполагалось, что скорости воды, поступающей в сопло, одинаковы, и для изменения скорости воды в сопле были получены следующие результаты (рис. 3).

Для случая, когда геометрическая форма сопла реактивной турбины прямоугольная, поток воды через него был смоделирован в соответствии с параметрами, основанный на математическом моделировании (рис. 3).

На рис.3 видно, что вокруг стенок такого сопла, расположенного со стороны

Поток воды в сопле геометрической формы, был смоделирован в гибридной инструментальной среде COMSOL Multiphysics 6.0 на интерфейсе Low Re ke для турбулентного потока (рис. 3).

Из рис. 3 видно, что в этой насадке нет недостатка в массе воды. Во всех точках насадки наблюдается равномерное сжатие потока воды. По сравнению с прямоугольным соплом давление, создающее реактивную силу, в 1,3 раза больше, абсолютная скорость воды, выходящей из сопла, в 3,2 раза больше, а струя воды выходит из сопла с абсолютной

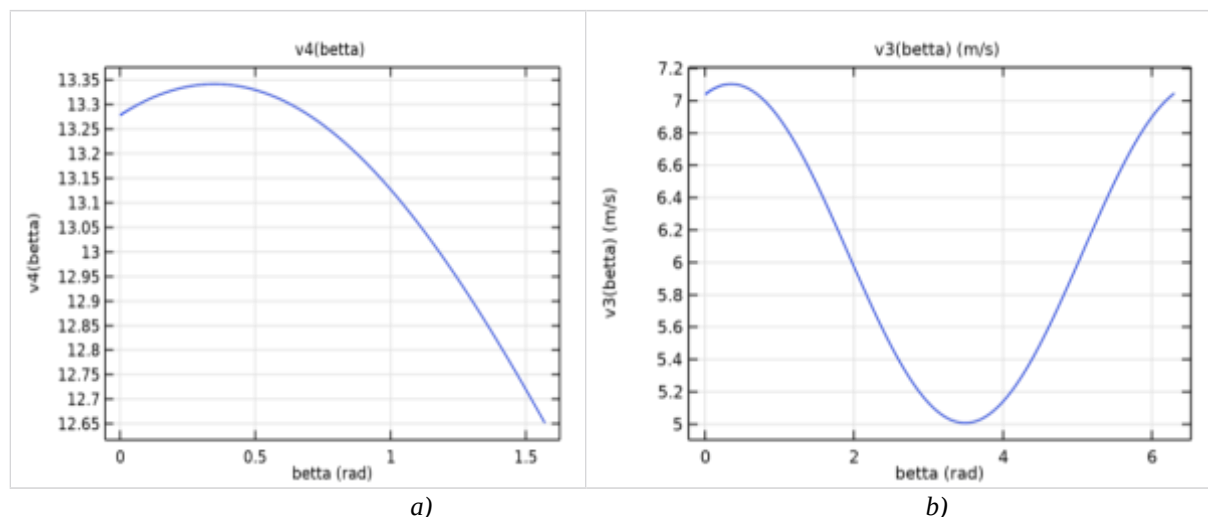


Рис.4. Зависимость абсолютных скоростей потока воды в гидротурбине от угла установки направляющей лопатки относительно радиального направления: а) Абсолютная скорость потока воды на выходе из отводящего устройства; б) скорость потока воды на выходе из сопла.

Из рисунка 4 мы можем сказать, что абсолютная скорость $v_3(\beta)$ воды, выходящей из отводящего устройства, является наибольшей, когда значение угла установки лопасти относительно радиального направления β находится в диапазоне от 0 до 0,5 радиан. При этих значениях β абсолютная скорость $v_4(\beta)$ струи воды, выходящей из сопла, также достигает своего максимального значения.

Для пилотных испытаний была подготовлена небольшая модель сопловой гидротурбины с направляющей. Конструктивные части готовой гидротурбины имели следующие размеры:

- длина трубы подачи воды 60 мм, диаметр 63 мм; - длина вала гидротурбины 300 мм, диаметр 18 мм;
- высота цилиндра основного водоснабжения гидротурбины составляет 210 мм, диаметр - 80 мм; - высота цилиндра подачи воды направляющего устройства 80 мм, диаметр 76 мм;
- направляющие лопатки толщиной 1,5 мм, длиной 15 мм, высотой 16 мм; - количество направляющих лопаток 8;
- высота цилиндра рабочего колеса гидротурбины 26 мм, диаметр 120 мм;
- высота сопла гидротурбины 15 мм, диаметр входа воды 20 мм, диаметр выхода воды 14 мм; - количество сопел гидротурбины - 12;
- наружный диаметр статора гидротурбины 180 мм;
- радиальный размер лопатки возврата воды статора 18 мм, вертикальная высота 20 мм; - диаметр шкива гидротурбины 210 мм;
- вес гидротурбины 2,6 кг

Вода поступает в сопло крыльчатки через направляющие лопатки. На выходе из форсунки вода достигает своей максимальной скорости. В зависимости от скорости воды рабочее колесо вращается, и вращательное движение передается генератору с передаточным отношением 1:4 через шкив, установленный на валу. Генератор выполнен на базе генератора G250G3.

Угол, образованный нормалью к внутренней стенке сопла с направляющими лопатками реактивной турбины, будет обозначаться α_1 , поскольку расстояние до рабочего колеса очень мало, можно предположить, что поток воды поступает в рабочее колесо под этим углом. Давайте примем v_3 в качестве абсолютной скорости воды на выходе из отводящего устройства и определим соотношение между линейными скоростями вращения активного и струйного рабочих колёс, используя

треугольник скоростей.

В активных турбинах скорость воды, поступающей на рабочее колесо, соответствует полному значению рабочего давления; при дальнейшем движении воды скорость не меняется.

Как мы упоминали выше, в реактивных турбинах скорость воды, поступающей в рабочее колесо, всегда соответствует только части доступного давления, поэтому её скорость непрерывно увеличивается по мере перемещения в секциях рабочего колеса. В результате относительная скорость v_4 воды на выходе больше, чем относительная скорость v_3 на входе, и поскольку $v_2 = u_3$, относительная скорость v_3 меньше u_3 . В то же время форма насадки должна быть такой, чтобы поток воды перемещение в них не сжимается по ширине (по вертикали), водовыпускное отверстие должно иметь прямую часть на конце, а их кривизна не должна быть чрезмерной в других частях.

Для активного рабочего колеса с $\alpha_1 = 25^\circ$ мы получаем из треугольника скоростей и $\alpha_1 = 0,55 v_4$ скорость струи перед лопастью. На основании этих данных для расчета энергии, выделяемой в активном колесе, вычисляется момент инерции рабочего колеса относительно центра его вала, а также определяется частота вращения цикла и, соответственно, мощность активного рабочего колеса.

В ходе исследования были получены следующие выводы:

- Давление, создаваемое в сопле прямоугольной геометрической формы, почти в 2,5 раза меньше давления в изогнутом сопле. Это приводит к многократному снижению их эффективности. Следовательно, для сопловых турбин подготовка геометрии сопла в соответствии с направлением потока воды в предлагаемом способе является основным фактором, определяющим КПД турбины.

- Когда активное рабочее колесо устанавливается на выходящий из реактивной турбины поток воды с высокой кинетической энергией, выработка электроэнергии увеличивается на 25-40% в зависимости от давления, в дополнение к электроэнергии, вырабатываемой реактивной турбиной, в зависимости от давления воды.

- Установка встречного вращения с реактивной турбиной и активным водяным колесом работает так же эффективно, как две отдельные гидротурбины. Также движение потоков воды в них не влияет друг на друга. Если по какой-либо причине одно из рабочих колес перестанет вращаться, оставшееся второе будет продолжать работать.

Список литературы

- [1]. G. Muller, K. Kauppert. Old water mills Britain 's new source of energy, New Civil Engineer International 5, 20-28 (2003)
- [2]. R.U. Aliev, O.O. Bozarov, M. Abduqahorova, Current conditions for the development of small hydroelectric power sources in Uzbekistan, Scientific Bulletin ASU 1, 16-23 (2018)
- [3]. B.A. Nasir, Design Considerations of Micro-hydro-electric Power Plant, Energy Procedia 50,19–29 (2014)
- [4]. E.B.K. Signe et al., Methodology of Feasibility Studies of Micro-Hydro power plants in Cameroon: Case of the Micro-hydro of KEMKEN, Energy Procedia 119, 17-28 (2017)
- [5]. A.B. Bekbaev, P.G. Esyrev, T.M. Munkyzbai, M.T. Tolemis, K. Kadirbay, N. Abdish, Hydraulic turbine "ALEMSAK", Republic of Kazakhstan, patent KZ (13) A4 (11) 25685, (51) F03B 7/00 (2011.01)
- [6]. V.V. Semenov, Once-through hydraulic units of high and in excess of high speed, Gosenergoizdat, Moscow (1959)
- [7]. S.F. Ergashev, R.U. Aliev, O.O. Bozarov, H.S. Osarov, Testing on a test stand of a hydro turbine with an internal diverter structure, 8th International Conference on Research in Humanities, Applied Sciences and Education, Berlin, Germany (2022)
- [8]. O.O. Bozarov, Creation of a micro-hydroelectric unit with a reactive hydroaggregate for agricultural consumers, Doctoral thesis, Andijan branch of Tashkent State Agrarian University, Tashkent (2020)
- [9]. K. Muratov, O. Tursunov, D. Kodirov, E.I. Ugwu, A. Durmanov, The use of renewable energy sources in integrated energy supply systems for agriculture, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 614(1), 012007 (2020)
- [10]. D. Kodirov, O. Tursunov, A. Ahmedov, R. Khakimov, M. Rakhmataliev, Economic efficiency in the use of solar energy: A case study of Agriculture in Uzbekistan, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 614(1), 012031 (2020)
- [11]. Z. Fu, K. Li, Y. Pang, L. Ma, Z. Wang, B. Jiang, Study on Water Jet Characteristics of Square Nozzle Based on CFD and Particle Image Velocimetry, Symmetry 14, 2392 (2022)
- [12]. L. Chen, D. Gao, M. Cheng, Y. Cai, L. Guo, Effect of Special-Shaped Nozzle Structure on Water Jet Performance,

Processes 10, 2066 (2022)

- [13]. A. Begenir, H.V. Tafreshi, B. Pourdeyhimi, Effect of Nozzle Geometry on Hydroentangling Water Jets: Experimental Observations, Textile Research Journal 74(2), 178-184 (2004)
- [14]. Ch. Hirsch, B. Tartinville, Reynolds-Averaged Navier-Stokes modelling for industrial applications and some challenging issues, International Journal of Computational Fluid Dynamics 23(4), 295-303 (2009)
- [15]. E. Hassan, D.M. Peterson, D.K. Walters, E.A. Luke, Dynamic Hybrid Reynolds-Averaged Navier–Stokes/Large-Eddy Simulation of a Supersonic Cavity: Chemistry Effects, Journal of Propulsion and Power 35(1), 201-212 (2019).

NOSIMMETRIK YUKLANGAN TARMOQNI SIMMETRIYALAB QUUVAT YO‘QOTISHLARINI KAMAYTIRISH

X.A. Eraliyev

Farg‘ona politexnika instituti

E-mail: eraliyevhojiakbar@gmail.com, tel: +998939776999, telegram: @Hojiakbar_Eraliyev
(Qabul qilindi 25.08.2023 y.)

In this article, the calculation of power losses in a symmetrically loaded four-wire three-phase network is determined by the method of symmetrical components and the value of the current generated in the neutral network in the calculation of power losses in the network. The calculation results of reducing the reverse sequence coefficient of voltage asymmetry at the entrances of apartments to the level of GOST requirements using the Smart phase selector device in the network and eliminating the additional power loss in the network and transformer are presented.

Keywords: asymmetrical load, asymmetry of voltages, power loss, method of symmetrical component, Smart phase selector, load balancing.

В данной статье рассматривается расчет потерь мощности в несимметрично нагруженной четырехпроводной трехфазной сети, методом симметричных составляющих, учитывая величину тока, генерируемого в нейтральном проводе. Представлены результаты расчетов устранения дополнительных потерь мощности в сети и на трансформаторе, за счет применения устройства Smart-переключателя фаз на входах в квартиры, позволяющее снизить коэффициент обратной последовательности несимметрии напряжения, до уровня по требованиям ГОСТа

Ключевые слова: несимметричная нагрузка, несимметричная напряжения, потери мощности, метод симметричной составляющей, Смарт переключатель фаз, балансировка нагрузки.

Ushbu maqolada nosimmetrik yuklangan to‘rt simli uch fazali tarmoqda quvvat yo‘qotishlarini hisoblashning simmetrik tashkil etuvchilar usulidan va tarmoqdagi quvvat yo‘qotishlarini hisoblashda neytral tarmoqda hosil bo‘layotkan tokning qiymatini hisobga olib aniqlangan. Tarmoqda xonadonlar kirishlarida Smart faza tanlagich qurilmasini qo‘llab Kuchlanish nosimmetriyaligini teskari ketma-ketlik koeffitsientini GOST talabi darajasida pasaytirib, tarmoqda va transformatoridagi qo‘shimcha quvvat yo‘qotilishi bartaraf etilishi hisoblash natijalajalari keltirilgan.

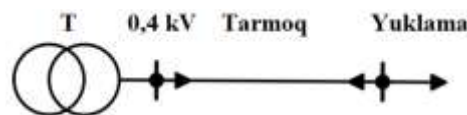
Kalit so‘zlar: nosimmetrik yulama, kuchlanishlar nosimmetriyaligi, quvvat yo‘qotilishi, simmetrik tashkil etuvchilar usuli, Smart faza tanlagich, yuklamani simmetriyalash.

Elektr ta‘minoti tizimlari qisqa muddatli va uzoq muddatli nosimmetrik rejimlar bilan farqlanadi. Qisqa muddatli nosimmetrik rejimlar odatda turli avariya jarayonlari bilan bog‘liq. Masalan, nosimmetrik qisqa tutashuvlar, yer bilan tarmoqdagi bir yoki ikkita fazaning uzilishi va shu kabilar. Uzoq muddatli nosimmetrik rejimlar odatda iste‘molchilar yuklamalarining nosimmetriyaligidan kelib chiqadi. Bundan tashqari elektr tarmog‘ining bir va ikki fazali tarmoqli tashkil etuvchilarining mavjudligi sababli nosimmetrik rejimlar kelib chiqishi mumkin [1].

Har qanday past kuchlanishli elektr tarmoqlarini loyihalash bosqichida, 0,4 kVli elektr tarmog‘ining sxemasini ko‘rib chiqishda, yuklamaning tabiati va individual ravishda elektr energiyasi iste‘molchilarining o‘rnatilgan quvvatini hisobga olish kerak. Ularning tarmoq fazalari bo‘yicha bir xil taqsimlanishini amalga oshirish kerak. Bundan tashqari tarmoqning ekspluatatsiya jarayonida yangi iste‘molchilarni tarmoqqa ulashda fazalar kesimida yuklamaning taqsimotini hisobga olish kerak [2].

Uch fazali to'rt simli elektr tarmog'ining nosimmetrik yuklanishi fazalardagi yuklamalarning har xil taqsimlanganligi sababli kelib chiqadi. Uch fazali to'rt simli elektr tarmoqlarida nosimmetriya darajasi kuchlanish nosimmetriyasini teskari ketma-ketlik va nol ketma-ketlik koeffitsientlari bilan tavsiflanadi. Bunday hollarda, yuklama nosimmetriyasidan kelib chiqadigan quvvat yo'qotishlari to'g'ri ketma-ketlik tashkil etuvchilarining nosimmetrik rejimdagi quvvat yo'qotishlariga mos keladigan quvvat yo'qotishlariga mos nosimmetriyasi koeffitsientlari bilan tavsiflanishi mumkin [3]. Kuchlanish nosimmetriyasi koeffitsientlari va umumiy holatda quvvat yo'qotishlari kuchlanish nosimmetriyasi darajasiga qarab har qanday raqamli qiymatlarni olishi mumkin. Ular qanchalik katta bo'lsa, tarmoqdagi elektr qurilmalarining ishlashiga salbiy ta'siri shunchalik katta bo'ladi.

Nosimmetrik yuklangan to'rt simli uch fazali elektr tarmog'i quyidagi odatiy sxema bo'yicha ta'minlanadi (1-rasm), transformatorning ikkilamchi chulg'aming ulash sxemasi "yulduzga nol" [4].



1-rasm. Yuklamani ta'minlash sxemasi.

Faraz qilaylik, ko'rib chiqilayotgan tarmoqning fazalari bo'ylab oqadigan toklar nossimmetrik tizimni tashkil qiladi. Bunday holda, nosimmetrik yuklama tufayli hosil bo'luvchi nol I_n toki tarmoqning neytral simidan qaytadi.

Umumiy holda, elektr tarmoqlari o'tkazuvchi qismlaridagi quvvat yo'qotishlari (to'rt simli havo liniyalarida) har bir o'tkazgichdagi yo'qotishlar yig'indisiga teng (1):

$$\Delta P_{\Sigma} = \Delta P_A + \Delta P_B + \Delta P_C + \Delta P_N = I_A^2 R_A + I_B^2 R_B + I_C^2 R_C + I_N^2 R_N, \text{ Vt} \quad (1)$$

bu yerda I_n – nol o'tkazgichdan qaytuvchi tok [5]; (R_A , R_B , R_C) – faza o'tkazgichlarining aktiv qarshiliklari; R_N - neytral simning aktiv qarshiligi.

$$I_N = \sqrt{I_A^2 + I_B^2 + I_C^2 - I_A I_B - I_B I_C - I_C I_A}, \text{ A} \quad (2)$$

Nosimmetrik yuklamalar uchun simmetrik tashkil etuvchilar usulidan foydalanib faza kuchlanishlari ifodasini quyidagi ko'rinishda yozamiz:

$$\begin{cases} \dot{U}_1 = \frac{1}{3}(\dot{U}_A + a\dot{U}_B + a^2\dot{U}_C) \\ \dot{U}_2 = \frac{1}{3}(\dot{U}_A + a^2\dot{U}_B + a\dot{U}_C) \\ \dot{U}_0 = \frac{1}{3}(\dot{U}_A + \dot{U}_B + \dot{U}_C) \end{cases} \quad (3)$$

bu yerda:

$$a = e^{j120^\circ} = e^{-j240^\circ} = \cos 120^\circ + j \sin 120^\circ = -\frac{1}{2} + j \frac{\sqrt{3}}{2};$$

$$a^2 = e^{j240^\circ} = e^{-j120^\circ} = \cos 120^\circ - j \sin 120^\circ = -\frac{1}{2} - j \frac{\sqrt{3}}{2}.$$

Teskari va nol ketma-ketlik tashkil etuvchilaridan foydalanib, kuchlanishlar nosimmetriyasi koeffitsientlari mos ravishda (4) va (5) ifodalardan aniqlanadi:

$$K_{2U} = \frac{|\dot{U}_2|}{|\dot{U}_1|}, \quad (4)$$

$$K_{0U} = \frac{|\dot{U}_0|}{|\dot{U}_1|}, \quad (5)$$

Nosimmetrik yuklangan kuch transformatorlarida, ulardagi teskari ketma-ketlik toklari oqimidan kelib chiqadigan aktiv quvvat yo'qotishlari quyidagi formula bilan aniqlanadi [5]:

$$\Delta P_{qo'sh.tr} = K_{2U}^2 \left(\Delta P_{s.i.} + \frac{\Delta P_{q.t.}}{u_{q.t.}^2} \right) \quad (6)$$

bu yerda $\Delta P_{s.i.}$ - salt ishlash rejimdagi yo'qotishlar; $\Delta P_{q.t.}$ - qisqa tutashuv rejimidagi yo'qotishlar; $u_{q.t.}$ - qisqa tutashuv kuchlanishi.

Kuchlanishlar nosimmetriyasining to'g'ri va teskari tashkil etuvchilarini (4) va (5) ifodalar orqali hisoblash uchun, faza kuchlanishlarining kompleks qiymatlari zarur bo'ladi. Faza kuchlanishlarining kompleks qiymatlari mavjud bo'lmaganda, kuchlanishlar nosimmetriyasining teskari tashkil etuvchi koeffitsientini (7) va (8) ifodalar orqali aniqlash mumkin [6].

$$K_{2U} = \sqrt{\frac{1 - \sqrt{3 - 6 \cdot \beta}}{1 + \sqrt{3 - 6 \cdot \beta}}}, \quad (7)$$

$$\beta = \frac{U_{AB}^4 + U_{BC}^4 + U_{CA}^4}{(U_{AB}^2 + U_{BC}^2 + U_{CA}^2)^2}, \quad (8)$$

bu yerda U_{AB} , U_{BC} , U_{CA} tarmoqning liniya kuchlanishlari.

Ammo yuqoridagi formulalarda bizga liniya kuchlanishlarining qiymatlari zarur bo'ladi. Biz esa tadqiqot davomida faza kuchlanishlarining qiymatlarini o'lchaganmiz. Shuning uchun liniya kuchlanishlarini (9) dagi ifodalardan foydalanib faza kuchlanishlari orqali ifodalab, (8) ga qo'yib kerakli matematik qisqartirishlardan so'ng (10) ko'rinishida ifodalab olamiz [7].

$$U_{AB} = \sqrt{3}U_A, U_{BC} = \sqrt{3}U_B, U_{CA} = \sqrt{3}U_C, \quad (9)$$

$$\beta = \frac{U_A^4 + U_B^4 + U_C^4}{(U_A^2 + U_B^2 + U_C^2)^2}, \quad (10)$$

Nosimmetrik yuklangan to'rt simli past kuchlanishli elektr tarmoqlarida kuchlanish nosimmetriyasining teskari ketma-ketlik koeffitsientini tarmoqning faza kuchlanishlari qiymatlari ma'lum bo'lganda (10) va (7) ifodalari orqali aniqlash mumkin.

Tadqiqod natijalari asosida quvvat yo'qotishlarini hisoblash

Tadqiqotning eksperimental qismi Farg'ona viloyati elektr tarmoqlari hududiy korxonasi Quva tumani 35/10 kVli Tinchlik podstantsiyasining 10 kVli Shirin fideridagi transformator punktlarida olib borilgan (2-rasm). O'lchovlar "Malika-01" qurilmasi yordamida amalga oshirilgan [8].

Shirin fiderida 2022 yil 22-iyuldan 30-avgustgacha jami 55 ta, shu jumladan, 42 ta elektr tarmoqlari korxonasi balansidagi va 13 ta tadbirkorlar balansidagi transformator punktlari (TP) chiqishlarida elekt energiyasi sifat ko'rsakichlari bo'yicha o'lchandi (3-rasm). Fiderdagi transformator punktlaridan elektr energiyasi asosan turar-joy binolariga, adminstrativ binolar, tadbirkorlik korxonlari, katta-kichik do'konlar, dorixonalar va ustaxonalarga uzatiladi.

TP lar chiqishidagi o'lchovlar bir kundan besh kungacha bo'lgan oraliqda o'tkazildi. Tahlillar natijasi shuni ko'rsatadiki Shirin fideridagi elektr tarmoqlari korxonasi balansidagi jami 42 TP dan 19 ta TP da yuklamalar nosimmetrik taqsimlanganligi sababli kuchlanish nosimmetriyaligining teskari ketma-ketlik koeffitsienti ko'rsatkichi belgilangan GOST talablariga javob bermaydi va tarmoqlarda, transformatorlarda qo'shimcha quvvat yo'qotilishiga sabab bo'lmoqda [9]. Nosimmetriyalik darajasi yuqori bo'lgan transformator yuklamalarining kunlik o'rtacha fazalar kesimidagi kuchlanishlari, toklari va bularga mos kuchlanish nosimmetriyaligining teskari ketma-ketlik koeffitsienti ko'rsatkichi ma'lumotlari 1-jadvalda keltilgan. Shirin fideri elektr tarmoqlari korxonasi balansidagi nosimmetrik yuklangan TP lar 45 % ni tashkil etmoqda.



2-rasm. Tadqiqot ob'ektidagi transformator punkti.

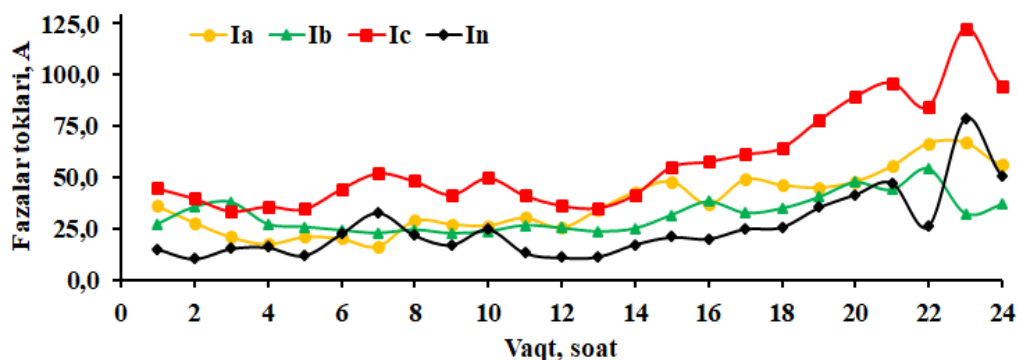
Nosimmetrik yuklangan TP larning kunlik o'rtacha ma'lumotlari

T/r	№TP	S _{tr} , kVA	U _A , V	U _B , V	U _C , V	I _A , A	I _B , A	I _C , A	I _N , A	K2u, %
1	1097	160,0	227,2	226,1	242,7	28,2	13,1	1,9	22,9	4,7
2	1044	160	210,9	224,6	228,5	54,4	59,3	23,4	33,7	4,8
3	189	400	218,4	225	218,1	65,0	60,0	72,0	10,4	2,1
4	349	100	239,4	222,8	227,2	14,6	24,6	36,3	18,8	4,4
5	111a	250	233,1	226	225,5	12,0	14,6	27,0	13,8	2,2
6	911	100	218,9	214,6	227,9	16,7	36,1	22,6	17,3	3,6
7	950	63	213,5	229,5	221	17,5	12,9	27,3	12,8	4,2
8	1087	160	224,6	234	225	41,0	31,0	59,0	24,6	2,7
9	695	100	216	230,8	209,5	32,0	27,0	11,0	19,0	5,8
10	997	250	222,3	231,2	225,6	43,0	21,0	14,0	26,2	2,3
11	508	100	230,3	238,8	227,5	48,0	41,0	49,0	7,5	2,9
12	109	160	229,3	226,4	235	71,5	53,7	57,0	16,4	2,2
13	111	100	228,4	220,7	221	44,0	55,0	53,0	10,1	2,3
14	22	400	237	253,7	241,2	56,0	35,0	48,0	18,4	4,1
15	147	160	224	216,6	219,3	9,2	15,7	27,0	15,5	2,0
16	284	400	239	219,4	224,7	253,0	290,0	259,0	34,4	5,2
17	666	63	223,5	232,2	228,5	18,9	7,9	15,5	9,8	2,2
18	442	63	230,9	225,6	220,4	8,8	11,8	20,6	10,6	2,7
19	247	160	237,1	231,3	221,8	80,8	99,6	106,3	22,9	3,9

Dastlabki tadqiqot natijalari asosida quvvat yo'qotishlarini hisoblash

Misol tariqasida, tok va kuchlanish nosimmetriyasi darajasi eng yuqori bo'lgan bitta uzatish liniyasi uchun o'lchov va hisob-kitoblarning natijalarini ko'rib chiqaylik. Eng xarakterli misol sifatida 2022-yil 23-iyuldan 24-iyulgacha 1087-sonli TP chiqishida o'tkazilgan o'lchovlar ma'lumotlari keltirilgan.

Past kuchlanishli elektr tarmoqlaridagi asosiy elektr energiyasi iste'molchilari maishiy yuklamalar hisoblanadi. Xonadonlardagi asosiy elektr iste'molchilari quyidagilardir: elektr isitgichlar (qishda), elektr pechlar, muzlatgichlar, konditsionerlar, kir yuvish mashinalari, dazmollar, yoritish moslamalari, televizor, qo'lda ishlaydigan elektr qurilmalar va boshqalar. 2022 yil 23-iyuldan 24-iyulgacha 1087-sonli TP chiqishidagi o'lchovlar natijasida olingan tok va yuklamaning notekkis taqsimlanishi natijasida neytral tarmoqda hosil bo'luvchi tokning qiymatlari 3-rasmda keltirilgan.



3-rasm. Nosimmetrik toklarga mos keluvchi neytral simdagi tokning kun davomidagi grafigi.

0,38 kV kuchlanishli tarmoqlardagi yo'qotishlar miqdorini aniqlashda, qo'llaniladigan hisoblash usulidan qat'iy nazar, hisob-kitoblardagi qiyinchilik tarmoqning turlari va uzunligi, har bir tarmoqqa ulangan quvvatning mavjudligi hisoblanadi.

Eksperimental hisoblarni amalga oshirish uchun biz berilgan tarmoq sxemasida iste'molchilar butun uzunlik bo'ylab bir xil kesimli sim bilan amalga oshirilishi shartini qabul qilib olamiz.

O'tkazgichning aktiv qarshiligini (11) ifodadan foydalanib hisoblaymiz.

$$R = r_0 \cdot l, \quad (11)$$

$R=0,524 \cdot 1,450=0,76$ Om, $R_A=R_B=R_C=R_N=0,76$ Om.

Tadqiqot davomida olingan 1087-sonli TP dagi toklarning fazalar kesimidagi o'rtacha qiymati quyidagiga teng: $I_A=46,3$ A; $I_B=37$ A; $I_C=64,7$ A.

Nosimmetrik yuklangan tarmoqdagi neytral simdagi tokning qiymatini o'lchangan har bir faza toklarini hisobga olgan holda (2) ifodaga qo'yib hisoblaymiz.

$$I_N = \sqrt{46,3^2 + 37^2 + 64,7^2 - 46,3 \cdot 37 - 37 \cdot 64,7 - 64,7 \cdot 46,3} = 24,42 \text{ A}$$

Nosimmetrik yuklangan tarmoqdagi quvvat yo'qotilishini (1) ifodadan foydalanib hisoblaymiz.

$$\Delta P_\Sigma = 0,76 \cdot (46,3^2 + 37^2 + 64,7^2 + 24,42^2) = 6,3 \text{ kVt}$$

$$6,3 \cdot 295 = 1858,5 \text{ so'm}$$

Nosimmetrik yuklangan tarmoqda bir soatda 6,3 kVt 1858,5 so'mlik quvvat yo'qotilishi aniqlandi.

$$6,3 \cdot 24 = 151,2 \text{ kVt} \cdot \text{soat}$$

$$151,2 \cdot 295 = 44604 \text{ so'm}$$

Nosimmetrik yuklangan tarmoqda bir kunda 151,2 kVt 44 604 so'mlik quvvat yo'qotilishi aniqlandi.

$$151,2 \cdot 365 = 55188 \text{ kVt}$$

$$55188 \cdot 295 = 16280460 \text{ so'm}$$

Nosimmetrik yuklangan tarmoqda bir yilda 55 188 kVt 16 280 460 so'mlik quvvat yo'qotilishi aniqlandi.

Tadqiqot davomida olingan 1087-sonli TP dagi kuchlanishlarning fazalar kesimidagi o'rtacha qiymati quyidagiga teng:

$$U_A=224,6 \text{ V}; U_B=234 \text{ V}; U_C=225 \text{ V}.$$

Kuchlanishlar nosimmetriyasining teskari ketma-ketlik koeffitsientini (7) va (10) ifodalar orqali hisoblaymiz.

$$\beta = \frac{U_A^4 + U_B^4 + U_C^4}{(U_A^2 + U_B^2 + U_C^2)^2} = \frac{224,6^4 + 234^4 + 225^4}{(224,6^2 + 234^2 + 225^2)^2} = 0,3338$$

$$K_{2U} = \sqrt{\frac{1 - \sqrt{3 - 6 \cdot \beta}}{1 + \sqrt{3 - 6 \cdot \beta}}} = \sqrt{\frac{1 - \sqrt{3 - 6 \cdot 0,3338}}{1 + \sqrt{3 - 6 \cdot 0,3338}}} = 2,71 \%$$

Past kuchlanishli elektr tarmoqlarida nominal quvvati 25 kVA dan 630 kVA gacha bo'lgan 6(10)/0,4 kVli uchburchak-yulduz nol, yulduz-yulduz nol ulanish guruhiga ega transformatorlar keng qo'llaniladi. Tadqiqot natijalarini hisob-kitob qilish uchun asosiy transformatorlarning asosiy texnik harakteristikalarini 2-jadvalda keltirilgan [10].

2-jadval

Transformatorlarning texnik harakteristikalarini

S_n , kVA	ΔP_{qt} , kVt	ΔP_{si} , kVt	U_{qt} , %	I_{si} , %	ΔQ_{si} , kVar	R_t , Om	X_t , Om
40	1,0	0,18	4,5	3	1,2	62,5	112,5
63	1,47	0,265	4,5	2,8	1,8	37	71,4
100	1,97	0,365	4,5	2,6	2,6	22,7	40,8
160	2,65	0,565	4,5	2,4	3,8	11,7	27,5
250	3,7	0,82	4,5	2,3	9,2	6,7	15,6
400	5,5	1,05	4,5	2,1	12	3,7	10,6
630	7,6	1,56	5,5	2	18,9	2,12	8,5

Nosimmetrik yuklangan transformatoridagi quvvat yo'qotilishini (6) ifodadan foydalanib hisoblaymiz.

$$\Delta P_{qo'sh.tr} = K_{2U}^2 \left(\Delta P_{s.i.} + \frac{\Delta P_{q.t.}}{u_{q.t.}^2} \right) = 2,71^2 \cdot \left(0,565 + \frac{2,65}{4,5^2} \right) = 5,14 \text{ kVt}$$

5,14·295=1516,3 so'm

Nosimmetrik yuklangan transformatorlarda bir soatda 5,14 kVt 1516,3 so'mlik quvvat yo'qotilishi aniqlandi.

5,14·24=123,36 kVt

123,6·295=36391,2 so'm

Nosimmetrik yuklangan transformatorlarda bir kunda 123,36 kVt 36 391,2 so'mlik quvvat yo'qotilishi aniqlandi.

123,36·365=45026,4 kVt

45026,4·295=13282788 so'm

Nosimmetrik yuklangan transformatorlarda bir yilda 45 026,4 kVt 13 282 788 so'mlik quvvat yo'qotilishi aniqlandi.

Tadqiqot davomida 1087-sonli TP tarmoqlarida 15 ta xonadon kirishida Smart faza tanlagich qurilmalarini qo'llab, toklar va kuchlanishlarning fazalar kesimidagi o'rtacha qiymati o'lchandi:

$I_A=48,6 \text{ A}$; $I_B=49 \text{ A}$; $I_C=50,4 \text{ A}$, $U_A=231 \text{ V}$; $U_B=227 \text{ V}$; $U_C=225 \text{ V}$.

Smart faza tanlagich qurilmasi uch fazali to'rt simli tarmoqdan bir fazali yuklamani ta'minlash uchun mo'ljallangan kommutatsion qurilma [11].

Kuchlanish nosimmetriyasining teskari ketma-ketlik koeffitsientini qiymati dastlabki $K_{2U}=2,78 \%$ qiymatdan $K_{2U}=1,6 \%$ ga kamaydi. Bu ko'rsatkich GOST talablariga to'liq javob beradi.

Simmetriyalangan tarmoqda bir yilda 55 188 kVt, transformatorlarda esa 14716,8 kVt quvvat yo'qotilishi mavjudligi aniqlandi.

Tarmoqda yuklamalar nosimmetriyaligini Smart faza tanlagich qurilmasini qo'llab, bartaraf etish orqali bir yil davomida quvvat yo'qotilishi tarmoqda 6570 kVtga, ya'ni 12 % ga, transformatorlarda 30309,6 kVtga, ya'ni 67 % ga tejab qolindi. Jami 1087-sonli TP da bir yil davomida quvvat yo'qotilishi umumiy yo'qotishlardan 36879,6 kVtga, ya'ni 37 % ga tejab qolindi.

Xulosa. Nosimmetrik yuklangan to'rt simli uch fazali elektr tarmog'idagi quvvat yo'qotishlarini hisoblashda simmetrik tashkil etuvchilar usulidan va tarmoqdagi quvvat yo'qotishlarini hisoblashda neytral tarmoqda hosil bo'layotkan tokning qiymatini hisobga olib aniqlash usullari keltirib o'tilgan.

Nosimmetrik yuklangan 1087-sonli TP da yuklamani simmetriyalash uchun 15 ta Smart faza tanlagich qurilmasini qo'llab, tarmoqda kuchlanishlar nosimmetriyasining teskari ketma-ketlik koeffitsienti 1,6 % ekanligi hisoblanib, tarmoqda va transformatorlarda bir yilda 14716,8 kVt quvvat yo'qotilishi kuzatilayotkanligi aniqlanib, umumiy quvvat yo'qotilishi bir yilda 36879,6 kVtga, ya'ni 37 % ga tejab qolindi.

Adabiyotlar

- [1]. Иванов, Д.Г. Влияние схем соединения трансформаторов 6-10/0,4 кВ на качество электрической энергии [Электронный ресурс] / Д.Г. Иванов, А.И. Кузьмичев, В.В. Андреев // Режим доступа :<http://www.cap.ru/home/125/vliyanie.htm>
- [2]. Дед, А.В. Способы расчета потерь активной мощности в силовых трансформаторах при несимметрии токов и напряжений // Международный научно-исследовательский журнал. – Екатеринбург. – 2014. № 10-2 (29). – С. 16-17.
- [3]. Беляков В.Е., Егоров Е.А., Данильченко Л.Р. Моделирование системы электроснабжения плавильного цеха ОАО «Релеро» в Matlab // Евразийский Союз Ученых. 2015. №10-2 (19).
- [4]. URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-sistemy-elektrosnabzheniya-plavilnogo-tseha-oao-relero-v-matlab>
- [5]. Антонов, А. И. Регулирование значений коэффициентов несимметрии напряжения по обратной последовательности с помощью межфазных переменных сопротивлений / А. И. Антонов, Е. Ю. Зозуля, Д. Ю. Руди // В сборнике: Инновационные технологии в науке и образовании сборник статей победителей IV Международной научно-практической конференции: в 3 ч. 2017. С. 94–101
- [6]. Идельчик, В.И. Электрические системы и сети: Учебник для вузов / В.И. Идельчик – М.: Энергоатомиздат –1989. – 592 с.

- [7]. ГОСТ 32144-2013. Межгосударственный стандарт. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Взамен ГОСТ 13109-97; введен. 2014-07-01. – М.: Стандартинформ, 2014. – 20 с.
- [8]. Васьков В. В., Саковец П. Д., Зубрицкий Н. В. Измерение напряжения с использованием делителей. Актуальные проблемы энергетики 2018. 457-460 с
- [9]. Патент UZ FAP № 01166. Устройство для регистрации дополнительных потерь электроэнергии при несимметрии нагрузок в низковольтных электрических сетях. /Аллаев К.Р., Шаисматов С.Э., Холиддинов И.Х./ Расмий ахборотнома. –2016, – № 12. – С. 36.
- [10]. Eraliyev X.A., Eraliyev A.X. Smart faza tanlagich qurilmasidan foydalanish samaradorligi. Mashinasozlik ilmiy-texnik jurnali. ISSN2181-1539, №2 2023 yil. 102-109 b.
- [11]. Грунин, В.К. Оборудование и электротехнические устройства систем электроснабжения: Справочник / В.К. Грунин; под общ. ред. В.Л. Вязигина, В.Н. Горюнова, В.К. Грунина (гл. ред.) и др./ Омск: Редакция «Омский научный вестник» – 2007. – 232 с.

УДК 004.85

ЁНГИН ВА ФАВҚУЛОДДА ВАЗИЯТЛАРНИ МАШИНАЛИ ЎҚИТИШ (MACHINE LEARNING) УСУЛЛАРИ ЁРДАМИДА БОШҚАРИШ

О.З. Қорабошев

*Рақамли технологиялар ва сунъий интеллектни ривожлантириш илмий-тадқиқот институти,
koraboshevoybek@gmail.com
(Қабул қилинди 7.09.2023 й.)*

Ёнгин ва фавқулодда вазиятларни бошқариш тез ва самарали қарор қабул қилишни талаб қиладиган муҳим вазифадир. Машинали ўқитиш усуллари бу жараёнда катта ҳажмдаги маълумотларни таҳлил қилиш ва фавқулодда вазиятларга жавоб бериш стратегияларини хабардор қилиш учун ишлатилиши мумкин бўлган ахборотларни тақдим этиш орқали ёрдам бериши мумкин. Фавқулодда вазиятларни бошқаришда машинали ўқитишдан фойдаланишнинг бир усули бу, башоратли моделлаштиришдир. Ёнгинлар ва фавқулодда вазиятлар бўйича тарихий маълумотларни таҳлил қилиш орқали машинали ўқитиш алгоритмлари тимсолларни аниқлаш ва келажакдаги ҳодисалар қачон ва қаерда содир бўлиши ҳақида башорат қилишлари мумкин. Кейинчалик бу маълумотлар ресурсларни янада самаралироқ тақсимлаш ва фавқулодда вазиятларга тезроқ жавоб бериш учун ишлатилиши мумкин. Ушбу мақолада реал вақтда маълумотларни таҳлил қилишда машинали ўқитиш усуллари фойдали бўлиши мумкин бўлган бошқа соҳа сифатида муҳокама қилинган. Машинали ўқитиш алгоритмлари кейинчалик ушбу маълумотларни таҳлил қилиш ва фавқулодда вазиятларга жавоб берувчиларни реал вақт режимида потенциал хавфлар ҳақида огоҳлантириши мумкин, бу уларга ёнгин ёки бошқа фавқулодда вазиятлар содир бўлишидан олдин турли чораларни кўриш имконини беради.

Таянч сўзлар: машинали ўқитиш, рекуррент нейрон тармоқлари, сунъий нейрон тармоқлари, чуқур ўқитиш, векторни қўллаб-қувватлаш, SVR алгоритми, ўқитувчи ўқитиш, ўқитувчисиз ўқитиш, қарорлар дарахтлари, тасодифий ўрмон, тренингни танлаш, башорат қилиш, онтологик моделлар, таниб олиш.

Управление пожарами и чрезвычайными ситуациями является важной задачей, требующей быстрого и эффективного принятия решений. Методы машинного обучения могут помочь в этом процессе, анализируя большие объемы данных и предоставляя информацию, которую можно использовать для обоснования стратегий реагирования на чрезвычайные ситуации. Одним из способов использования машинного обучения в управлении чрезвычайными ситуациями является прогнозное моделирование. Анализируя исторические данные о пожарах и чрезвычайных ситуациях, алгоритмы машинного обучения могут выявлять закономерности и делать прогнозы о том, когда и где вероятны будущие инциденты. Затем эту информацию можно использовать для более эффективного распределения ресурсов и более быстрого реагирования на чрезвычайные ситуации. В этой статье анализ данных в реальном времени рассматривается как еще одна область, в которой может быть полезно машинное обучение. Затем алгоритмы машинного обучения могут анализировать эти данные и предупреждать аварийно-спасательных служб о потенциальных

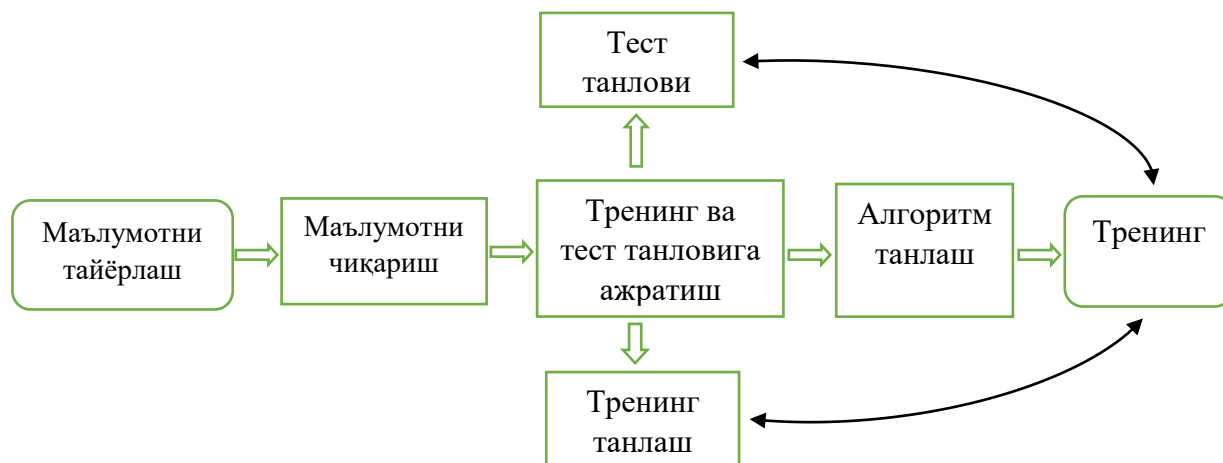
опасностях в режиме реального времени, позволяя им принять меры до того, как возникнет пожар или другая чрезвычайная ситуация.

Ключевые слова: машинное обучение, рекуррентные нейронные сети, искусственные нейронные сети, глубокое обучение, машина опорных векторов, алгоритм SVR, обучение с учителем, обучение без учителя, деревья решений, случайный лес, обучающий выбор, прогнозирование, онтологические модели, распознавание.

Managing fire and emergency situations is a critical task that requires quick and efficient decision-making. Machine learning methods can aid in this process by analyzing large amounts of data and providing insights that can be used to inform emergency response strategies. One way in which machine learning can be used in emergency management is through predictive modeling. By analyzing historical data on fires and emergencies, machine learning algorithms can identify patterns and make predictions about when and where future incidents are likely to occur. This information can then be used to allocate resources more effectively and respond to emergencies more quickly. This article discusses real-time data analysis as another area where machine learning can be useful. Machine learning algorithms can then analyze this data and alert emergency responders to potential hazards in real time, allowing them to take action before a fire or other emergency occurs.

Keywords: Machine learning, Recurrent Neural Networks, Artificial neural networks, Deep learning, Support vector machine, SVR algorithm, Supervised Learning, Unsupervised Learning, Decision Trees, Random forest, Training selection, prediction, ontological models, recognition.

Ёнғин ва фавқулодда вазиятларни бошқариш, одамлар ҳаёти ва мулк хавфсизлигини таъминлаш учун ўз вақтида ва самарали қарорлар қабул қилишни талаб қиладиган муҳим вазифа ҳисобланади. Шу кунгача, бу чекланган маълумотларга асосланган тезкор қарорлар қабул қилиш талаб қилинадиган фавқулодда ёрдам ходимлари учун қийин вазифа бўлиб келган. Бироқ, машинали ўқитиш (machine learning) усулларининг ривожланиши билан ёнғин ва фавқулодда вазиятларни бошқариш янада самарали бўлади. Машинали ўқитиш алгоритмлари катта ҳажмдаги маълумотларни (Big DATA) таҳлил қилиши, тимсолларни аниқлаши ва фавқулодда вазиятларни бошқаришда ёрдам берадиган башоратларни амалга ошириши мумкин. Шу нуқтаи назардан, машинали ўқитиш фавқулодда вазиятларни бошқариш усулини ривожлантириш потенциалига ҳам эга бўлади. Ушбу мақолада машинали ўқитишни ёнғин ва фавқулодда вазиятларни бошқаришда қўллашнинг турли усуллари ўрганилган, бу усулларнинг афзалликлари ва потенциал қийинчиликлари атрофича таҳлил қилинган. Ушбу олиб борилаётган тадқиқотнинг мақсади техноген хусусиятли фавқулодда вазиятларда ҳаракат қилиш босқичини такомиллаштиришдан иборат. Мақсадга эришиш учун онтологияга асосланган техноген фавқулодда вазиятларга жавоб беришда бошқарувни қўллаб-қувватлаш тизимини ишлаб чиқиш ва уларда прецедентни излаш вазифаси қўйилди. Фавқулодда вазиятларга жавоб бериш турли вазиятларни бошқариш марказининг тезкор хизмати томонидан ушбу ҳолат ҳақида хабар олиш билан бошланади. Қабул қилинган маълумотларни қайта ишлаш ва тасдиқлашдан сўнг, қарор қабул қилувчи меъёрий ҳужжатлар ва бошқарув тажрибаси асосида фавқулодда вазиятларни бартараф этиш учун зарур бўлган асбоб-ускуналар ва одамлар сонини белгилайди. Жавоб бериш вақтини қисқартириш ва самарадорликни ошириш учун жавоб бериш воситалари (ресурслар) миқдорини аниқлаш учун бошқарув қарорларини қўллаб-қувватлаш тизимини ишлаб чиқиш таклиф этилади. Тизимнинг ўзига хос жиҳати шундаки, у иккита ёндашувга асосланади, улардан бири онтологик, иккинчиси эса машинали ўқитиш усулларидан фойдаланган ҳолда математик таснифлаш алгоритмлари асосида фавқулодда вазиятларни тартиблаш билан боғлиқ. Биринчи ёндашув доирасида куйидагилар ишлаб чиқилган: фавқулодда техноген вазиятларга жавоб беришнинг онтологик моделлари, прецедентларни қидириш алгоритми. Фавқулодда вазиятлар учун онтологик билимлар базаси ишлаб чиқилган бўлиб, у онтологик моделларни ва мавзу соҳаси билимларини ўз ичига олади. Иккинчи ёндашув техноген фавқулодда вазиятлар учун даражаларни белгилашни ва ҳар бир даражага қараб куч ва воситалар сонини аниқлашни назарда тутади [1, 2].



1-расм. Машинали ўқитиш процедурасининг тартиби.

1- расмда машинали ўқитиш жараёни кўрсатиб ўтилган бўлиб, тестни танлаш, тренингни танлаш, маълумотларни тайёрлаш, алгоритмни танлаш каби ҳаракатларнинг боғланишини тавсифлайди.

Ҳозирги пайтда машинали ўқитиш тизимларида кўплаб усуллар қўлланилади. Қуйида энг кенг тарқалган усуллардан баъзилари келтириб ўтилган:

1. Ўқитувчи билан ўқитиш: бу усулда машина турли белгили маълумотлардан фойдаланган ҳолда ўқитилади. Кириш маълумотлари ва уларнинг тегишли чиқиш маълумотлари машинага тақдим этилади ва у янги кириш маълумотлари учун чиқишни тахмин қилишни ўрганади.

2. Ўқитувчисиз ўқитиш: бу усулда машина турли белгисиз маълумотлар асосида ўқитилади. Машина маълумотлардаги тимсоллар ва тузилмаларни ҳеч қандай олдиндан белгиланган чиқиш маълумотларисиз топишни ўрганади.

3. Ўқитишни мустаҳкамлаш: ушбу усулда машина натижа сигналини максимал даражада ошириш учун ҳаракатларни амалга оширишни ўрганади. Машина атроф-муҳит билан ўзаро таъсир доирасида бўлади ва синовлар ва хатоликлар орқали ўрганади.

4. Чуқур ўрганиш (Deep Learning): бу усул маълумотлардаги мураккаб тимсолларни ўқитиш учун бир нечта қатламли сунъий нейрон тармоқлардан фойдаланадиган машинани ўқитишнинг кичик тўпламидир.

5. Конволюцион нейрон тармоқлари (CNN): бу усул чуқур ўрганиш нейрон тармоғининг бир тури бўлиб, одатда, тасвир ва видео маълумотларини аниқлаш учун ишлатилади. Кириш тасвирларидаги хусусиятларни ўқитиш учун конволюцион қатламлардан фойдаланади.

6. Такрорий нейрон тармоқлари (RNN): бу усул матн ёки нутқ каби кетма-кет маълумотлар учун кенг тарқалган усул бўлиб, фойдаланиладиган чуқур ўқитиш нейрон тармоғининг яна бир тури ҳисобланади. У олдинги киритилган маълумотларни эслаб қолиш ва улардан ўқитиш қобилиятига эга бўлади.

7. Қарорлар дарахти: бу усул ўқитувчили ўқитиш алгоритмининг яна бир тури бўлиб, у маълум бир атрибут қиймати асосида маълумотларни рекурсив равишда кичикрок бўлақларга бўлиш орқали қарор қабул қилади.

8. Тасодикий ўрмон: бу усул башорат қилиш учун бир нечта қарор дарахтларидан фойдаланадиган ансамбл ўқитиш усули бўлиб, у башоратларнинг аниқлигини ошириш учун индивидуал қарор дарахтларининг натижаларини бирлаштиради.

9. Векторли машиналарни қўллаб-қувватлаш (SVM): бу усул таснифлаш ва регрессия таҳлили учун фойдаланиладиган ўқитувчили ўқитиш алгоритмидир. У синфлар орасидаги чегарани максимал даражага кўтариш орқали энг яхши чегарани излаб топади.

Ушбу усуллар машинали ўқитиш тизимларида қўлланиладиган қўлаб ва машинали ўқитиш соҳалари ривожланиб борар экан, мутахассилар томонидан янги, замонавий усуллар доимий равишда ишлаб чиқилмоқда [3].

Ёнғинлар, одатда, ёниш майдони билан тавсифланади. Ёнғин майдони материалнинг (модданинг) юзасида олов тарқалишининг чизиқли тезлиги ва фигурали, геометрик тарқалиши билан тавсифланади. Ёнғин майдонининг ўлчамини аниқлаш учун R_g , интеграл боғлиқликлар қўлланилади, бунда вақт ўтиши билан интеграл қиймат майдоннинг ўсиш тезлиги бўлиб, чизиқли олов тарқалиш тезлиги w_s га боғлиқ бўлади:

$$R_g = \int_0^t V_{R_g}(V_k(t), x_1, \dots, x_n) dt \quad (1)$$

бу ерда, V_{R_g} - ёнғин майдонининг ўсиш тезлиги, м/мин;

V_k – олов тарқалишининг чизиқли тезлиги, м/мин;

$x_i, i = \overline{1, n}$ - ёнғин турига қараб ёнғин майдонининг ўсиш тезлигини белгилайдиган бошқа параметрлар;

t - ёнғин бошланишидан бошлаб олинган вақт, мин.

Хонада ёнишнинг бошланғич босқичида, ёниш майдони хонанинг майдонидан кичикроқ бўлса, доимий олд қисмига эга бўлган тўртбурчаклар ёнғин билан ёнғин майдонининг ўсиш тезлиги $V_{R_g} = n * a * V_k$, ифода (1) қуйидаги шаклни олади:

$$R_t = \int_0^t V_{R_t}(V_k(t), a, n) dt = \int_0^t n * a * V_k(t) dt \quad (2)$$

бу ерда, a - ёнғиннинг олд қисмини ўлчами, м;

V_k – олов тарқалишининг чизиқли тезлиги, м/мин;

n - горизонтал ёнғин ривожланишининг йўналишлари сони.

Худди шу шароитда, доимий фронт билан ёнаётганда, бир йўналишда ($n=1$) олов ривожланиши ва олов тарқалишининг доимий чизиқли тезлиги $V_k = const$ билан (1) ифода қуйидаги шаклни олади:

$$R_t = \int_0^t V_{R_t}(V_k, t) dt = \int_0^t n * a * V_k dt \quad (3)$$

бу ерда, a - ёнғиннинг олд қисмини ўлчами, м;

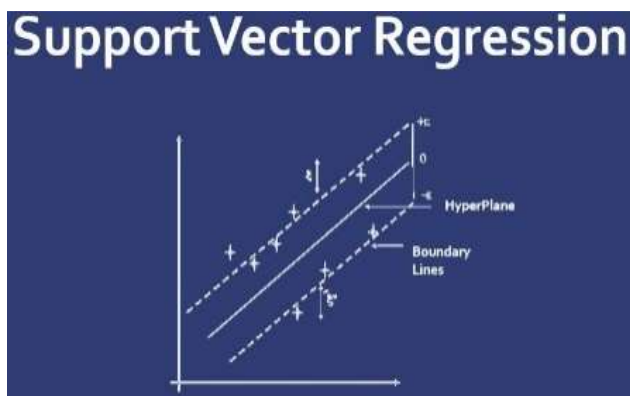
V_k - олов тарқалишининг чизиқли тезлиги, м/мин;

t - ёнғин бошланишидан бошлаб олинган вақт, мин.

Доимий олд томони бўлган оловнинг юмалоқ шакли билан, ёнғин майдонининг ўсиш тезлиги $V_{R_g} = \pi * V_k^2 * t^2$, ифода (1) қуйидаги шаклни олади:

$$R_t = \int_0^t V_{R_t}(V_k, t) dt = \int_0^t \pi * a * V_k^2 t^2 dt \quad (4)$$

бу ерда ҳам V_k - олов тарқалишининг чизиқли тезлиги, м/мин [4, 5].



Шундай қилиб, ёнғин маълумотларини башоратлаш учун SVR алгоритмидан фойдаланамиз. Векторли регрессияни қўллаб-қувватлаш алгоритми (SVR)- бу дискрет қийматларни башорат қилиш учун ишлатиладиган ўқитувчи ўқитиш алгоритмидир. SVR алгоритмининг асосий илмий ғояси, энг яхши мос келадиган вектор чизиқни топишдан иборат. SVR алгоритмида энг яхши мос келадиган чизиқ максимал нукталар сонига эга бўлган гиперпландир.

1-жадвалда ёнғиннинг кириш маълумотлари келтириб ўтилган бўлиб, унда 3 та ёнғин параметрлари, газ миқдори, кислород миқдори ва ҳароратнинг қийматлари берилган.

Газ миқдори	Кислород миқдори	Ҳарорат
0.8	0.2	500
0.6	0.3	550
0.7	0.1	600
0.9	0.4	450
0.5	0.2	400
0.3	0.5	650
0.2	0.4	700
0.4	0.6	350
0.1	0.3	450
0.7	0.8	600

1-жадвалда, ёнғиннинг кириш маълумотлар жадвалига ёнғинга олиб келадиган параметрларнинг қийматлари киритилди ва SVR алгоритмидан фойдаланиб, уч босқичли башорат амалга оширилди [6, 7, 8].

№	Ёнғин маълумотлари	Маълумотлар										Башоратлаш маълумотлари		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Газ миқдори	0.6	0.7	0.9	0.5	0.3	0.2	0.4	0.1	0.7	0.8	0.42	0.4	0.38
2	Кислород миқдори	0.3	0.1	0.4	0.2	0.5	0.4	0.6	0.3	0.8	0.2	0.45	0.466667	0.483334
3	Ҳарорат	550	600	450	400	650	700	350	450	600	500	494.566	489.033	483.5

Мақолада ёнғинни олдини олиш учун зарур бўлган турли воситаларни аниқлаш нуктаи назаридан техноген хусусиятли фавқулдда вазиятларда бошқарув чораларини қабул қилишни қўллаб-қувватлаш тизимини ишлаб чиқиш тартиби келтирилган ҳамда тизимнинг асосий таркибий элементлари тасвирланган. Кейинги тадқиқотлар доирасида фавқулдда вазиятларни машинали ўқитиш алгоритмлари асосида таснифлаш ва олинган маълумотларни тартиблаш режалаштирилган. Шу билан бирга, таклиф этилаётган ёндашувлар асосида

фавкулодда вазиятларда тезкор ҳаракат қилишда зарурий ресурсларни аниқлаш учун махсус аппарат-дастурий мажмуа ишлаб чиқиш режалаштирилмоқда. Бу ҳолатларда турли хил ёнғинлар, табиий офатлар, жумладан, сув тошқини, зилзилалар, тўфонлар, бўронлар, кўчкилар учун турли хил машинали ўқитиш ва чуқур ўқитиш усуллари қўлланилади. Олиб борилаётган тадқиқотларда хорижий мамлакатларда олиб борилаётган ёнғин, офат ва хавфларни башорат қилиш, хавф ва заифликларни баҳолаш, офатларни олдиндан аниқлаш, эрта огоҳлантириш тизимлари, ёнғин мониторинги, зарарни баҳолаш ва офатдан кейинги ҳаракатлар, амалий тадқиқотлар ва иловалар атрофлича кўриб чиқилди ҳамда таҳлил қилинди. Келажакдаги тадқиқотлар фалокатлардан кейинги тикланиш операциялари самарадорлигини ошириш учун машинали ўқитиш ва чуқур ўқитиш усулларида фойдаланишга қаратилиши керак бўлади. Албатта табиий офатлардан кейинги тикланиш операциялари барқарор бўлиши керак; шунинг учун ҳам олиб борилаётган илмий тадқиқотлар, фавкулодда вазиятларни олдини олиш чораларини кучайтириш, зарарларни минимallashtiriш ва муҳим инфратузилманинг чидамлилигини баҳолаш учун юқоридаги замонавий усуллардан фойдаланишга эътибор қаратиши керак бўлади.

Адабиётлар

- [1]. Ш.К.Кадиев, Р.Ш.Хабибулин. Поддержка управления при реагировании на техногенные ЧС на основе онтологического подхода и машинного обучения. Материалы 15-й мультikonференции по проблемам управления, 2022 с. 167-169.
- [2]. Хабибулин Р.Ш., Кадиев Ш.К. Онтологический подход к выявлению проблем в области аварийного реагирования. Проблемы управления безопасностью сложных систем: материалы XXIX. 2021, с. 448.
- [3]. Sun, W.; Bocchini, P.; Davison, B.D. Applications of Artificial Intelligence for Disaster Management. Nat. Haz. 2020, 103, 2631–2689.
- [4]. Drakaki, M.; Gören, H.G.; Tzionas, P. An intelligent multi-agent based decision support system for refugee settlement siting. Int. Disaster. Risk Reduct. 2018, 31, 576–588.
- [5]. Lyudmila V. Massel, Olga M. Gerget, Aleksei G. Massel, Timur G. Mamedov. The use of machine learning in situational management in relation to the tasks of the power industry // EPJ Web of Conferences 217, 01010 (2019). <https://doi.org/10.1051/epjconf/201921701010>.
- [6]. Almanac "Artificial Intelligence". Analytical collection No.2. September 2019 MIPT. Center of the National Technology Initiative based on the Moscow Institute of Physics and Technology in the field of "Artificial Intelligence", Moscow, 2019.
- [7]. Гудин, С.В. Проблемы управления пожарным риском на территории объектов нефтепереработки с использованием современных программных продуктов / С.В. Гудин, Р.Ш. Хабибулин, Д.Н. Рубцов // Пожаровзрывобезопасность. - 2015. - № 12 (24). - С. 40-45.
- [8]. Кадиев Ш.К., Хабибулин Р.Ш., Годлевский П.П., Семиков В.Л. Обзор исследований в области классификации для машинного обучения при разработке интеллектуальных систем поддержки принятия управленческих решений. Технологии техносферной безопасности - 2020. - Issue. 3 (89). - S. 20-29. DOI: 10.25257/TTS.2020.3.89.20-29.

KO‘P QUTBLI MAGNITOELEKTRIK GENERATORLARNI MODELLASHTIRISH

G‘.N. Uzoqov¹, A.B. Safarov², Z.E. Qo‘ziyev²

¹Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, ²Buxoro muhandislik-texnologiya instituti
zafarbek119978@mail.ru, tel: 99 387 57 56
(Qabul qilindi 8.08.2023 y.)

Annotatsiya. Maqolada jahonda magnitoelektrik generatorlar ishlab chiqish bo'yicha olib borilgan ilmiy ishlar tahlili keltirilgan. Ushbu tahlillar asosida magnitoelektrik generatorning takomillashtirilgan nusxasining modeli qurildi. Natijada, uning elektromagnit quvvati 20% miqdorida oshganligi aniqlandi.

Kalit so'zlar: magnitoelektrik generator, yakor, induktor, chulg'am, qutb, elektromagnit quvvat, aylanish tezligi, foydali ish koeffisienti, modellashtirish.

Аннотация. В статье приведен анализ научных работ по разработке магнитоэлектрических генераторов в мире. На основе этих анализов построена модель копии усовершенствованного магнитоэлектрического генератора. В результате, установлено что его мощность

повышается на 20 %.

Ключевые слова: магнитоэлектрический генератор, якорь, индуктор, обмотка, полюс, скорость вращения, коэффициент полезного действия, моделирование.

Abstract. The article presents an analysis of scientific works on the development of magnetoelectric generators in the world. Based on these analyses, a model of a copy of an improved magnetoelectric generator was built. As a result, it was found that its power increased by 20%.

Keywords: magnetoelectric generator, stator, rotor, winding, pole, rotation speed, efficiency coefficient, modeling.

Ma'lumki, gidrogeneratorlar gidroelektr staansiya (GES) larda turbinalar aylanishidan hosil bo'ladigan mexanik energiyani elektr energiyaga aylantirib beruvchi elektromexanik qurilma hisoblanadi. Odatda gidrogenerator sifatida ayon qutbli sinxron generatorlar ishlatiladi. Generatorning rotori turbina suv g'ildiragining valiga biriktiriladi. Gidrogeneratorning konstruksiyasi turbina rotor o'qining holati, aylanish chastotasi va quvvatiga asoslanib aniqlanadi. Ko'p hollarda, sekin yurar (rotor aylanish tezligi 100 ayl/min gacha) generatorlar vertikal o'qli, tez yurar (rotor aylanish tezligi 100 ayl/min dan yuqori) generatorlar esa gorizontal o'qli shaklda tayyorlanadi [1]. So'nggi yillarda elektr stansiyalarda generatorlarning quyidagi turlaridan foydalanilmoqda [2]:

- Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron generatorlar;
- Elektromagnit qo'zg'atishli sinxron generatorlar;
- Induktorli generatorlar;
- Magnitoelektrik sinxron generatorlar (tez yurar generatorlar multiplikator bilan ishlab chiqariladi, sekin yurar generatorlar esa to'g'ridan to'g'ri turbinaga ulanadi).

Gidroenergetik qurilmalarda foydalaniladigan kichik aylanish tezligiga ega bo'lgan magnitoelektrik elektr generatorlar ustida olib borilgan ilmiy tadqiqotlarni tahlil qilamiz:

A.A. Tatevosyan doktorlik dissertatsiyasida [3] qayta tiklanuvchi energiya manbalari asosida ishlaydigan sekin yurar magnitoelektrik sinxron generatorni loyihalash va ishlab chiqish to'g'risida ma'lumot beradi. Ushbu magnitoelektrik sinxron generatorning nominal quvvati 500 kVA, induktorning aylanish tezligi 500 ayl/min va chulg'amlardagi kuchlanish 220 V da ishlashga mo'ljallangan bo'lib, oqim yo'nalishiga perpendikulyar joylashtiriladi. Turbina to'g'ridan-to'g'ri generatorga ulangan. Generatorning asosiy kamchiligi konstruksiyaning murakkabligi hisoblanadi.

T.V. Chestyunina nomzodlik dissertatsiyasida [4] magnit o'zagining tishi bo'lingan ko'p qutbli magnitoelektrik sinxron generatorni ishlab chiqqanligi to'g'risida ma'lumot beradi. Ushbu generatorda yuqori garmonikalarni kamaytirish maqsadida magnit o'zakning tishi bo'lingan holatdagi konstruksiya ishlatilgan. Generatorning asosiy kamchiliklari: stator magnit o'zagini tayyorlanishi murakkab va suv oqimi kuchsiz bo'lganda ishlash samaradorligi past.

A.Yu. Veliko-Ivanenko, S.M. Esakov va M.S. Esakovlar 2011 yilda ("Magnitoelektrik generator"ga patent [5] olgan) mikro gidroenergetik qurilmalarda foydalanish imkoni bo'lgan past tezlikli elektr generatorni taqdim etdi. Taqdim etilgan konstruksiyada rotor doimiy magnitlardan, stator esa halqaviy chulg'amlar joylashtirilgan ikki parallel plastinkalardan tashkil topgan. Buning natijasida foydali ish koeffisienti (f.i.k.) oshgan va ishga tushirish momenti kamaygan. Ushbu generatorning kamchiligi konstruksiyasi murakkab va ko'p materiallardan foydalanilganligidir. Bu esa konstruksiya tannarxining oshishiga olib keladi.

A.V. Jak va A.V. Amitov, "Magnitoelektrik generator" ga 2016 yilda olgan patentida [6] elektrotexnika sohasida foydalaniladigan sekin aylanuvchan elektr generatorni taklif qilgan. Bu generatorda konstruksiya soddalashtirilgan va ishonchlilik oshirilgan. Uning korpusini butun sirti bo'ylab stator chulg'amlari va markazda doimiy magnitlar joylashtirilgan. Bu esa generatorning amortizatsion xarajatlarini oshiradi va ishlash samaradorligini pasaytiradi.

I.F. Zaynulin 2020 yilda magnitoelektrik generatorga patent [7] olgan. Uning generatorining elektr qismi valga biriktirilgan N ta parallel doimiy magnitli rotor va N+1 ta parallel chulg'amli statorlardan iborat. Bu generator parallel disklar biriktiriluvchi val, magnit bo'lmagan materialdan

tayyorlangan parallel disklar, doimiy magnitlar, rotorning aylanuvchi o'qi, magnit bo'lmagan materialdan tayyorlangan statorning parallel plastinalar, o'zaklar, yumshoq magnit materialdan tayyorlangan halqasimon o'zaklar, pazlar va chulg'amlardan iborat.

Ushbu ma'lum generator A.V. Jak va A.V. Amitovlar taklif qilgan generatorga nisbatan f.i.k. oshirilgan, ekspluatatsion xarakteristikalar yaxshilangan, ishga tushirish momenti va ishlash jarayonidagi shovqin darajasi pasaytirilgan. Generatorning kamchiliklari konstruksiyasining murakkabligi va ishlab chiqaradigan elektr energiyasi ishonchligi pastligi sanaladi. Generatorning konstruksiyasida rotor va statorni bir-biriga nisbatan teskari aylantirish orqali foydali ish koeffitsientini oshirishimiz mumkin.

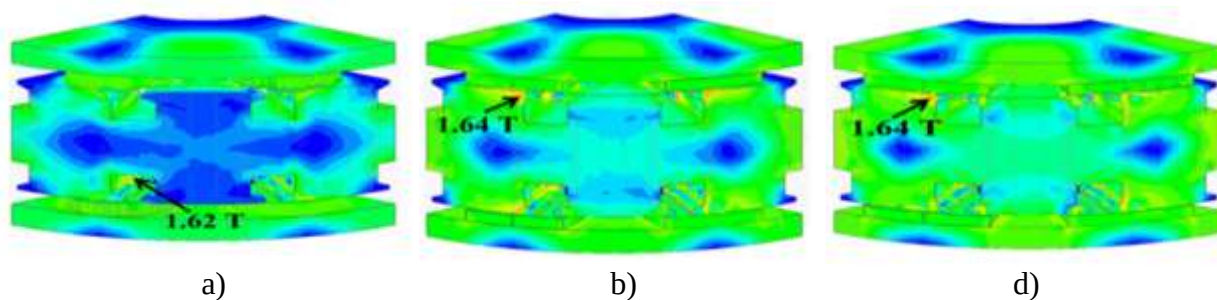
V.A. Zukkel ("Magnitoelektrik generator"ga patent [8] olgan) avtonom iste'molchilar uchun mo'ljallangan doimiy magnitli elektr generatorni taqdim etdi. U avtonom elektr energiya manbasi, korpus, o'zgarmas tok elektr motori, val, podshipnik, magnit ekranlar, doimiy magnit asosi, doimiy magnit, generatorning chulg'amlari, chulg'am o'zagi, generator qopqoqlaridan iborat bo'lib, unda boshqa generatorlardan farqli magnit oqimni rostlovchi qurilma ham mavjud. Bularning natijasida generatorda yuqori energetik samaradorlik ta'minlangan. Bu konstruksiyaning asosiy kamchiligi qimmatligi hisoblanadi.

V. Di Dio va boshqalar tadqiqot ishlarida [9] Italiya davlatining past bosimli suv oqimlarida ishlovchi solishtirma quvvati 100 Vt/sm^3 , aylanish tezligi 1000 ayl/min va kuchlanishi 25 V bo'lgan juda kichik quvvatli gidroenergetik qurilmalarda qo'llanishga mo'ljallangan bir va uch fazali magnitoelektrik generator (axial flow flux permanent magnet synchronous generator, (AFPMSG)) ni taklif qilgan. Ansys Maxwell dasturida modellash tirish asosida uni energetik qurilmalarida foydalanish imkoniyatlari baholangan.

X. Gor va E. Kurtlar ilmiy tadqiqot ishlarida [10] 1000 ayl/min aylanma tezlikka ega 250 Vt quvvatli yangi turdagi aksial va radial uch fazali magnitoelektrik generatorning konstruksiyasi ishlab chiqilgan. Tajriba va modellash tirish natijasida generatorning garmonik tashkil etuvchilari tahlil qilingan hamda yo'qotishlar aniqlangan.

Ushbu tadqiqotdan maqsad kichik quvvatli energetik qurilmalar uchun samarador magnitoelektrik generator ishlab chiqishdir.

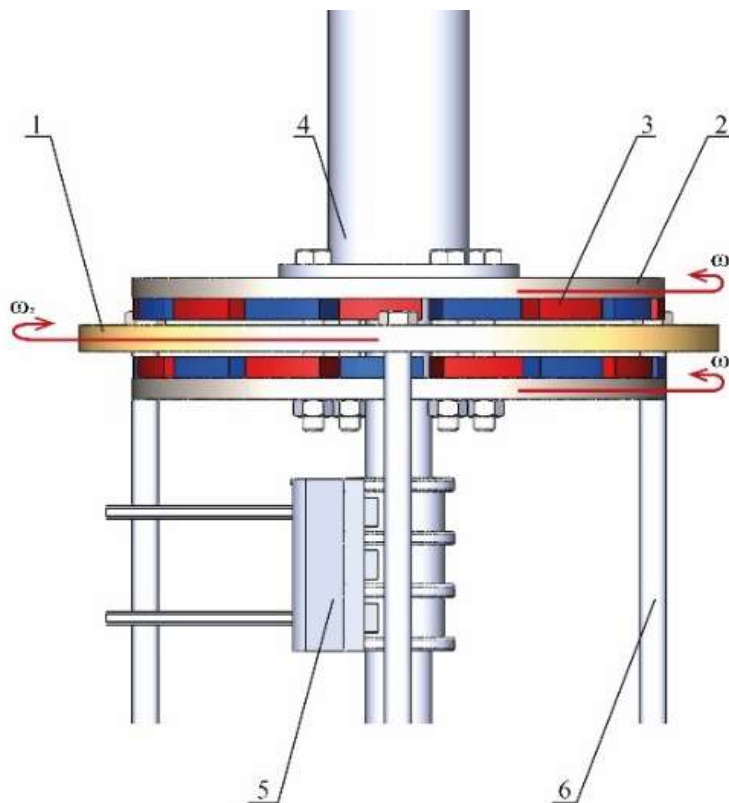
Ketut Virtayasa va Chun-Yu Syaolar olib borgan ilmiy tadqiqot ishlarida kuchsiz shamol oqimlarida ishlaydigan shamol energetik va past bosimli suv oqimlariga moslashtirilgan mikro GES qurilmalari uchun kichik aylanish tezligiga ega doimiy magnitlardan tashkil topgan turli konstruksiyaga ega aksial generatorlardan foydalanish imkoniyatlari tahlil qilgan. Olimning 2021 yilda yozilgan ilmiy ishida [11] uch turdagi aksial generatorlarni matematik modellash tirish metodlari keltirilgan va baholangan. Bu generatorlarning Ansys Makswell dasturida matematik modeli simulyasiya qilingan (1-rasm). Quvvati 300 Vt bo'lgan generatorning foydali ish koeffitsienti doimiy magnit to'rtburchak shaklda bo'lganda $90,42 \%$, doirasimon bo'lganda $90,96 \%$ va trapetsiya shaklida bo'lganda esa $91,07 \%$ ga teng bo'lgan.



1-rasm. To'rtburchak (a), doira (b) va trapetsiya (v) shaklidagi doimiy magnitli turli konstruksiyalarga ega aksial generatorlarning Ansys Makswell dasturida ishlab chiqilgan loyihalari.

Yuqorida tahlil qilingan ilmiy-tadqiqotlar natijalariga asoslanib, ko'p qutbli magnitoelektrik elektr generatorlarning asosiy kamchiligi tannarxining qimmatligi, past bosimli suv oqimlarida

ishlash samaradorligi pastligi va qo'llanilishdagi noqulayliklarga ega ekanligidadir. Shunga asosan, o'zgaruvchan va past bosimli suv oqimlarida samarali ishlaydigan ko'p qutbli magnitoelektrik elektr generatorning takomillashtirilgan nusxasini ishlab chiqish va joriy etish hozirgi kunda muhim ahamiyat kasb etadi.



2-rasm. Takomillashtirilgan elektr generatorning tashqi ko'rinishi.

Past bosimli suv oqimlari mavjud bo'lgan hududlarda qo'llanishi ko'zda tutilayotgan gidroelektr stansiyalari uchun kichik aylanish tezligiga ega bo'lgan elektr generatorlardan foydalanish qurilmalarning ishlash samaradorligini va ishonchliligini oshiradi.

2-rasmda mikro gidroelektr stansiya uchun induktor va yakori bir-biriga nisbatan teskari aylanadigan ko'p qutbli takomillashtirilgan elektr generator umumiy ko'rinishi keltirilgan. U 1-yakor; 2-induktor; 3- doimiy magnitlar; 4-flansli biriktirma; 5-cho'tka-kollektor va 6-vtulkalardan iborat. Ushbu generator kichik aylanish tezliklarida yuqori EYuK hosil qilish mumkin.

Doimiy magnitlardan tashkil topgan sinxron generatorlarda yakor chulg'amida vaqt davomida hosil bo'ladigan kuchlanish tenglamasi [12]:

$$\left. \begin{aligned} U_d &= R_s \cdot i_d + L_d \frac{di_d}{dt} - \omega \cdot L_q \cdot i_q \\ U_q &= R_s \cdot i_q + L_q \frac{di_q}{dt} + \omega \cdot L_d \cdot i_d + \omega \cdot \psi_{PM} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Uch fazali doimiy magnitlardan tashkil topgan generatoridan olinadigan elektromagnit quvvatni hisoblash quyida keltirilgan ifodadan aniqlanadi [13]:

$$P_e = \frac{3}{2} \cdot \omega \cdot [\psi_{PM} + (L_d - L_q) \cdot i_d] \cdot i_q \quad (2)$$

Juft qutblar soni p bo'lgan generatorning elektromexanik momenti quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$M_e = \frac{3}{2} \cdot p \cdot [\psi_{PM} + (L_d - L_q) \cdot i_d] \cdot i_q \quad (3)$$

bunda: ψ_{PM} – magnit oqim, Vb.

$$\psi_{PM} = \frac{\sqrt{2} \cdot E_f}{\omega} \quad (4)$$

Elektr generatorning stator va rotor teskari aylangandagi elektromagnit tezlik quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$\omega = p \cdot (\omega_{m1} + \omega_{m2}) \quad (5)$$

bunda: p – juft qutblar soni.

Generatorning dinamik modellashtirishdagi inersiya momenti quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$J \frac{d\omega_m}{dt} = M_m - M_e - k \cdot \omega_m \quad (6)$$

bunda: J – induktor massasining inersiya momenti, $\text{kg} \cdot \text{m}^2$, M_m va M_e – generatorning mexanik va elektromagnit momentlari, $\text{N} \cdot \text{m}$; k – ishqalanish koeffitsienti, ω_m – generatorning burchak tezligi, rad/s .

Yakor chulgʻami induktivligini hisoblash [14]:

d oʻqi va q oʻqi boʻyicha

$$\left. \begin{aligned} L_d &= m \cdot \mu_o \cdot \frac{1}{\pi} \cdot \left(\frac{N \cdot k_w}{p} \right)^2 \cdot \frac{(R_1^2 - R_2^2)}{g} \cdot k_{fd} \\ L_q &= m \cdot \mu_o \cdot \frac{1}{\pi} \cdot \left(\frac{N \cdot k_w}{p} \right)^2 \cdot \frac{(R_1^2 - R_2^2)}{g_q} \cdot k_{fq} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

bunda: N – bitta chulgʻamdagi oʻramlar soni; R_1 – yakorning tashqi diametri, m; R_2 – yakorning ichki diametri, m; p – juft qutblar soni; k_w – yakor chulgʻamini toʻldirish koeffitsienti; m – fazalar soni.

Doimiy magnitlarning sirt konfiguratsiyasi uchun d va q oʻqlaridagi ekvivalent havo oraligʻi quyidagi ifodalar orqali aniqlanadi:

Yakor oʻzaksiz holat uchun

$$\left. \begin{aligned} g &= 2 \cdot \left[(g + 0,5 \cdot t_w) \cdot k_{sat} + \frac{h_m}{\mu_{gges}} \right] \\ g_q &= 2 \cdot (g + 0,5 \cdot t_w + h_m) \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

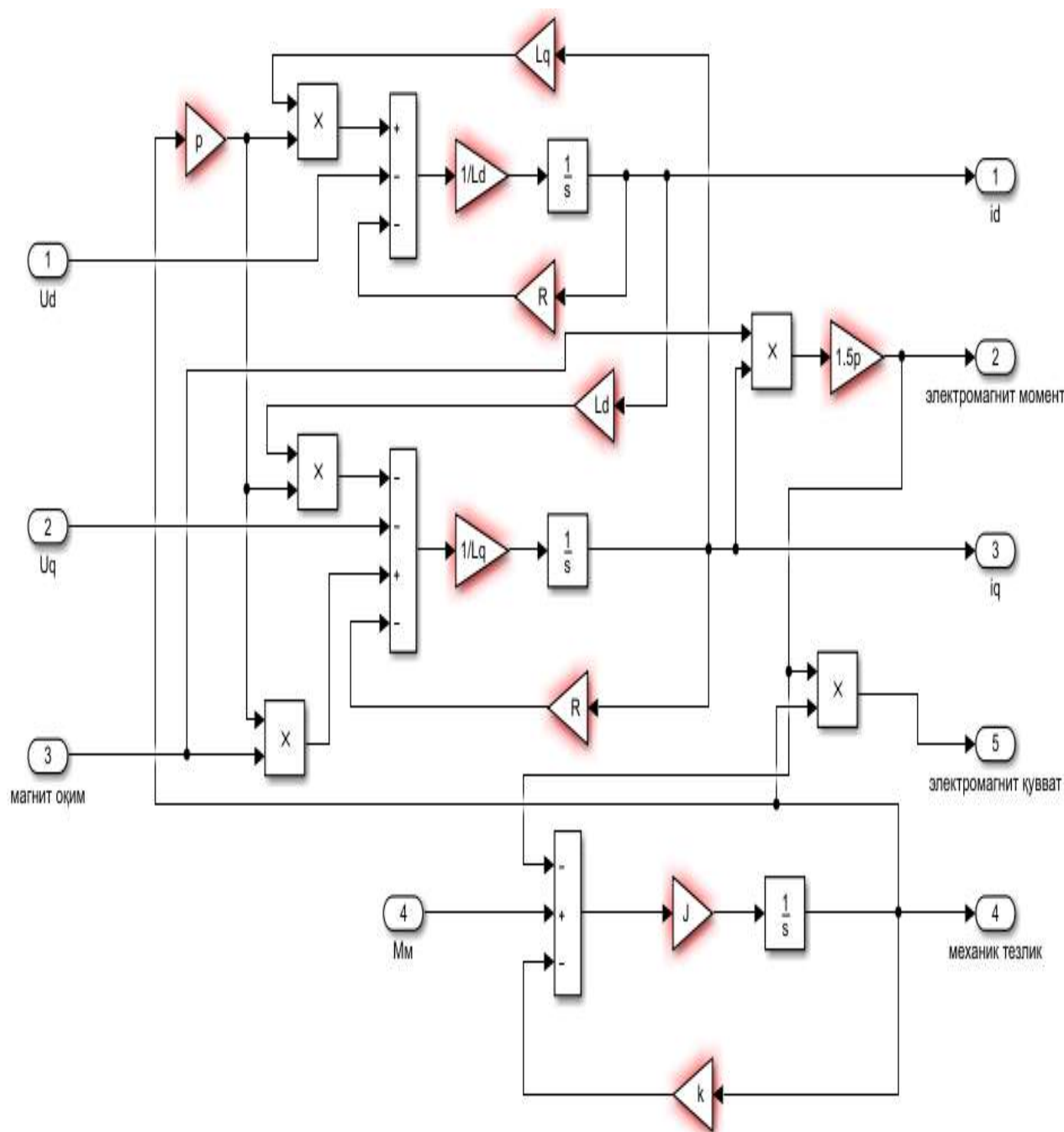
Agar $\mu_{gges} \approx 1$ teng boʻlganda doimiy magnitlarning sirt konfiguratsiyasi $k_{fq} = k_{fd} = 1$ qabul qilamiz. Unda d va q oʻqlardagi yakor reaksiyasi induktivligi quyidagi soddalashtirilgan ifodaga keladi:

$$L_d = L_q = m \cdot \mu_o \cdot \frac{1}{\pi} \cdot \left(\frac{N \cdot k_w}{p} \right)^2 \cdot \frac{(R_1^2 - R_2^2)}{g} \quad (9)$$

Generator chulgʻamlarida hosil boʻladigan EYuK quyidagi bogʻliqlik bilan aniqlanadi [15].

$$E_f = \sqrt{2} \cdot \pi \cdot f \cdot p \cdot N \cdot k_w \cdot F_f = \sqrt{2} \cdot \pi \cdot n \cdot N \cdot k_w \cdot B_g \cdot (R_1^2 - R_2^2) \quad (10)$$

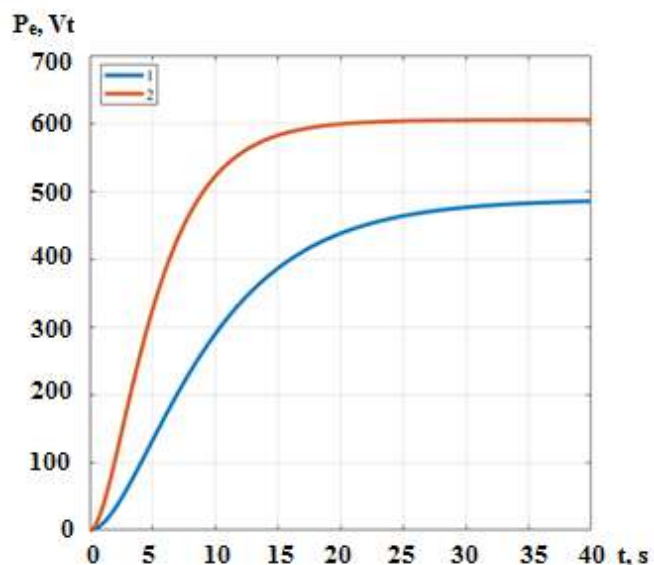
bunda: F_f – magnit oqim, Vb; B_g – magnit induksiya, Tl; f – chastota, 1/s.



3-rasm. Matlab/Simulink amaliy dasturida qurilmaning energetik ko'rsatkichlarini aniqlash matematik modeli.

3-rasm. Matlab/Simulink amaliy dasturida qurilmaning energetik qiymatlarini aniqlash matematik modeli qurilgan. Ushbu model orqali mexanik tezlik, elektromagnit moment, elektromagnit quvvat qiymatlarini aniqlash mumkin. Bunda suv oqimining tezligi o'zgarishi bilan energetik chiqish parametrlari ham o'zgaradi. Modelda qurilma ish rejimining dinamik qiymatlari keltirilgan. Qurilma va generatorning inersiya momentlari ham aniqlanib ushbu modelda keltirilgan.

4-rasmda generatorning elektromagnit quvvati qiymatlari solishtirilgan. Bunga ko'ra generatorning yakor va induktori bir-birigi nisbatan teskari aylanganda (1-egri chiziq), generatorning elektromagnit moment va elektromagnit quvvati generator yakori qo'zg'almas induktori aylangan holga (2-egri chiziq) nisbatan 20% oshgani aniqlandi. Turli suv oqimining turli tezliklarida elektr generatorning dinamik rejimdagi elektromagnit quvvat qiymatlari 3-rasmdagi model orqali aniqlandi.



4-рasm. Elektr generatorning elektromagnit quvvatlarining
solishtirish egri chiziqlari.

Xulosalar:

1. Jahonda ko'p qutbli magnitoelektrik generatorlar ishlab chiqish bo'yicha olib borilgan ilmiy ishlar tahlil qilindi.
2. Taklif qilinayotgan o'zgaruvchan va past bosimli suv oqimlarida samarali ishlaydigan ko'p qutbli magnitoelektrik generatorning takomillashtirilgan nusxasining modeli Matlab/Simulink amaliy dasturida qilindi.
3. Generatorning yakor va induktori bir-birigi nisbatan teskari aylanganda, uning elektromagnit quvvati 20% miqdorida oshgani aniqlandi.

Adabiyotlar

- [1]. <https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/010/209.htm>
- [2]. A.C. Ануфриев, Повышение эффективности магнито электрических генераторов малой мощности для ветроэнергетических установок // автореферат диссертации, Самара. 2018 г. с.20
- [3]. A.A. Татевосян, Методы проектирования и разработка тихоходные синхронных магнитоэлектрических машин в составе электротехнических комплексов // автореферат диссертации, Омск. 2022 г. с.40
- [4]. Т.В. Честюнина, Исследование многополюсных синхронных магнитоэлектрических генераторов с дробными зубцовыми обмотками // автореферат диссертации, Новосибирск. 2012 г. с.18
- [5]. <https://patents.google.com/patent/RU2427067C1>
- [6]. <https://patents.google.com/patent/RU2577527C2>
- [7]. <https://patents.google.com/patent/RU2716011C1>
- [8]. <https://patents.google.com/patent/RU2356156 C1>
- [9]. V. Di Dio, G. Cipriani, D. Manno. Axial Flux Permanent Magnet Synchronous Generators for Pico Hydropower Application: A Parametrical Study. Application: A Parametrical Study. Energies 2022, 15, 6893. <https://doi.org/10.3390/en15196893>
- [10]. H. Gor, E. Kurt. Waveform characteristics and losses of a new double sided axial and radial flux generator, International Journal of Hydrogen Energy (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijhydene.2015.12.172>
- [11]. K. Wirtayasa, Ch.-Yu. Hsiao. Performances comparison of axial-flux permanentmagnet generators for small-scale vertical-axis wind turbine, Alexandria Eng. J. (2021), <https://doi.org/10.1016/j.aej.2021.06.074>
- [12]. F.G. Rossouw. Analysis and Design of Axial Flux Permanent Magnet Wind Generator System for Direct Battery Charging Applications // dissertation, South Africa, 2009. pp. 140
- [13]. А.Б. Сафаров. Разработка и анализ эффективного генератора для ветровых энергетических установок малой мощности. // "Инновационные пути решения актуальных проблем развития пищевой и нефтегазохимической промышленности" материалы международной научно-практической конференции. Бухара, 2020. №3, с. 135- 137

- [14]. W. Wang., Weijun Wang., H. Mi., L. Mao., G. Zhang., Hua Liu., Y. Wen. Study and Optimal Design of a Direct-Driven Stator Coreless Axial Flux Permanent Magnet Synchronous Generator with Improved Dynamic Performance, // Energies, 2018, 11(11):3162
- [15]. S.S. Laxminarayan., M. Singh., A.H. Saifee., A. Mittal. Design, modeling and simulation of variable speed Axial Flux Permanent Magnet Wind Generator // Sustainable Energy Technologies and Assessments, Volume 19, February 2017, pp. 114-124.

УДК 62-714

**ИССИҚЛИК ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРИ АЙЛАНМА СОВУТИШ ТИЗИМИНИНГ
МАТЕМАТИК МОДЕЛИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

Ф.М. Махаммадиев¹, Ф.Х. Мухтаров²

¹ Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси Энергетика муаммолари институти,

² Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети

(Қабул қилинди 25.08.2023 й.)

Ўзбекистондаги иссиқлик электр станцияларида энг қулай ва доимий сифатдаги ва турбинали конденсаторда иситиладиган сувдан иссиқлик электр станциясининг сув тозалаш иншоотида фойдаланиладиган дренажсиз айланма совутиш тизими кенг тарқалган. Циркуляцияли совутиш тизими хом технологик сувдан фойдаланганлиги сабабли турбинали конденсерларда иссиқлик алмашинуви юзларида ёмон эрийдиган моддалар (шкала) қатламлари ҳосил бўлади. Қатламларнинг пайдо бўлишининг сабаби совутиш минораларида сувнинг буғланиши натижасида сувнинг ёмон эрийдиган таркибий қисмларининг концентрацияси ошиши ҳисобланади. Конденсаторларнинг иссиқлик алмашинуви юзасида ҳосил бўлган турли моддалардан иборат қатламларнинг паст иссиқлик ўтказувчанлиги туфайли ҳарорат фарқи ортади. Илмий-техник адабиётлардан маълумки, турбинали конденсаторлардаги босим совутиш сиртининг ифлосланишига боғлиқ. Шу сабабли вакуум ёмонлашади. Вакуумнинг ёмонлашиши буғнинг ортиқча истеъмол қилинишига олиб келади. Шундай қилиб, ушбу ишнинг мақсади иссиқлик электр станциясининг айланма совутиш тизимининг самарадорлигини оширишдир.

Калит сўзлар: айланма совутиш тизими, қолдиқ ҳосил бўлиши, чўкинди, иссиқлик ўтказувчанлик, вакуум, конденсатор, буғлатгич, сув совутгич.

На тепловых электростанциях Узбекистана широкое распространение получила бессточная система оборотного охлаждения, при которой вода наиболее благоприятного и постоянного качества и подогретая в конденсаторе турбин используется на водоподготовительной установке тепловая электростанция. Поскольку в системе оборотного охлаждения используется техническая необработанная вода, на поверхностях теплообмена в конденсаторах турбин образуются отложения малорастворимых веществ (накипь). Как считается, причина накипобразования – концентрирование малорастворимых компонентов воды в результате испарения воды в градирнях. Из-за низкой теплопроводности отложений, образующихся на поверхности теплообмена конденсаторов, увеличивается температурный напор. Как известно из научно-технической литературы, давление в конденсаторах турбин зависит от загрязнения поверхности охлаждения. Из-за этого ухудшается вакуум. Ухудшение вакуума приводит к перерасходу пара. Таким образом, цель данной работы повышение эффективности работы система оборотного охлаждения тепловая электростанция.

Ключевые слова: система оборотного охлаждения, накипобразование, отложение, теплопроводность, вакуум, конденсатор, испаритель, водоохладитель.

At thermal power plants in Uzbekistan, a drainless circulating cooling system has become widespread, in which water of the most favorable and constant quality and heated in the turbine condenser is used at the water treatment plant of the thermal power plant. Since the recirculating cooling system uses raw process water, deposits of poorly soluble substances (scale) form on the heat exchange surfaces in the turbine condensers. It is believed that the cause of scale formation is the concentration of poorly soluble components of water as a result of water evaporation in cooling towers. Due to the low thermal conductivity of the deposits formed on the heat exchange surface of the condensers, the temperature difference increases. As is known from scientific and technical literature, the pressure in turbine condensers depends on the contamination of the cooling surface. Because of this, the vacuum deteriorates. The deterioration of the

vacuum leads to excessive consumption of steam. Thus, the purpose of this work is to increase the efficiency of the circulating cooling system of a thermal power plant.

Key words: circulating cooling system, scale formation, deposition, thermal conductivity, vacuum, condenser, evaporator, water cooler.

Введение. На электростанциях применяются системы технического водоснабжения (ТВС) в основном трех типов: оборотные, прямоточные и комбинированные [1]. Наиболее распространены оборотные. В оборотных системах обязательным является наличие водоохладителя. Его функции могут выполнять водоем-охладитель, градирни или брызгальные бассейны. Система водоснабжения с водоемом-охладителем – наиболее распространенная на действующих конденсационных электростанциях. В этой системе главный корпус электростанции размещают обычно близ берега водохранилища, а циркуляционные насосы в береговой насосной.

Охлаждение в водоохладителе происходит в результате соприкосновения воды с воздухом при ее движении как в границах акватории, так и по высоте водяного слоя. Поступающая в больших количествах с нагретой в конденсаторах теплота отводится в основном путем испарительного охлаждения. Такое охлаждение значительно повышает интенсивность теплообмена между воздухом и водой [2, 3]. При этом температура воды может иметь значение ниже температуры окружающего воздуха. Эта разница возрастает с уменьшением относительной влажности воздуха.

Схема технического водоснабжения с градирнями предусматривают обычно центральную насосную станцию, расположенную у постоянного торца машинного зала главного корпуса тепловые электростанции (ТЭС). Охлажденная вода после градирен самотеком по железобетонным каналам поступает на вход циркуляционных насосов. Их установка обеспечивает работу под заливом. В насосных станциях современных крупных ТЭС с градирнями применяют как обычные центробежные, так и осевые вертикальные насосы [1, 2, 3].

Метод исследования. Основные требования к качеству охлаждающей воды сводятся к тому, чтобы она имела температуру, обеспечивающую требуемую глубину вакуума в конденсаторе, не вызвала при нагреве образования в системе охлаждения минеральных отложений и биологических обрастаний, а также коррозии оборудования и трубопроводов. Естественно, что при столь больших расходах воды, охлаждающей конденсаторы, масло- и газоохладители, неправомерно ставить вопрос о ее тщательной очистке с удалением всех примесей, склонных к образованию отложений и коррозионному воздействию на материалы охлаждающей системы.

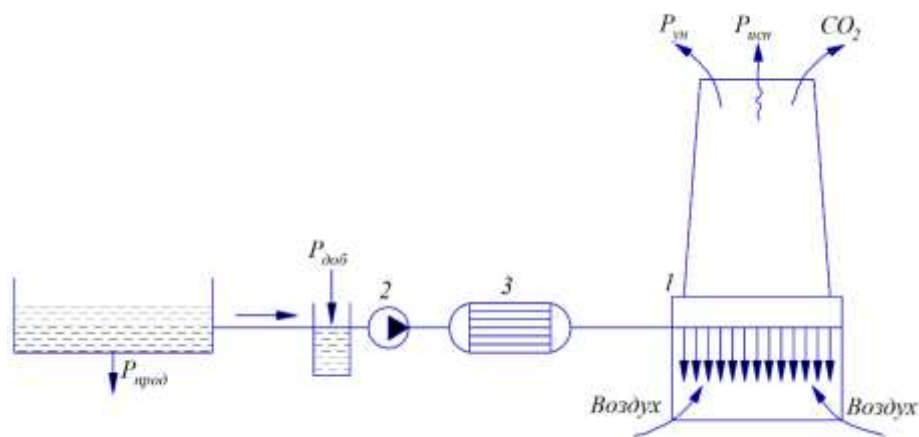


Рис. 1. Схема оборотного охлаждения конденсатора с градирней: 1-градирня; 2-циркуляционный насос; 3-конденсатор; $P_{исп}$, $P_{ун}$ – потери воды в градирне на испарение и унос; $P_{прод}$ – продувка оборотной воды; $P_{доб}$ – добавка в систему свежей воды.

В [4-8] предложена методика, позволяющая достаточно точно рассчитывать изменение солевого состава циркуляционной воды в системах оборотного охлаждения.

В градирнях или брызгальных бассейнах температура оборотной воды снижается за счет испарения части подогретой в конденсаторе воды и конвективного теплообмена при контакте с воздухом, затем вода вновь подается в теплообменники-конденсаторы (рис. 1). В градирнях часть оборотной (охлаждающей) воды теряется за счет капельного уноса ($P_{ун} = 0,05 - 3,5\%$) и испарения ($P_{исп} = 1,0 - 1,5\%$).

Испаряемая влага является чистой водой, поэтому за счет испарения солесодержание воды в оборотной системе повышается [1-3]. Регулирование солесодержания осуществляется методом водообмена с помощью продувки системы $P_{прод}$. Отмеченные потери компенсируются добавлением в систему технической воды:

$$P_{доб} = P_{исп} + P_{ун} + P_{прод}. \quad (1)$$

Для солей, не образующих труднорастворимых соединений, при нагреве воды в системе охлаждения баланс масс в установившемся режиме записывается в виде

$$C_{доб} \cdot P_{доб} = C_{цирк} \cdot (P_{ун} + P_{прод}) = C_{цирк} \cdot (P_{доб} - P_{исп}), \quad (2)$$

где $C_{цирк}$, $C_{доб}$ – концентрация солей (ионизированных примесей) в добавочной и циркуляционной водах.

Из (2) следует, отношение $\frac{C_{цирк}}{C_{доб}}$, называемое коэффициентом концентрирования K_K , определяется значением потерь циркуляционной воды с продувкой и капельным уносом (табл. 1). Также K_K называют коэффициентом упаривания [9, 10].

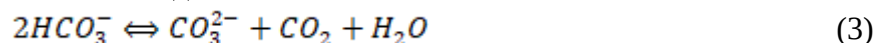
Сокращение значения продувки приводит к повышению кратности концентрирования и, следовательно, к значительному росту солесодержания циркуляционной воды. При $P_{прод} = 0$ значение K_K определяется потерями воды в системе за счет капельного уноса.

Таблица 1

Зависимость коэффициента концентрирования от продувки системы оборотного охлаждения

Продувка, %	Градирни с каплеуловителями	Градирня без каплеуловителями
0	41,0	4,00
0,5	3,68	2,50
1,0	2,42	2,00
2,0	1,73	1,60
4,0	1,37	1,33
6,0	1,30	1,28

Наряду с концентрированием легкорастворимых солей в системе оборотного охлаждения увеличивается в той же кратности концентрация солей жесткости и гидрокарбонатов. Процесс образования карбонатных отложений в теплообменниках [2] будет определяться сдвигом углекислотного равновесия при нагревании воды [11-13]. С ростом температуры воды в системе оборотного охлаждения интенсифицируется гидролиз HCO_3^- , что характеризуется уравнением вида



Сдвигу вправо реакции (3), т.е. распаду ионов HCO_3^- и образованию CO_3^{2-} , способствует также потеря появляющегося при гидролизе диоксида углерода в градирне [5, 6] (аналогично процессу в декарбонизаторе). Эти факторы приводят к возможности выделения на теплообменной поверхности отложений $CaCO_3$ (пересыщение воды по $CaCO_3$), т.е. к потере стабильности охлаждающей воды [7-10] в тех случаях, когда произведение

активностей взаимодействующих компонентов превысит $PP_{CaCO_3} < a_{Ca^{2+}} \cdot a_{CO_3^{2-}}$ [14-16]. Сульфат кальция обладает сравнительно большой растворимостью при $t = 20 - 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ (около $1800 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3}$), поэтому редко встречается в составе низкотемпературных отложений.

Так как теплопроводность кальциевых отложений на порядок меньше теплопроводности металла конденсаторных трубок, с ростом толщины накипи на них повышается температура конденсации пара и снижается вакуум в конденсаторе. Ухудшение вакуума на 1% требует увеличение расхода пара на 1,4% для поддержания номинальной мощности турбоустановки. Таким образом, отложения в системе оборотного охлаждения (СОО) приводят к значительному пережогу топлива при выработке электроэнергии.

Несмотря на отмеченный факт, а также на то, что в СОО с градирнями температура охлаждающей воды на входе в конденсаторы выше, чем в прямоточных системах с водохранилищами, применение градирен позволило резко сократить сброс подогретой воды в водотоки и водоемы, предотвращая их «тепловое» отравление. Кроме того, эти оборотные системы единственно приемлемы в условиях ограниченного дебита воды.

Математическая модель для расчета материального баланса СОО.

Здесь и далее под СОО подразумеваем часть СОО со стороны охлаждающей воды, включая охлаждающую воду и границы раздела с твердой и газовой фазой. Моделирование реальной СОО и определение материального баланса представляет собой определенные трудности. Прежде всего, это связано с большим объемом системы (массой воды в СОО). Кроме того, водяной объем (масса) системы непостоянен во времени и может как возрастать, так и уменьшаться в зависимости от соотношения входящих и выходящих потоков. Сами водяные и воздушные потоки (m_i , i – порядковый индекс потока) и концентрации содержащихся в них веществ (концентрация j -й независимой компоненты – c_j) меняются во времени сложным, непредсказуемым образом. В таких условиях расчет по известным уравнениям (1-4) либо невозможен, либо приводит к большим ошибкам, при которых результаты расчетов лишены физического смысла.

В рамках системного подхода СОО ТЭС необходимо рассматривать как проточную, непрерывно действующую систему с нестационарным режимом работы. Тепловой режим работы – промежуточный. Однако, учитывая большую протяженность системы, малый температурный интервал и, соответственно, очень малый температурный градиент, для большей части СОО можно принять тепловой режим как квазистационарный изотермический. СОО представляет собой замкнутую систему, в которой по аппаратам и трубопроводам осуществляется циркуляция воды с помощью перемешивающего устройства – насосов. С термодинамической точки зрения СОО является открытой материальной системой, поскольку есть массо- и теплообмен с окружающей средой. В СОО протекают химические реакции и физико-химические процессы. Реакции протекают во всех фазах – в жидкой (равновесные химические реакции), твердой (отложения малорастворимых веществ, внутренняя коррозия и растворение продуктов коррозии) и газовой (массообмен с воздухом летучими компонентами). Для таких случаев уравнения материального и теплового балансов приводятся только в общем виде (в виде дифференциальных уравнений с частными производными). Чтобы сделать их пригодными для проведения инженерных расчетов, необходимо детальное рассмотрение конкретной системы с целью определить допустимые упрощения, позволяющие максимально просто, но адекватно описать систему.

В общем виде принципиальную схему и структуру потоков СОО ТЭС для расчета материального баланса можно представить как показано на рис. 2. Дальнейшее упрощение схемы не представляется возможным.

В СОО два основных материальных входа – добавочная вода (из р. Чирчик, $m_d, c_{j,d}$) и воздушные потоки в градирни (m_g, φ – влажность). Есть еще небольшой по объему возврат шламовых вод ХВО, которым в первом приближении можно пренебречь, либо считать

постоянным (примерно $2,2 \frac{\text{м}^3}{\text{час}}$). Выходные потоки представлены расходом воды в химический цех на ВПУ («сырая» вода, $m_{\text{хц}}, c_{j,\text{ц}}$), испарением воды в градирнях ($m_{\text{исп}}$), капельным уносом циркуляционной воды в градирнях ($m_{\text{ку}}, c_{j,\text{ц}}$) и уносом углекислоты с воздушным потоком (m_{CO_2}). Существует еще непостоянный во времени слив циркуляционной воды в промливневую канализацию (за счет перелива воды в градирнях и утечек с трубопроводов и оборудования ТЭС) и забор циркуляционной (технической) воды на нужды цехов (ТВ).

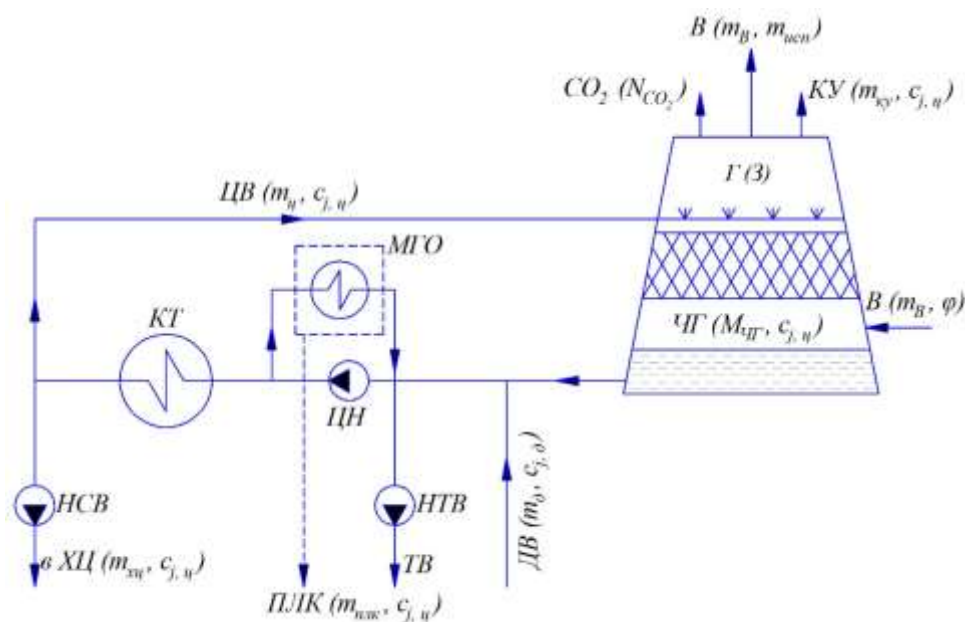


Рис. 2. Принципиальная схема системы оборотного охлаждения ТЭС для расчета материального баланса: Условные обозначения: Г – градирня; ЧГ – чаша градирни; ЦН – циркуляционный насос; КТ – конденсаторы турбин; НСВ – насос сырой воды; НТВ – насос технической воды; ДВ – добавочная вода; ЦВ – циркуляционная вода; МГО – маслогазоохладители и другое теплообменное оборудование, в т.ч. включенные очистные ТЭС; В – воздушный поток; КУ – капельный унос; ПЛК – промливневая канализация. В скобках указано число аппаратов.

Вывод уравнений для расчета материального баланса СОО ТЭС. Прежде всего, проведем допустимые упрощения и определим ограничения. В частности, важнейшим является гидродинамическая обстановка или сложность структуры потока. Логически в качестве модели для СОО подходит комбинированная модель, построенная как совокупность ячеек различного типа и разных размеров, соединенных последовательно и параллельно.

С целью определения гидродинамической обстановки в СОО были проведены прямые эксперименты. В ходе плановых экспериментов в мае и июле 2022 г. в различных частях СОО дважды в день (в 10:00 и 14:00) определяли химический состав воды. Из соображений вероятных максимальных отличий точки контроля были выбраны – (1) вода на выходе из СОО («сырая» вода на ВПУ); (2) вода в чаше градирни (цирквода) и (3) вода в самотечном колодце (цирквода). При этом точки контроля (1) и (2) разделяют градирни, где происходят процессы, максимально изменяющие состав воды (испарение и улетучивание CO_2), а точки (1) и (2) – КТ, циркнасос и вход добавочной воды. Статистический анализ концентраций растворенных компонент в выходном потоке («сырая» вода на ВПУ) и различных точках СОО в момент времени τ_i не показывает достоверного различия (рис. 3 и 4). Это также касается веществ, заведомо активно участвующих в химических реакциях и физико-химических процессах. Их содержание отражает общая щелочность воды. Для определенного момента времени щелочность в разных частях СОО одинакова в пределах

ошибки опыта и достоверно отличается от щелочности добавочной воды. Такая закономерность характерна для других периодов работы.

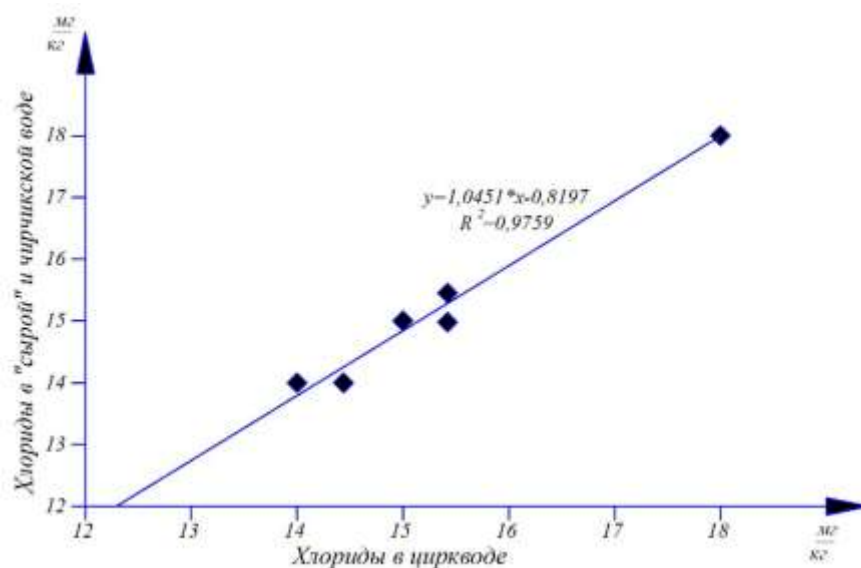


Рис. 3. Концентрация хлоридов в различных частях СОО ТЭС и в добавочной волжской воде в момент времени τ_i в ходе эксперимента в июле 2022 г. Средняя концентрация хлоридов в добавочной волжской воде – $12,3 \frac{\text{мг}}{\text{кг}}$.

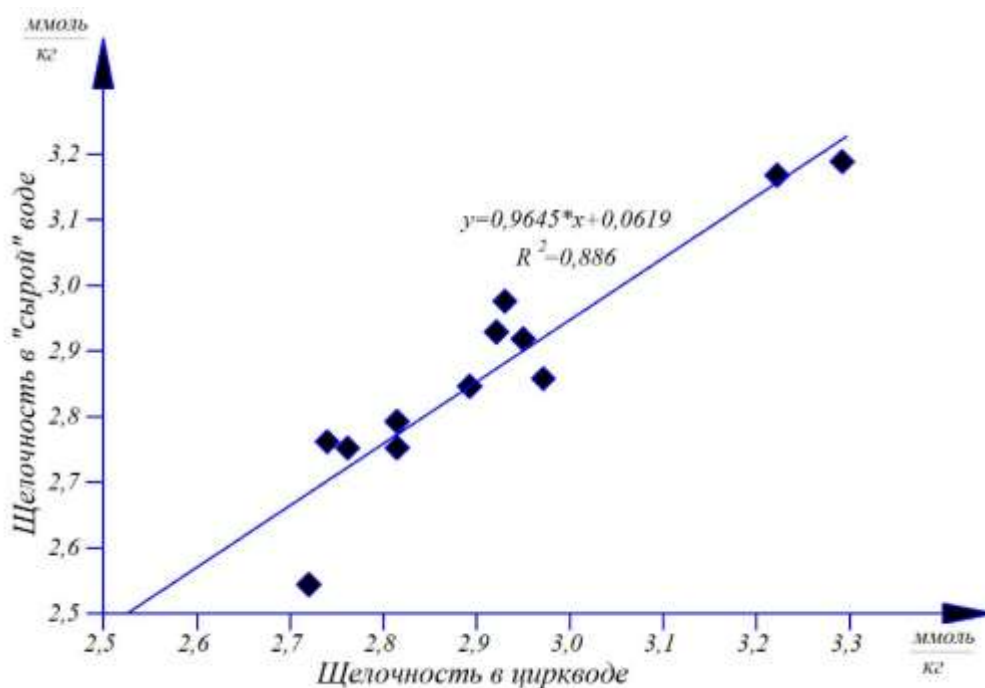


Рис. 4. Общая щелочность в различных частях СОО ТЭС в момент времени τ_i в ходе эксперимента в июле 2022 г. Общая щелочность добавочной чирчикской воды – $2,305 \frac{\text{ммоль}}{\text{кг}}$.

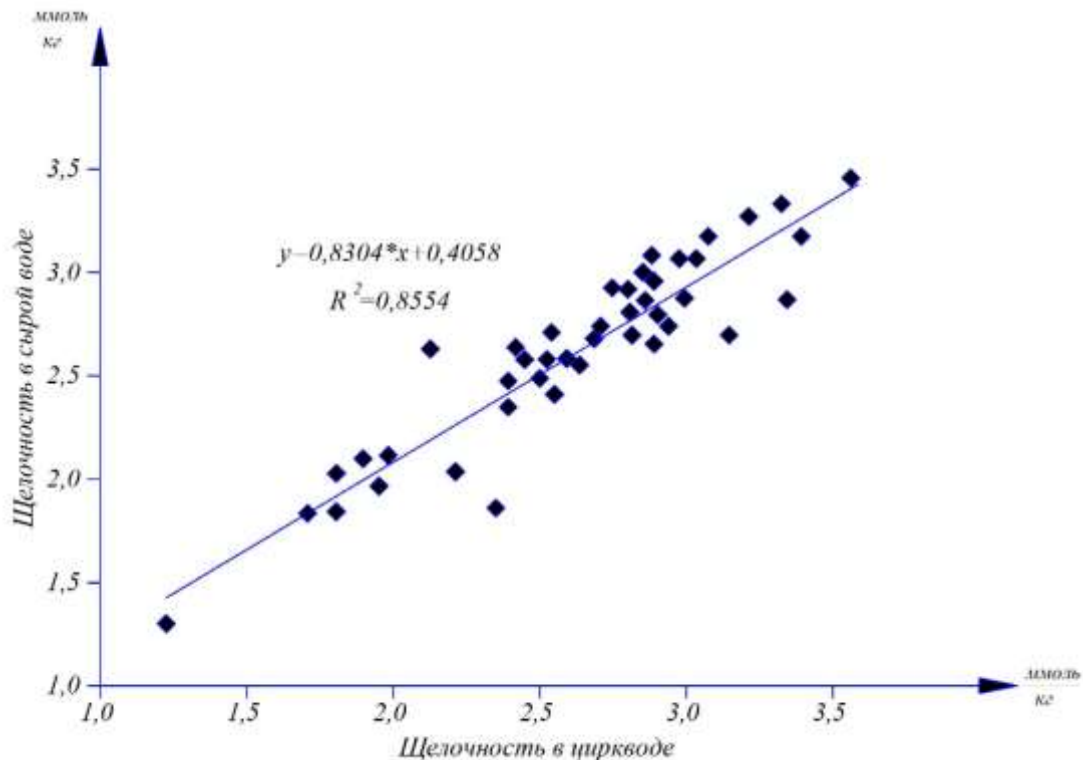


Рис. 5. Соотношения общей щелочности (среднемесечные значения) в циркуводе и «сырой» воде в СОО ТЭС в 2020 – 2022 гг.

На рис. 5 представлено сопоставление среднемесечных значений общей щелочности за последние пять лет.

Суммируя вышеизложенное, можно записать для СОО. Тип системы – проточная (непрерывно действующая), замкнутая, открытая материальная; структура потока – идеальное смешение; режим работы – нестационарный, тепловой режим работы – изотермический (квазистационарный). Химические, биохимические и физико-химические процессы в системе – нестационарные.

$m_i, c_j \neq \text{const}$. Потоки и концентрации компонент (веществ) в потоках непостоянны во времени, т.е. $(m_i)_\tau, (c_j)_\tau = f(\tau)$

$M_o, M_{\text{чг}} \neq \text{const}$. Массы воды в системе и отдельных ее частях непостоянны во времени – $(M_o)_\tau, (M_{\text{чг}})_\tau = f(\tau)$

Баланс СОО по массе воды записывается как:

$$(m_d)_\tau \cdot d\tau - (m_{\text{исп}})_\tau \cdot d\tau - (m_y)_\tau \cdot d\tau - (m_{\text{хц}})_\tau \cdot d\tau - (m_{\text{плк}})_\tau \cdot d\tau = d(M_o)_\tau. \quad (5)$$

Баланс по j -ой не превращающейся и не переходящих в другие фазы компоненты:

$$(m_d)_\tau \cdot (c_{j,d})_\tau \cdot d\tau - (m_y)_\tau \cdot (c_{j,y})_\tau \cdot d\tau - (m_{\text{хц}})_\tau \cdot d(c_{j,\text{хц}})_\tau \cdot \tau - (m_{\text{плк}})_\tau \cdot (c_{j,\text{ц}})_\tau \cdot d\tau = (M_o)_\tau \cdot d(c_{j,o})_\tau. \quad (6)$$

Для остальных компонент:

$$(m_d)_\tau \cdot (c_{j,d})_\tau \cdot d\tau = (m_y)_\tau \cdot (c_{j,y})_\tau \cdot d\tau + (m_{\text{хц}})_\tau \cdot d(c_{j,\text{хц}})_\tau \cdot \tau + (m_{\text{плк}})_\tau \cdot (c_{j,\text{ц}})_\tau \cdot d\tau + (M_o)_\tau \cdot d(c_{j,o})_\tau + dN_{j,\text{ц}}. \quad (7)$$

где $N_{j,\text{ц}}$ – количество компоненты, превратившееся в другие компоненты в результате химических реакций или перешедшее в другие фазы из циркуды.

Таким образом, получаем систему из $m + 1$ простых дифференциальных уравнений, которая представляет собой модель, описывающая перемещение, накопление и превращение компонент и потоков в СОО. Уравнения 5 – 7 можно представить в форме определенного интеграла:

$$\int_{\tau_1}^{\tau_2} (m_d)_{\tau} \cdot (c_{j,d})_{\tau} \cdot d\tau - \int_{\tau_1}^{\tau_2} (m_y)_{\tau} \cdot (c_{j,y})_{\tau} \cdot d\tau - \int_{\tau_1}^{\tau_2} (m_{xc})_{\tau} \cdot d(c_{j,xc})_{\tau} \cdot \tau = \int_{c_{j,xc1}}^{c_{j,xc2}} (M_o)_{\tau} \cdot d(c_{j,xc})_{\tau} + \int_{N_{j,xc1}}^{N_{j,xc2}} dN_{j,xc} \quad (8)$$

граничные условия: при $\tau = \tau_1$, $c_{j,xc} = c_{j,xc1}$, $N_{j,xc} = N_{j,xc1}$, $M_o = M_{o1}$, $\tau = \tau_2$, $c_{j,xc} = c_{j,xc2}$, $N_{j,xc} = N_{j,xc2}$, $M_o = M_{o2}$.

В реальных условиях известными являются значения расхода добавочной воды, расхода воды в химцех, концентрации веществ в добавочной, циркуляционной и «сырой» (поступает в ХЦ из СОО) воды. Это входные параметры модели. Неизвестными или требующими уточнения являются величины испарения, капельного уноса и иных утечек, количество образующихся осадков.

Уравнения вида 8 возможно разрешить в явном виде методом квадратур относительно средних значений параметров для временного интервала Δx . Уравнения были аппроксимированы системой алгебраических уравнений.

Совместное решение интегральных форм уравнений 5 и 6 для компонент не участвующих в химических превращениях и межфазных переходах позволяет найти расходы воды на испарение и утечки (капельной унос, расход в ПЛК и на нужды цехов – расход технической воды).

$$\bar{m}_y = \bar{m}_d \cdot \frac{\bar{c}_{j,d}}{\bar{c}_{j,y}} - \frac{M_o}{\bar{c}_{j,y}} \cdot \frac{\Delta c_{j,y}}{\Delta \tau} \quad (9)$$

$$m_y = m_{ку} + m_{xc} + m_{плк} + m_{пр} \quad (10)$$

$$\bar{m}_{исп} = \bar{m}_d - m_y - \frac{\Delta M_o}{\Delta \tau} \quad (11)$$

Дополнительный учет уравнений баланса для остальных компонент (осаждаемых веществ и углекислоты) позволяет определить скорости образования осадков в СОО и уноса CO_2 :

$$\frac{\Delta N_{j,xc}}{\Delta \tau} = \bar{m}_d \cdot \bar{c}_j - \bar{m}_y \cdot \bar{c}_{j,y} - \bar{M}_o \cdot \frac{\Delta c_{j,y}}{\Delta \tau} \quad (12)$$

Черта сверху означает среднее значение параметра за период времени

Система алгебраических уравнений 10 – 12 использовалась далее для расчета материального баланса СОО ТЭС путем обработки массива данных по значениям объема потоков и концентрациям веществ в потоках.

Далее, для определения зависимости степени концентрирования воды СОО от времени, разрешали исходную систему дифференциальных уравнений 5 – 6 для не участвующих компонент. Представим основное уравнение в виде:

$$m_d \cdot c_{j,d} \cdot d\tau - m_y \cdot c_{j,y} \cdot d\tau = M_o \cdot dc_{j,y} + dN_{j,xc} \quad (13)$$

где m_y – все виды ухода (утечек) циркулирующей в жидком виде. Справедливо $m_y + \frac{\Delta M}{\Delta \tau} = m_d - m_{исп}$. Учтем, что для не участвующих компонент $dN_j = 0$ и обозначим $c_{j,y} = x$. Тогда после преобразования уравнение 13 будет:

$$\frac{m_d}{m_d - m_{исп}} \cdot c_{j,d} \cdot d\tau - x \cdot d\tau = \frac{M_o}{m_d - m_{исп}} \cdot dx \quad (14)$$

или

$$\left(\frac{m_d}{m_d - m_{исп}} \cdot c_{j,d} - x \right) \cdot d\tau = \frac{M_o}{m_d - m_{исп}} \cdot dx \quad (15)$$

После разделения переменных интегрируем при следующих граничных условиях – при τ_1 , $c_{j,y} = c_{j,xc1}$; при τ_2 , $c_{j,y} = c_{j,xc2}$:

$$\int_{\tau_1}^{\tau_2} \frac{m_d - m_{исп}}{M_o} \cdot d\tau = \int_{c_{j,ц1}}^{c_{j,ц2}} \frac{dx}{\left(\frac{m_d}{m_d - m_{исп}} - c_{j,д} - x \right)}. \quad (16)$$

Представленное интегральное выражение мы можем решить только приближенно, т.к. m_d , $m_{исп}$ и M_o зависят от времени, но вид зависимости нам неизвестен. Например, по методу квадратур можно взять их средние значения за выбранный период времени. Тогда интеграл решается аналитически. В итоге получаем:

$$\frac{\bar{m}_d - \bar{m}_{исп}}{M_o} \cdot d\tau = \ln \left(\frac{\bar{\varphi} \cdot c_{j,д} - c_{j,ц1}}{\bar{\varphi} \cdot c_{j,д} - c_{j,ц2}} \right), \quad (17)$$

где $\frac{\bar{m}_{исп} + \bar{m}_y + \frac{\Delta M_o}{\Delta \tau}}{\bar{m}_y + \frac{\Delta M_o}{\Delta \tau}} = \frac{\bar{m}_d}{\bar{m}_d - \bar{m}_{исп}} = \frac{\bar{m}_d}{\bar{m}_y + \frac{\Delta M_o}{\Delta \tau}} = \bar{\varphi}$ – среднее значение коэффициента упаривания (K_y) за период времени $\Delta \tau$. Здесь и далее изменение массы воды в СОО относится к единице времени $\left(\Delta M_o = \frac{\Delta M_o}{\Delta \tau} \right)$. В отличие от приводимых в литературе уравнений (1-4), это отношение не равно коэффициенту концентрирования, т.е. $\varphi \neq K_k$; $K_k = \frac{c_{j,ц}}{c_{j,д}}$. Уравнение 17 можно представить в виде экспоненты:

$$\frac{\bar{\varphi} \cdot c_{j,д} - c_{j,ц1}}{\bar{\varphi} \cdot c_{j,д} - c_{j,ц2}} = e^{-\left(\frac{\bar{m}_d - \bar{m}_{исп}}{M_o} \right) \Delta \tau}. \quad (18)$$

Преобразованием уравнения (18) можно получить зависимость концентрации компонент (веществ) в воде СОО от времени, скорости потоков и исходных концентраций веществ в потоках:

$$c_{j,ц2} = \frac{\bar{m}_d}{\bar{m}_y + \Delta M_o} \cdot c_{j,д} \cdot \left(1 - e^{-\left(\frac{\bar{m}_y + \frac{\Delta M_o}{\Delta \tau}}{M_o} \right)} \right) + c_{j,ц1} \cdot e^{-\left(\frac{\bar{m}_y + \frac{\Delta M_o}{\Delta \tau}}{M_o} \right)}. \quad (19)$$

Для коэффициента концентрирования эта зависимость будет:

$$K_{к2} = \frac{c_{j,ц2}}{c_{j,д}} = \frac{\bar{m}_d}{\bar{m}_y + \Delta M_o} \cdot \left(1 - e^{-\left(\frac{\bar{m}_y + \frac{\Delta M_o}{\Delta \tau}}{M_o} \right)} \right) + \frac{c_{j,ц1}}{c_{j,д}} \cdot e^{-\left(\frac{\bar{m}_y + \frac{\Delta M_o}{\Delta \tau}}{M_o} \right)}. \quad (20)$$

Принимаем, что $\frac{\Delta M_o}{\bar{m}_y + \frac{\Delta M_o}{\Delta \tau}} = \bar{\tau}$ – среднее время пребывания добавочной воды в СОО, а $\frac{\bar{m}_y}{M_o} \cdot \Delta \tau = \frac{\Delta \tau}{\tau} = \gamma$ – кратность обновления (замены) воды в СОО. Тогда коэффициент концентрирования в конце временного интервала (для $\tau = \tau_2$) будет:

$$K_{к2} = \bar{\varphi} \cdot (1 - e^{-\gamma}) + K_{к1} \cdot e^{-\gamma}, \quad (21)$$

где $K_{к1}$ – коэффициент концентрирования в начале временного интервала (для $\tau = \tau_1$). Время, за которое происходит изменение состава циркуляционной воды (от $c_{j,ц1}$ до $c_{j,ц2}$) можно определить по уравнению:

$$\Delta \tau = \frac{M_o}{\bar{m}_y + \frac{\Delta M_o}{\Delta \tau}} \cdot \ln \left[\frac{\bar{m}_d \cdot c_{j,д} - \left(\bar{m}_y + \frac{\Delta M_o}{\Delta \tau} \right) \cdot c_{j,ц1}}{\bar{m}_d \cdot c_{j,д} - \left(\bar{m}_y + \frac{\Delta M_o}{\Delta \tau} \right) \cdot c_{j,ц2}} \right], \quad (22)$$

то же для коэффициента концентрирования во времени будет:

$$\Delta \tau = \bar{\tau} \cdot \ln \left(\frac{\bar{\varphi} - K_{к1}}{\bar{\varphi} - K_{к2}} \right). \quad (23)$$

Преобразованием уравнения 23 можно получить выражение для времени замены воды СОО на добавочную воду. Из условия режима идеального смешения следует, что в режиме непрерывной работы полной замены циркуляционной воды на добавочную воду не происходит. Можно говорить только о частичной замене воды, например, на 50%, 90%, 99%. Если обозначить долю замены воды СОО на добавочную – α ($\alpha \leq 0 \leq 1$), тогда, с учетом концентрирования воды в СОО, время замены воды на $\alpha \cdot 100\%$ (τ_α) будет:

$$\tau_{\alpha} = \bar{\tau} \cdot \ln \left(\frac{1}{1-\alpha} \right). \quad (24)$$

Аналогично можно разрешить относительно доли оставшейся не замененной воды СОО. Если $1 - \alpha = \beta$ – доля оставшейся не замененной воды, то

$$\tau_{\beta} = \bar{\tau} \cdot \ln \left(\frac{1}{\beta} \right) = -\bar{\tau} \cdot \ln \beta. \quad (25)$$

и

$$\beta = e^{-\frac{\tau_{\beta}}{\bar{\tau}}}. \quad (26)$$

Если заменить абсолютные значения потоков на их долю ($p_i, \%$) относительно циркулирующей воды $m_{ц} - \frac{m_{д} \cdot 100}{m_{ц}} = p_{д}; \quad \frac{m_{у} \cdot 100}{m_{ц}} = p_{у}; \quad \frac{m_{исп} \cdot 100}{m_{ц}} = p_{исп}$, тогда основные показатели в уравнениях 19 – 27 будут зависеть от процентной доли потоков, а $\bar{\tau}$ будет иметь смысл среднего времени оборота воды в СОО.

Если принять, что:

1. время работы системы очень большое ($\tau \rightarrow \infty$);
2. масса системы пренебрежимо мала ($M_o = 0$);
3. изменение массы воды в системе не происходит ($\Delta M_o = 0$);
4. все водные и воздушные потоки стационарны, т.е. постоянны во времени ($m_i = const$);
5. концентрации компонент (веществ) в добавочной воде постоянны ($c_{j,d} = const$);
6. в воде СОО независимые компоненты j не участвуют в химических превращениях и межфазных переходах, т.е. не попадают в отложения и в газовую фазу, то основное уравнение 20 упрощается до известного в литературе уравнения:

$$\bar{K}_y = \frac{\bar{c}_{ц}}{\bar{c}_{д}} = \frac{\bar{m}_{д}}{\bar{m}_{д} - \bar{m}_{исп}}. \quad (27)$$

Таким образом, известное уравнение представляет собой выражение частного случая идеальной системы, для которой выполняются условия, изложенные выше (условия 1 – 6). Как показывает опыт, систему, близкую к идеальной, возможно воспроизвести только в лабораторных условиях. Реальные СОО ТЭС далеко не идеальны и требуют для своего описания более сложной системы уравнений (модели).

Список литературы

- [1]. Абрамов Н.Н. Водоснабжение. – М.: Стройиздат, 1982. – 440 с.
- [2]. Буров В.Д., Дорохов Е.В., Елизаров Д.П. и др. Тепловые электрические станции. – М.: изд-во МЭИ, 2005. – 454 с.
- [3]. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции. М.: Энергоатомиздат, 1987. – 328 с.
- [4]. Vlasov A.V., Dachkov G.V., Solodukhin A.D., Fisenko S.P. // Institute of Mechanical Engineering Conference Transaction. London. 1996. No 3. Pr. 565-573.
- [5]. Кот А.А., Бондарь Ю.Ф., Тройский Р.К. Прогнозирование солевого состава воды в оборотных системах охлаждения // Теплоэнергетика. 1978. №3, – С. 58-60.
- [6]. Чичиров А.А., Чичирова Н.Д., Силов И.Ю., Смирнов А.Ю., Муртазин А.И. Математическое моделирование материальных потоков в системе оборотного охлаждения ТЭС // Проблемы энергетики. Известия вузов. 2008. №3-4, – С. 28-34.
- [7]. Царик Д.Ф. Методика определения средней толщины слоя накипи // Водоснабжение и санитарная техника. 1990. №7. – С. 9-10.
- [8]. Балабан-Ирменин Ю.М., Богловский А.В., Васина Л.Г., Рубашов А.М. Закономерности накипеобразования в водогрейном оборудовании систем теплоснабжения // Энергосбережение и водоподготовка. – 2004. № 3, – С. 10-16.
- [9]. Aliev A. F. "Prevention of scale formation in circulating service water supply systems using highly mineralized waters," Therm. Eng. 53, 644–647 (2006).
- [10]. Johannsen P., Karlapudi R., Reinhold G. "High pressure reverse osmosis for wastewater minimization and zero liquid discharge applications," Desalination 199, 84–85 (2006)
- [11]. Dunn R.F. El-Halwagi M. Process integration technology review: Background and applications in the chemical process industry. Chem. Technol. Biotechnol. 2003, 78, 1011–1021.

- [12]. Sun W., Wang Y., Zhang, F., Zhao Y. Dynamic allocation of surplus byproduct gas in steel plant by dynamic programming with reduced state space algorithm. Eng. Opt. 2018, 50, 1578–1592.
- [13]. Sun J., Feng X., Wang Y. Cooling-water system optimisation with a novel two-step sequential. Appl. Therm. Eng. 2015, 89, 1006–1013.
- [14]. Rahmani K. Reducing water consumption by increasing the cycles of concentration and Considerations of corrosion and scaling in a cooling system. Appl. Therm. Eng. 2017, 114, 849–856.
- [15]. Vinogradov V.N., Smirnov B.A., Zhadan A.V., Avan V.K. “Improving the efficiency of clarifiers for coagulation treatment of water,” Therm. Eng. 57 (8), 653 (2010).
- [16]. Козюлина Е.В., Ларин Б.М. Применение математической модели измерения качества конденсата в разработке тренажера ВХР энергоблока 300 МВт // Тез. докл. междунар. науч.-техн. конф. «Состояние и перспективы развития электротехнологии». Иваново: 2003, – С. 199-201.

УДК 621.311

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ НАКОПИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ LI-ИОН БАТАРЕЙ В КАЧЕСТВЕ ИСТОЧНИКА СИНТЕТИЧЕСКОЙ ИНЕРЦИИ

Т.Ф. Махмудов

Ташкентский государственный технический университет,

Email: tox-05@yandex.com, Тел.: +99897 7771504

(Получена 31.08.2023 г.)

В статье поднята актуальная проблема снижения инерционности электроэнергетических систем при масштабном внедрении возобновляемых источников энергии. Цель исследования заключалась в возможности повышения инерционного отклика энергосистемы, обеспечиваемого накопителями в виде аккумуляторных батарей, что в свою очередь может влиять на скорость изменения частоты и улучшая частотную характеристику системы.

Ключевые слова: *синтетическая инерция; аккумуляторные батареи; устойчивость; энергосистема; частота; модель Тевенина.*

Мақолада қайта тикланадиган энергия манбаларини кенг миқёсда жорий этиши орқали электр энергетика тизимларининг инерциясини камайтиришининг долзарб муаммоси кўтарилди. Тадқиқотнинг мақсади аккумулятор батареялари билан таъминланган энергетика тизимининг инерциал жавобини ошириши эди, бу эса ўз навбатида частотани ўзгариши тезлигига таъсир қилиши ва тизимнинг частотали жавобини яхшилашдир.

Калим сўзлар: *синтетик инерция, аккумулятор батареялар, турғунлик, энергетика тизими, частота, Тевенин модели.*

The article raises the urgent problem of reducing the inertia of electric power systems with the large-scale introduction of renewable energy sources. The purpose of the study was to increase the inertial response of the power system provided by storage batteries, which in turn can affect the rate of change of frequency and improve the frequency response of the system.

Keywords: *synthetic inertia, rechargeable batteries, stability, power system, frequency, Thevenin model.*

Введение. Потребность в снижении выбросов парниковых газов при увеличении отпуска электроэнергии в электроэнергетике привела к стремительному увеличению уровня проникновения возобновляемых источников энергии во многие энергосистемы мира. Многие операторы энергосистем с высоким проникновением возобновляемых источников энергии столкнулись с проблемами в поддержании требуемой эффективности управления частотой. Электроэнергетическая система сталкивается с новыми техническими проблемами в связи с постепенной интеграцией альтернативных источников энергии в транзитные и распределительные сети [1]. Дальнейший переход с традиционных электростанций на возобновляемые источники энергии (ВИЭ) влияет на устойчивость энергосистемы. ВИЭ, такие как фотоэлектрические и ветряные станции, связаны с сетью с помощью силовых электронных преобразователей и, следовательно, не оснащены вращающимися массами,

которые могут генерировать или поглощать механическую энергию [2]. В результате высокие уровни проникновения ВИЭ снизят общую инерцию системы, а небольшие колебания генерации или потребления электроэнергии вызовут более значительные отклонения частоты, влияющие на устойчивость энергосистемы [3-4]. При уменьшенной инерционности энергосистемы значительные колебания частоты могут привести к нежелательному срабатыванию защит или отключению блоков генерации/нагрузки [5].

Поэтому в ближайшие годы необходимо принять новые контрмеры для ограничения значений отклонения и скорости изменения частоты после снятия внешнего возмущения, чтобы сохранить устойчивую работу энергосистемы [6]. Теоретически, как отмечено в [7], для повышения общей инерционности системы могут быть установлены дополнительные синхронные компенсаторы. Однако, поскольку эти системы могут оказаться дорогими и сложными для реализации, были предложены альтернативные решения на основе уже установленных инверторов, способных обеспечить виртуальную или синтетическую инерцию путем имитации инерционного поведения синхронных генераторов [8].

Для обеспечения синтетической инерции и быстрой регулировки частоты требуется, чтобы силовое устройство могло обнаруживать изменения частоты и реагировать на них очень быстро, в течение нескольких сотен миллисекунд с начала переходного процесса. Как показано в [4], аккумуляторная система накопления энергии представляет собой одну из лучших альтернатив для регулирования частоты благодаря своим техническим характеристикам, таким как длительное время разряда и возможность управления частоты инвертора [9].

В последние годы в качестве альтернативной меры для обеспечения стабильности частоты возникла система накопления энергии базирующаяся на аккумуляторных батареях (BESS - battery energy storage system). Поскольку BESS обладает особенно быстрым откликом, отличным от обычного генератора, применение BESS для регулирования частоты является одним из наиболее актуальных [10].

Материалы и методы. Пониженную инерцию можно компенсировать синтетической инерцией путем интеграции BESS и использования соответствующей методологии управления.

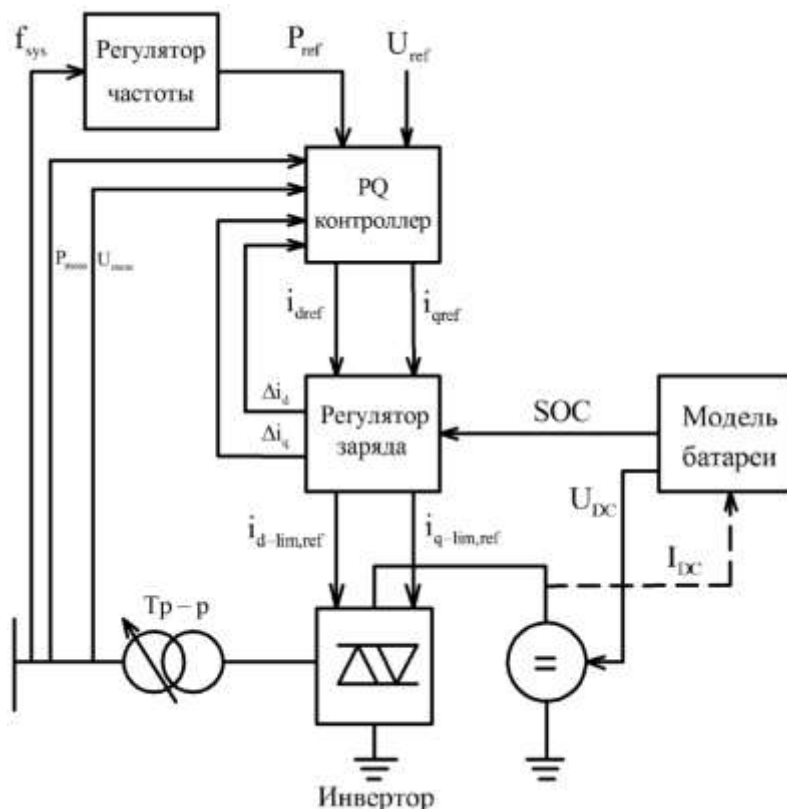


Рис. 1. Схема управления BESS.

Новое усовершенствованное поколение BESS и падающие цены на них могут стать большим шагом на пути к замене маневренных газовых турбин, которые используются в качестве обеспечения баланса активной мощности для стабильности частоты. Металл-воздушные батареи, такие как алюминий-воздушные и цинк-воздушные [5, 11] с высокой плотностью энергии, уже используются в военных и промышленных целях [12].

Структура BESS состоит из следующих компонентов [8, 13]:

- модель накопителя энергии, разработанная для хранения/отдачи энергии;
- модель силового электронного преобразователя (инвертор/выпрямитель);
- набор контроллеров, устанавливаемых между преобразователем и внешней сетью.

Основная идея состоит в том, чтобы обеспечить правильную работу системы накопления энергии и процедуры контроля. На рис. 1 показана описанная схема основных компонентов BESS, а также показаны все параметры схемы BESS.

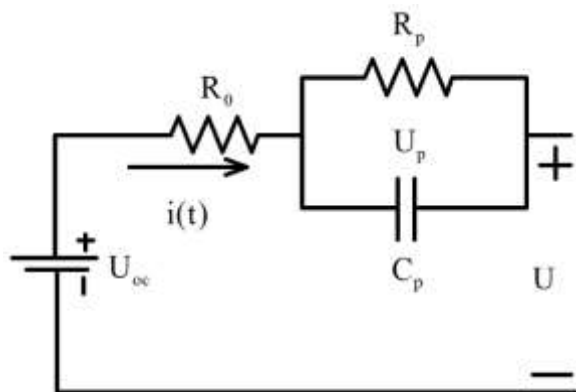


Рис.2. Эквивалентная модель батареи.

Здесь R_p и C_p соответственно поляризационное сопротивление и емкость; U_{oc} – максимальное напряжение; U_p – напряжение на емкости C_p ; $i(t)$ – ток заряда/разряда.

Электрическое поведение модели Тевенина (рис.2) можно выразить следующим образом [17]:

$$\frac{dU_p(t)}{dt} = -\frac{U_p(t)}{R_p C_p} + \frac{i(t)}{C_p} \quad (1)$$

$$U(t) = U_{oc}(t) - R_0 i(t) - U_p(t) \quad (2)$$

Уровень заряда аккумуляторной батареи определяется выражением [18-19]:

$$SOC(t) = SOC(t_0) - \frac{1}{Q_n} \int_{t_0}^t i(t) dt \quad (3)$$

где Q_n - это номинальная емкость батареи, $SOC(t_0)$ — SOC в момент времени t_0 .

В таблице 1 приведены параметры аккумуляторной батареи, используемые в процессе моделирования.

Таблица 1

Параметры BESS

Параметр	Значение
Уровень заряда (SOC)	0.8
Емкость ячейки	25 А.ч
Минимальное напряжение ячейки	11.75 В
Максимальное напряжение ячейки	13.85 В
Количество параллельно соединенных ячеек	60
Количество последовательно соединенных ячеек	65
Номинальное напряжение BESS	0.9 кВ
Внутреннее сопротивление ячейки	0.001 Ом

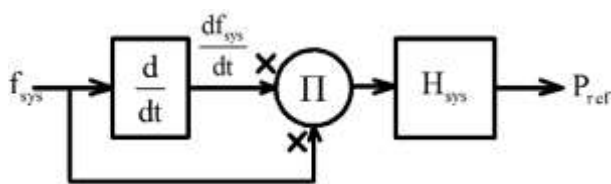


Рис. 3 Модель регулятора частоты.

Регулятор представляет собой простой контур управления, подключаемый к контроллеру силового преобразователя; регулятор частоты вырабатывает сигнал управления активной мощностью в соответствии с уравнением (4) [20]:

$$P_{ref} = H_{syn} f_{sys} \frac{df_{sys}}{dt} \quad (4)$$

где H_{syn} - синтетическая инерция (сек.), а f_{sys} - частота системы в о.е. Реализация регулятора приведена на рис. 3.

Результаты исследования и их анализ. Влияние регулятора синтетической инерции будем исследовать на примере простейшей схемы ЭЭС (рис.4). Схема представляет из себя синхронный генератор мощностью 500 МВт, нагрузку мощностью 90+j30 МВА, линию электропередачи длиной 45 км. Номинальные напряжения узлов 1 и 2 установлены на значениях в 230 кВ. На рис. 4 показаны установившиеся значения параметров режима, включая значения активной и реактивной мощностей и напряжений. На схеме также показана батарея в режиме заряда и потребляющая 2,5 МВт мощности от генератора.

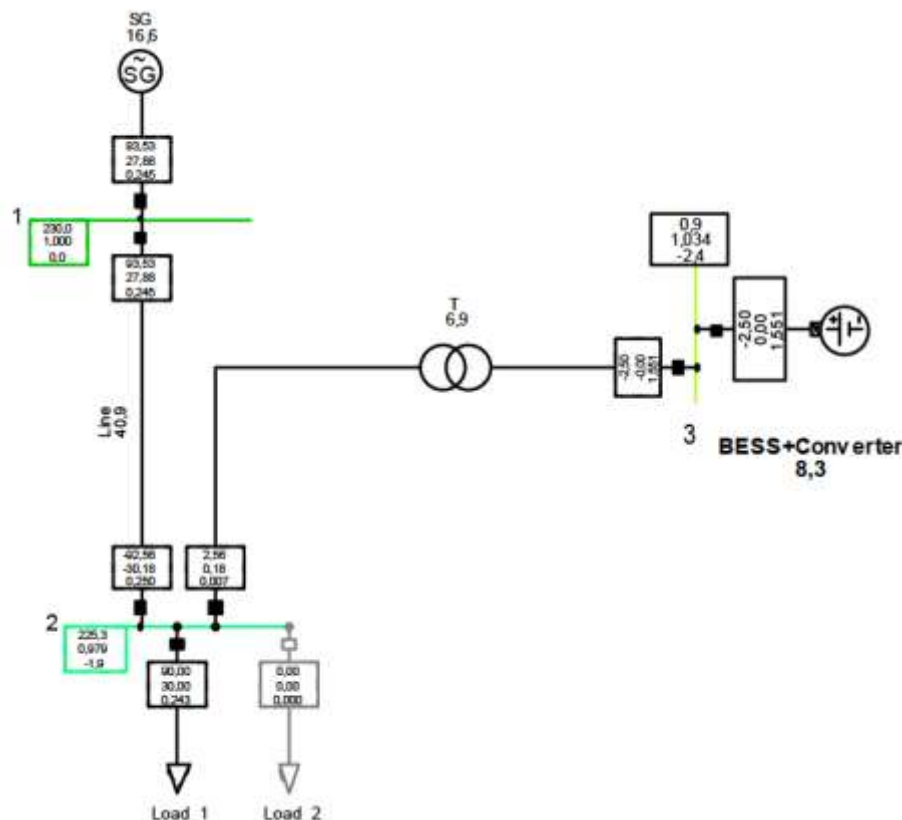


Рис. 4. Тестовая модель ЭЭС.

В качестве первого тестового возмущения будем производить присоединение нагрузки Load_2 мощностью 40 МВт на 1-й секунде моделирования. На рис.5 приведены характеристики изменения частоты f , уровня заряда батарей SOC, напряжения на шинах BESS U_{dc} и мощности отдаваемой в сеть P_{bess} .

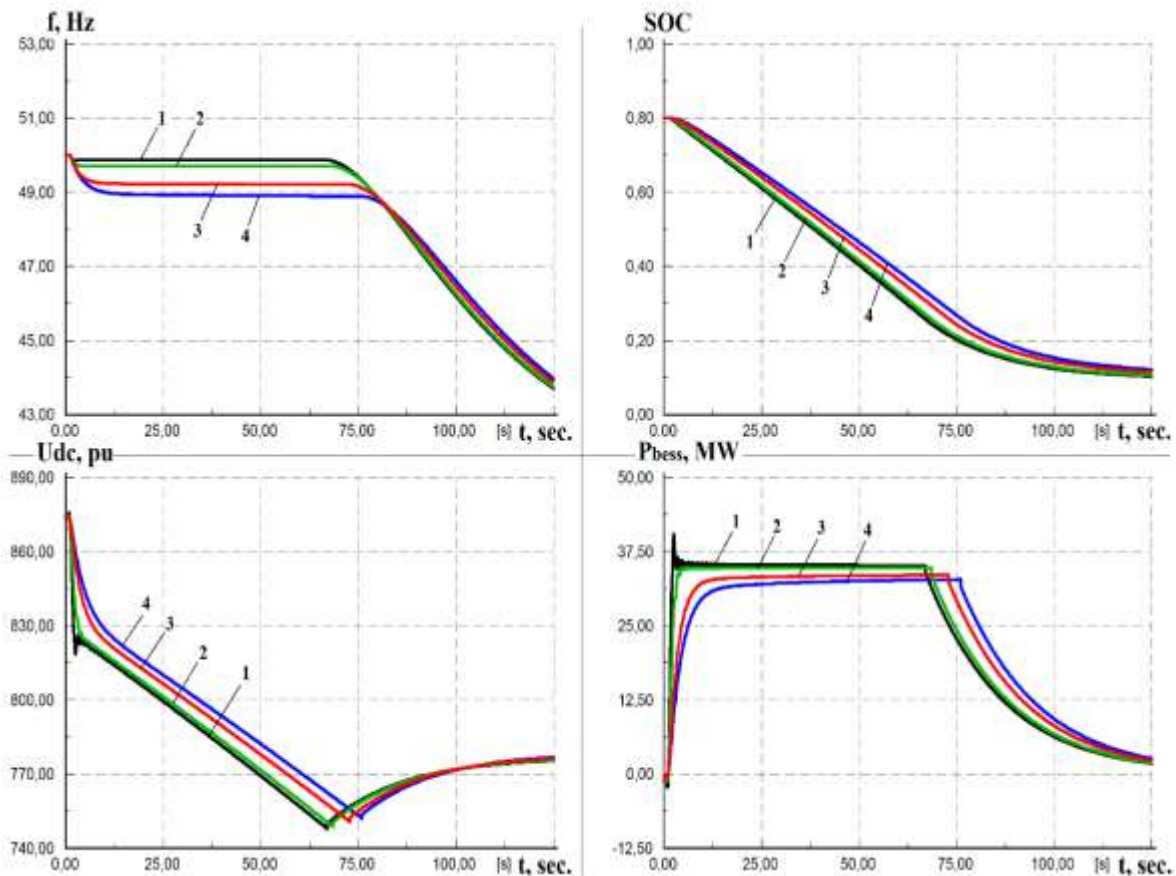


Рис.5. Результаты моделирования при набросе нагрузки:
1 - $H_{syn}=150$; 2 - $H_{syn}=50$; 3 - $H_{syn}=25$; 4 - $H_{syn}=10$.

Из рис. 5 видно, что увеличение коэффициента усиления синтетического регулятора инерции приводит с одной стороны к меньшему снижению частоты системы при внешнем возмущении. Однако следует также отметить, что чрезвычайно высокий коэффициент усиления синтетического инерциального регулятора имеет тенденцию быстро разряжать BESS, что отражено на кривых изменения SOC и напряжения U_{dc} . Следовательно, в случае отсутствия резервов активной мощности, и дальнейшему разряду BESS это приведет в переход BESS в режим заряда и резкому снижению отдаваемой в сеть мощности P_{bess} .

Заключение. Очевидно, что применение BESS в целях повышения инерционности системы и регулирования частоты весьма эффективно. При этом актуальной задачей является оптимизация значения коэффициента усиления регуляторов синтетической инерции, т.к. при больших значениях коэффициента батареи BESS за короткий промежуток времени могут быстро разрядиться. Это доказывает, что регулятор синтетической инерции должен работать в координации с другими регуляторами частоты для стабилизации частоты в энергосистеме. С другой стороны, не большой по величине коэффициент усиления приведет к неэффективной работе регулятора синтетической инерции.

Список литературы

- [1]. Аллаев К.Р. Современная энергетика и перспективы ее развития. Под общей редакцией академика Салимова А.У. Т. «Fan va tehnologiyalar». 2021, 953 стр.
- [2]. ENTSO-E. Rate of Change of Frequency (RoCoF) Withstand Capability; Technical Report; ENTSO-E: Brussels, Belgium, 2018.
- [3]. Fang, J.; Zhang, R.; Tang, Y.; Hongchang, L. Inertia Enhancement by Grid-Connected Power Converters with Frequency-Locked-Loops for Frequency Derivative Estimation. In Proceedings of the 2018 IEEE Power Energy Society General Meeting (PESGM), Portland, OR, USA, 5–10 August 2018; pp. 1–5.

- [4]. H. Ye, W. Pei, Z. Qi, "Analytical Modeling of Inertial and Droop Responses From a Wind Farm for Short-Term Frequency Regulation in Power Systems," IEEE Power & Energy Society, vol. PP, no. 99, pp. 1 - 10, 2015.
- [5]. F. Gonzalez-Longatt, E. Chikuni, W. Stemmet, K. Folly, "Effects of the synthetic inertia from wind power on the total system inertia after a frequency disturbance," Power Engineering Society Conference and Exposition in Africa (PowerAfrica), IEEE, pp. 1 - 7, 2012.
- [6]. X. Li, Y. Huang, J. Huang, S. Tan, "Modeling and control strategy of battery energy storage system for primary frequency regulation," Power System Technology (POWERCON), 2014 International Conference, IEEE, pp. 543 - 549, 22 Oct. 2014.
- [7]. H. Chena, Th. N. Conga, W. Yanga, Ch. Tanb, Y. Lia, Y. Dinga, "Progress in electrical energy storage system: A critical review," Science Direct, vol. 19, no. 3, p. 291–312, March 2009.
- [8]. T. Xia, M. Li, P. Zi, L. Tian, "Modeling and Simulation of Battery Energy Storage System (BESS) Used in Power System," in 5th International Conference on Electric Utility Deregulation and Restructuring and Power Technologies (DRPT), Changsha, 2015.
- [9]. M. Chen, G. A. Rincon-Mora, "Accurate electrical battery model capable of predicting runtime and I-V performance," IEEE Transactions on Energy Conversion, vol.21, no.2, pp. 504 - 511, 2006.
- [10]. Barletta, G.; DiPrima, P.; Papurello, D. Thévenin's Battery Model Parameter Estimation Based on Simulink. Energies 2022, 15, 6207. <https://doi.org/10.3390/en15176207>.
- [11]. Qiao Zhu, Neng Xiong, Ming-Liang Yang, Rui-Sen Huang and Guang-Di Hu State of Charge Estimation for Lithium-Ion Battery Based on Nonlinear Observer: An H_∞ Method, Energies 2017, 10, 679; pp. 1-19, doi:10.3390/en10050679.
- [12]. L. Toma et al., "On the virtual inertia provision by BESS in low inertia power systems," 2018 IEEE International Energy Conference (ENERGYCON), Limassol, Cyprus, 2018, pp. 1-6, doi: 10.1109/ENERGYCON.2018.8398755.
- [13]. C. E. Okafor and K. A. Folly, "Sizing of Battery Energy Storage System (BESS) for Inertia Response Support," 2022 IEEE PES/IAS PowerAfrica, Kigali, Rwanda, 2022, pp. 1-5, doi: 10.1109/PowerAfrica53997.2022.9905309.
- [14]. E. Shoubaki, S. Essakiappan, M. Manjrekar and J. Enslin, "Synthetic inertia for BESS integrated on the DC-link of grid-tied PV inverters," 2017 IEEE 8th International Symposium on Power Electronics for Distributed Generation Systems (PEDG), Florianopolis, Brazil, 2017, pp. 1-5, doi: 10.1109/PEDG.2017.7972515.
- [15]. H. Y. Chan, R. H. G. Tan and O. Ajami, "Investigation on Grid-Scale BESS Capacity for Frequency Support under various System Inertia," 2022 International Conference on Green Energy, Computing and Sustainable Technology (GECOST), Miri Sarawak, Malaysia, 2022, pp. 24-28, doi: 10.1109/GECOST55694.2022.10010379.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАНЕЛЕЙ С ДВУХСТОРОННЕ - ЧУВСТВИТЕЛЬНЫМИ КРЕМНИЕВЫМИ СОЛНЕЧНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

С.Ф. Эргашев¹, Ж.И. Каххаров², Р. Алиев², Э. Гоипов²

¹Ферганский политехнический институт

²Андижанский государственный университет

(Получена 26.10.2023 г.)

Ushbu ishda ikki tomonlama sezgir kremniy quyosh elementlari bo'lgan energiya panellarining asosiy fotovoltaiik va energiya xarakteristikalari eksperimental tarzda o'rganiladi va aniqlanadi. Quyosh panellarining turli xil yorug'lik sharoitida turli xil chiqish xususiyatlarining namoyon bo'lish xususiyatlari kremniy qalinligida yorug'lik yutilishi va zaryad tashuvchilarning fotogeneratsiyasi mexanizmlari, ularni pn to'sig'i bilan ajratish va zaryadlarni yig'ish farqi bilan ochib berilgan va tushuntirilgan. kontakt elektrodleri orqali. Quyosh nurlanishining intensivligining ikki qirrali sezgir kremniy quyosh xujayralari bo'lgan panellarning chiqish fotovoltaiik va energiya xususiyatlariga ta'siri aniqlandi. Panellarning quyosh nurlanishining yo'nalishiga moyilligini tanlashning o'ziga xos xususiyati aniqlandi. Ikki tomonlama sezgir kremniy quyosh batareyalari bo'lgan energiya panelining fotovoltaiik samaradorligining harorat koeffitsienti bir tomonlama panellardan 1,15 baravar kam ekanligi aniqlandi. Quyosh panellarining orqa tomonining tarqoq nurni aks ettiruvchi yuzasi rangiga yuqori sezgirliigi aniqlandi va ko'k, sariq va yashil ranglarning afzalliklari ko'rsatildi. Bu natija kremniy quyosh xujayralarining spektral sezgirligining selektivligi bilan bog'liq. Shuning uchun, ikki tomonlama

sezgir kremniy quyosh xujayralari bilan energiya panellaridan yanada samarali foydalanish uchun tomlarni ushbu ranglarda bo'yash tavsiya etiladi. Quyosh panellarini erga o'rnatish sharoitida yashil (maysazor) qoplamali maydonni tanlash tavsiya etiladi.

Kalit so'zlar: silikon quyosh batareyasi, quyosh paneli, ikki tomonlama sensor elementi, oqim kuchlanishining xarakteristikasi, yorug'lik intensivligi.

В работе экспериментально исследованы и определены основные фотоэлектрические и энергетические характеристики панелей с двухсторонне-чувствительными кремниевыми солнечными элементами. Выявлены особенности проявления различных выходных характеристик солнечных панелей при различных условиях освещения и объяснены механизмами поглощения света и фотогенерации носителей заряда в толще кремния, различием их разделения р-п-барьером и собирания зарядов контактными электродами. Определено влияние интенсивности солнечного излучения на выходные фотоэлектрические и энергетические характеристики панелей с двухсторонне-чувствительными кремниевыми солнечными элементами. Выявлена особенность выбора наклона панелей к направлению солнечного излучения. Установлено, что температурный коэффициент фотоэлектрической эффективности энергетической панели с двухсторонне-чувствительными кремниевыми солнечными элементами имеет значение в 1,15 раз меньше, чем односторонние панели. Выявлена высокая чувствительность тыльной стороны солнечных панелей к цвету отражающей поверхности рассеянного света и показана преимущества синего, желтого и зеленого цветов. Такой результат связан с селективностью спектральной чувствительности кремниевых солнечных элементов. Следовательно, рекомендована покрасит крыши на такие цвета для более эффективного использования энергетических панелей с двухсторонне-чувствительными кремниевыми солнечными элементами. В условиях наземного установления солнечных панелей желатательно выбрать местность с зеленым (газовым) покрытием.

Ключевые слова: кремниевый солнечный элемент, солнечный панель, двухсторонне-чувствительный элемент, вольт-амперная характеристика, интенсивность света.

The basic photo-electric and power characteristics of panels with bifacial - sensitive silicon solar cells are experimentally investigated and defined in the article. Features of display of various target characteristics of solar panels are revealed under various conditions of illumination and by mechanisms of absorption of light and photo-generation of carriers of a charge in thickness of silicon explained, distinction of their division by a p-n-barrier and collecting of charges by contact electrodes. Influence of intensity of sunlight for the weekend photo-electric and power characteristics of panels with bifacial - sensitive silicon solar cells is defined. Feature of a choice of an inclination of panels to a sunlight direction is revealed. It is established that the temperature factor of photo-electric efficiency of the power panel with bifacial-sensitive silicon solar cells matters in 1,15 times less, than unilateral panels. High sensitivity of the back party of solar panels to colour of a reflecting surface of a diffused light is revealed and shown advantages of dark blue, yellow and green colours. Such results with selectivity of spectral sensitivity of silicon solar cells is connected. Hence, it is recommended will paint roofs on such colours for more effective utilisation of power panels with bifacial - sensitive silicon solar cells. In the conditions of a land establishment of solar panels it is desirable to choose district with green a covering.

Key words: silicon solar cells, solar panel, bifacial-sensitive cells, I-V characteristic, intensity of light.

Введение

Фотоэлектрические энергетические панели (ФЭП) с двухсторонне-чувствительными кремниевыми солнечными элементами (СЭ) вырабатывают существенно большую энергию, чем обычные ФЭП с односторонними СЭ. Это связано с дополнительной генерацией носителей заряда за счет отраженных от вторичных предметов рассеянного солнечного излучения [1, 2].

По предположению некоторых экспертов преимущества ФЭП с ДЧ СЭ должна достигать до 15-25 %. Однако, фактический дополнительный прирост мощности составляет 5-15 % [3]. Вклад тыльного фототока существенно зависит от уровня освещения,

направленного от поверхности вторичных предметов. Авторы [4] полагают, что путем оптимизации вторичных отражателей выходную мощность ФЭП с ДЧ СЭ можно существенно увеличить по сравнению с обычными ФЭП. По оценке авторов [5] ФЭП с ДЧ СЭ будут расширены в мировом рынке фотоэлектричества до 60 % в 2029 году. В работе [6] предполагают прирост таких ФЭП до 40 % в 2025 году с конкретным расширением внедрения плавучих систем на поверхности водохранилищ [7], звуконепроницаемых барьеров [8], в крупных фотоэлектрических станциях, и в системах слежения за солнцем. Ожидается повышение выходной мощности ФЭП с ДЧ СЭ в системах слежения за солнцем на 30-40 %, чем обычные ФЭП. При этом необходимо отметить, что стоимость ФЭП с ДЧ СЭ незначительно выше, чем обычные ФЭП [5, 8].

В фотоэлектричестве широко применяется стандарт IEC 60904, в котором не предусмотрены условия для измерения интенсивности освещенности тыльной поверхности ФЭП с ДЧ СЭ. Поэтому были предложены условия измерения для двухсторонних ФЭП. В лабораторных условиях проводятся такие измерения, которые не гарантируют стандартные измеримые результаты. В ФЭП с ДЧ СЭ выходная мощность увеличивается на 50 %.

При использовании ФЭП с ДЧ СЭ важное значение имеет угол наклона ФЭП. Оптимальный наклон и высота установки позволяет эффективного достижения отраженного от земли солнечного излучения до тыльной стороны. Также утверждается отсутствие точных инструментов для моделирования энергии ФЭП с ДЧ СЭ. Определенная в исследованиях, проводимых на севере Аляски разница в количестве преобразуемой энергии при помощи ФЭП с ДЧ СЭ и обычными ФЭП составляет приблизительно 21 %.

По показаниям расчета при использовании ФЭП с ДЧ СЭ получаемая мощность на 16 % выше по сравнению с односторонними ФЭП. В установках, расположенных в Корее, круглогодичный дополнительный энергетический выигрыш от ФЭП с ДЧ СЭ составляет от 10.5 % до 33.3 % по сравнению с односторонними ФЭП. Одноосное слежение за солнцем увеличил производство минимальной энергии 15.8 % [5 - 8].

Таким образом, из обзора известных работ можно отметить, что по настоящее время не существует стандартной методики измерения основных фотоэлектрических характеристик ФЭП с ДЧ СЭ. Выполнение экспериментальных измерений осуществлены в различных географических широтах, земля под ФЭП различаются оптическими свойствами, угол наклона ФЭП не нормирован и исследованы различные ФЭП как по размеру и количеству СЭ, так и структуре кремниевых СЭ. Поэтому представляет интерес исследование одного ФЭП с ДЧ СЭ в сравнении с ФЭП с аналогичными односторонними кремниевыми СЭ в идентичных условиях освещения окружающей среды. Именно решению этой задачи посвящена данная работа. Причем, для четкого выделения вклада освещения тыльной стороны ФЭП с ДЧ СЭ разработан специальный лабораторный стенд.

Методика исследования

В первую очередь исследованы особенности двусторонне-чувствительных СЭ. Для исследования выбраны СЭ типа PERC M10, а также с брендом ALLMEJORES. СЭ имеют p^+-n-n^+ -структуру и различного типоразмеров: $51 \times 51 \text{ мм}^2$, $91 \times 91 \text{ мм}^2$, $126 \times 126 \text{ мм}^2$, $182 \times 182 \text{ мм}^2$. СЭ изготовлены на базе n -монокристаллического кремния толщиной 175 мкм со степенью объемного легирования фосфором 10^{15} см^{-3} . Эмиттерный p^+ -слой содержит уровень легирования бором 10^{17} см^{-3} ; Изотипный n^+ -слой содержит уровень легирования фосфором 10^{17} см^{-3} . Измерение ВАХ и других характеристик исследованных СЭ осуществлялось при помощи стандартной установки «Sinton Instrument Suns-Voc». Затем исследованы СП “PV module Level A and PV module LR5-72HBD-535M” с размером $2280 \times 1140 \text{ мм}^2$, содержащие 144 СЭ с размером $182 \times 182 \text{ мм}^2$ с исходными электрическими параметрами приведенными в табл. 1. Использованы измерители типа PeakTech 3340 DMM (мультиметр), FLUS IR-892 (тепловизор) и Solar Power Meter типа CEM DT-1307.

Таблица 1.

Основные электрические параметры исследованных панелей

1	Максимальная мощность (P_m)	535 Вт
2	Фотонапряжение в точке P_m (V_{mp})	41.50 В
3	Фототок в точке P_m (I_{mp})	12.90 А
4	Напряжение холостого хода (V_{xx})	49.35 В
5	Ток короткого замыкания ($I_{кз}$)	13.78 А
6	Погрешность мощности	0 ~ 3 %
7	Погрешности V_{xx} и $I_{кз}$	± 3 %
8	Максимальное напряжение	DC 1500 В (IEC/UL)
9	Максимальная последовательная оценка плавкого предохранителя	30 А
10	Допустимая температура	-40 °C ~ +85 °C
11	Условия измерения (стандарные)	STC: AM = 1.5; $W = 1000 \text{ Вт/м}^2$; $T_c = 25$ °C.

При исследовании СЭ и СП использован специальный лабораторный стенд с плоскими зеркальными отражателями, установленными по наклону 45 град по отношению освещаемой поверхности СЭ и СП, позволяющие отдельно и одновременно освещать фронтальную и тыльную сторон каждого исследуемого объекта (рис. 1). Необходимо отметить, что лабораторный измерительный стенд позволял варьировать плотность освещенности на поверхности СЭ и СП в диапазоне $95 \div 1000 \text{ Вт/м}^2$. Также предусмотрено изменение угла наклона СЭ и СП в процессе измерения их характеристик. Эксперименты с изменением цвета отражающей поверхности, направляющего света на тыльную сторону СП выполнены в натуральных условиях.



а)



б)

Рис. 1. Фотография лабораторных стендов для измерения основных фотоэлектрических параметров двухсторонне-чувствительных кремниевых солнечных элементов (а) и фотоэлектрических панелей (б) с двухсторонне-чувствительными кремниевыми солнечными элементами.

Результаты исследования и их обсуждение

В первую очередь исследованы СЭ с двухсторонней чувствительностью (ДЧ). Результаты измерения ВАХ ДЧ СЭ, полученные «Sinton Instrument Suns-Voc» позволяли

вычислять все основные фотоэлектрические и энергетические параметры. На рис. 2 приведены ВАХ кремниевого солнечного элемента ($91 \times 91 \text{ мм}^2$) с плоским p^+-n-n^+ -переходом и двухсторонним сеточным контактом, снятые при фронтальном (1) и тыльном (2) освещении. На рис. 3 приведены зависимости выходной мощности кремниевого ДЧ СЭ ($91 \times 91 \text{ мм}^2$) с плоским $p-n$ -переходом со p^+-n-n^+ -структурой и двухсторонним сеточным контактом от фотонапряжения при освещении с фронтальной (1) и тыльной (2) сторон.

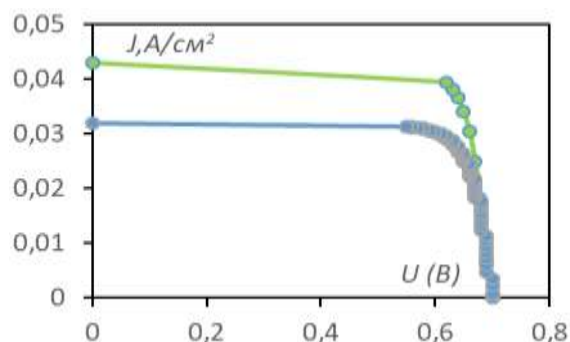


Рис. 2. Кривые ВАХ кремниевого солнечного элемента ($91 \times 91 \text{ мм}^2$) с плоским $p-n$ -переходом и двухсторонним сеточным контактом при освещении с фронтальной (1) и тыльной (2) сторон.

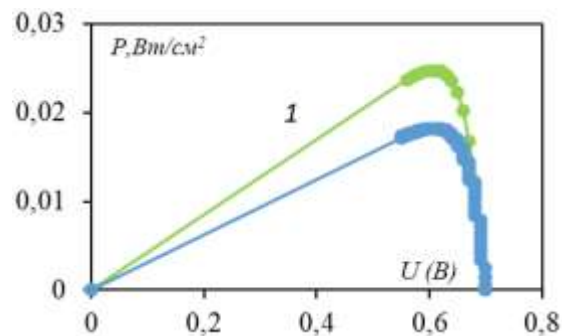


Рис. 3. Зависимость выходной мощности кремниевого солнечного элемента ($91 \times 91 \text{ мм}^2$) с плоским $p-n$ -переходом и двухсторонним сеточным контактом от фотонапряжения при освещении с фронтальной (1) и тыльной (2) сторон

Как следует из данных рис. 2 и рис. 3, величина преобразованной фотоэлектрическим способом энергии в условиях освещения одинаковым потоком света различаются существенно. Так, энергия полученная при фронтальном освещении в 1,34 раза больше, чем при тыльном освещении. Такое различие можно объяснить существенными факторами переноса НЗ в полупроводниковых структурах:

- 1) природой поглощения света в толщине пластины кремния [9], способствующей различной фотогенерации НЗ на различных глубинах;
- 2) различием эффективности разделения неравновесных НЗ основным p^+-n -переходом;
- 3) различием эффективности собирания разделенных p^+-n -переходом НЗ [10] омическими контактами.

При освещении с фронтальной стороны преимущественная часть фотонов поглощается вблизи основного p^+-n -перехода и эффективно разделяются им. В случае освещения с тыльной стороны преимущественная часть фотонов поглощается вблизи изотипного n^+-n -перехода и вдали от основного p^+-n -перехода. Следовательно, разделение неравновесных НЗ в последнем случае является менее эффективным, чем в случае освещения с фронтальной стороны. Тем не менее проведенные исследования свидетельствовали, что при одновременном освещении двух сторон ДЧ СЭ можно достигать увеличению выходной мощности почти в 1,6 – 1,7 раз. Такие результаты показывают перспективность разработки солнечных панелей с двухсторонним освещением.

В отличие от обычных ФЭП при использовании ФЭП с ДЧ СЭ имеется некоторая особенность, связанная с разнообразностью интенсивности солнечного излучения на его тыльную сторону в зависимости от высоты установки и наклона ФЭП, гладкости и цвета

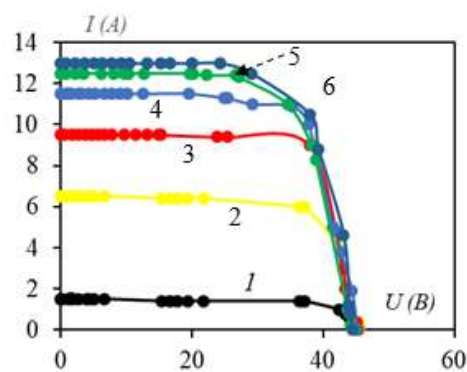


Рис. 4. Кривые ВАХ солнечной панели при освещении с фронтальной стороны при различных плотностях освещения (1-95 Вт/м², 2-450 Вт/м², 3-630 Вт/м², 4-700 Вт/м², 5-740 Вт/м², 6-760 Вт/м²).

отражающей поверхности внешних предметов или горизонтальной опоры. В связи с этим представляет интерес исследование влияния интенсивности света на СП. Для более точной оценки вклада освещения тыльной поверхности ФЭП необходимо детально исследовать влияние интенсивности освещения как тыльной, так и фронтальной сторон.

На рис. 4 приведены кривые ВАХ солнечной панели при освещении с фронтальной стороны при различных плотностях освещения: 1 - 95 Вт/м², 2 - 450 Вт/м², 3 - 630 Вт/м², 4 - 700 Вт/м², 5 - 740 Вт/м², 6 - 760 Вт/м².

По данным графических кривых на рис. 4 определены зависимости выходной мощности солнечной панели при освещении с фронтальной стороны при различных плотностях освещения: 1 - 95 Вт/м², 2 - 450 Вт/м², 3 - 630 Вт/м², 4 - 700 Вт/м², 5 - 740 Вт/м², 6 - 760 Вт/м². Как следует из физики полупроводников, с увеличением интенсивности освещения растет концентрация фотогенерированных носителей заряда в объема кремниевых СЭ. Следовательно, возрастают величина плотности фототока короткого замыкания $J_{кз}$ и напряжение холостого хода $U_{хх}$ ФЭП с кремниевыми СЭ (рис. 5).

Наблюдается аналогичный ход зависимости выходной мощности ($P = J \times U$) ФЭП с кремниевыми СЭ при увеличении интенсивности освещения их фронтальной стороны в исследованном диапазоне.

С целью определения вклада фотоэлектрических параметров при освещении тыльной стороны проведены отдельные эксперименты. Измерены кривые ВАХ при освещении только тыльную поверхность ФЭП при различных интенсивностях света. Получены ВАХ солнечной панели при освещении с фронтальной стороны при различных плотностях освещения. С практической точки зрения представляет большой интерес одновременное освещение фронтальной и тыльной стороны СП. В таком случае можно ожидать почти двукратное увеличение выходной мощности СП за счет роста величины фототока. Однако представляется конструкционно сложным одновременное освещение СП, что сопровождается дополнительными материальными расходами для изготовления таких энергетических установок.

Поэтому выполнено исследование кремниевых двухсторонне-чувствительных СЭ с размером 52×52 мм² при освещении с фронтальной, тыльной стороны и одновременно с двух сторон при плотности освещенности 600 Вт/м² используя лабораторный стенд (рис. 1).

При установлении СП на земле или на крыше зданий допускается разные цвета поверхностей, отражающих и направляющих рассеянного света на тыльную поверхность СП. Такое состояние представляет важности предварительной оценки влияния разных цветов отражающей поверхностей и оптимизировать угол наклона СП с учетом особенности отражения света от поверхности разноцветных рассеивающих предметов. Поэтому поставлены отдельные эксперименты с использованием натуральных условий.

Выявлена высокая чувствительность тыльной стороны солнечных панелей к цвету отражающей поверхности рассеянного света и показана преимущества синего, желтого и зеленого цветов. Такой результат можно объяснить селективностью спектральной чувствительности кремниевых СЭ. Следовательно, можно рекомендовать покрасить крыш на такие цвета и преимущественно на зеленый для более эффективного использования энергетических панелей с двухсторонне - чувствительными кремниевыми солнечными элементами. В условиях наземного установления СП желательно выбрать местность с покрытием зелени (газоны). Путем проведения целенаправленных экспериментов выявлена особенность выбора наклона панелей к направлению солнечного излучения.

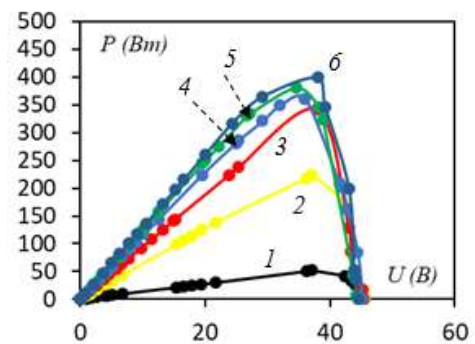


Рис. 5. Зависимость выходной мощности солнечной панели при освещении с фронтальной стороны при различных плотностях освещения (1-95 Вт/м², 2-450 Вт/м², 3-630 Вт/м², 4-700 Вт/м², 5-740 Вт/м², 6-760 Вт/м²).

Таким образом, определено влияние интенсивности солнечного излучения на выходные фотоэлектрические и энергетические характеристики панелей с двухсторонне-чувствительными кремниевыми солнечными элементами.

Выполнен периодический контроль температуры поверхности исследованных ФЭП с ДЧ СЭ в сопоставлении с обычными ФЭП при помощи пирометра FLUS IR-892 (тепловизор), а интенсивность света при помощи Solar Power Meter типа СЕМ DT-1307. Путем вычисления температурных коэффициентов основных фотоэлектрических параметров $J_{кз}$, $U_{хх}$, коэффициента заполнения ВАХ FF и $KПД$ ФЭП с ДЧ и односторонне-чувствительными кремниевыми СЭ. Причем, для определения КПД ФЭП использовано известное выражение:

$$KПД = FF (J_{мр} \times U_{мр} / J_{кз} \times U_{хх}) \times W^{-1},$$

где W – плотность падающего на поверхность СЭ освещения, $J_{мр}$ и $U_{мр}$ – плотность тока напряжение в точке максимальной мощности ВАХ солнечной панели.

Определено, что температурный коэффициент фотоэлектрической эффективности энергетической панели с двухсторонне-чувствительными кремниевыми солнечными элементами имеет значение в 1,15 раз меньше, чем односторонние панели. Такая разница в значении температурного коэффициента фотоэлектрической эффективности двух видов энергетических панелей связано с прозрачностью исследованных ФЭП с ДЧ СЭ инфракрасной составляющей солнечного излучения.

Заключение

В результате физического анализа полученных экспериментальных данных сформулированы следующие выводы:

1. Определены основные фотоэлектрические и энергетические характеристики панелей с двухсторонне-чувствительными кремниевыми солнечными элементами.
2. Особенности проявления различных выходных характеристик солнечных панелей при различных условиях освещения обоснованы механизмами поглощения света и фотогенерации носителей заряда в толще кремния, различием их разделения p - n -барьером и собирания зарядов контактными электродами.
3. Определено влияние интенсивности солнечного излучения на выходные фотоэлектрические и энергетические характеристики панелей с двухсторонне-чувствительными кремниевыми солнечными элементами. Выявлена особенность выбора наклона панелей к направлению солнечного излучения.
4. Температурный коэффициент фотоэлектрической эффективности энергетической панели с двухсторонне-чувствительными кремниевыми солнечными элементами имеет значение в 1,15 раз меньше, чем односторонние панели. Такой результат обоснован прозрачностью исследованных панелей инфракрасной составляющей солнечного излучения.
5. Выявлена высокая чувствительность тыльной стороны солнечных панелей к цвету отражающей поверхности рассеянного света и показана преимущества синего, желтого и зеленого цветов. Такой результат связан с селективностью спектральной чувствительности кремниевых солнечных элементов. Следовательно, рекомендована покраска крыш на такие цвета для более эффективного использования энергетических панелей с двухсторонне-чувствительными кремниевыми солнечными элементами. В условиях наземного установления СП желательно выбрать местность с зеленым (газонным) покрытием.

Список литературы

- [1]. Kurz, D.; Lewandowski, K.; Szydłowska, M. Analysis of efficiency of photovoltaic bifacial cells. In Proceedings of the ITM Web of Conferences 19/2018, Poznań, Poland, 23–24 April 2018; p. 01020.
- [2]. Aoyama, T.; Aoki, M.; Sumita, I.; Yoshino, Z.; Ogura, A. Effect of Glass Frit in Metallization Paste on the Electrical Losses in Bifacial N-type Crystalline Silicon Solar Cells. In Proceedings of the 43rd IEEE Photovoltaic Specialists Conference (PVSC), Portland, OR, USA, 5–10 June 2016; pp. 2854–2858.
- [3]. Schmid, A.; Reise, C. Realistic Yield Expectations for Bifacial PV Systems—An Assessment of Announced, Predicted and Observed Benefits, Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE, 2015, Kolonia. Available online: <https://www.tuv.com/media/>

- [4]. corporate/solar_1/pv_modulworkshop_2/42_Reise_Realistic_Yield_Expectations_for_Bifacial_PV_Systems.pdf
- [5]. Langels, H.; Gannedahl, F. BiFacial PV Systems A Technological and Financial Comparison between BiFacial and Standard PV Panels, Uppsala, 2018. Available online:
- [6]. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1218780/FULLTEXT01.pdf>
- [7]. International Technology Roadmap for PV(ITRPV) 2018 Results, Version 10. Available online: <https://itrvp.vdma.org/en/>
- [8]. Wang, X.; Barnett, A. The Evolving Value of Photovoltaic Module Efficiency. Appl. Sci. 2019, 9, 1227. [CrossRef]
- [9]. Cha, H.L.; Bhang, B.G.; Park, S.Y.; Choi, J.H.; Ahn, H.K. Power Prediction of Bifacial Si PV Module with Different Reflection Conditions on Rooftop. Appl. Sci. 2018, 8, 1752.
- [10]. Faturrochman, G.J.; de Jong, M.M.; Santbergen, R.; Folkerts, W.; Zeman, M.; Smets, A.H.M. Maximising annual yield of bifacial photovoltaic noise barriers. Sol. Energy 2018, 162, 300–305.
- [11]. С.Зайнабидинов, Р.Алиев, М.Муйдинова Особенности поглощения излучения в кремнии с поверхностной текстурой и его влияние на свойства фотоэлектрических преобразователей. // Альтернативная энергетика и экология (ISJAE). 2019, № 28-33. С. 18-25.
- [12]. R.Aliev, J.Gulomov, M.Abduvohidov, S.Aliev, Zh.Ziyaitdinov, N.Yuldasheva Stimulation of Photoactive Absorption of Sunlight in Thin Layers of Silicon Structures by Metal Nanoparticles. // Applied Solar Energy. 2020, 56, 364 370 pp.

ЎЗБЕК ТИЛИ УЧУН ТИЛ МОДЕЛИНИ ҚУРИШ

Н.С. Маматов ¹, Ш.Ш. Абдуллаев ², З.Б. Юлдашев ², Ю.Ш. Йўлдошев ³

¹“ТИҚХММИ” Миллий тадқиқот университети, m_narzullo@mail.ru

²Олий таълим, фан ва инновациялар вазирлиги,

shash3005@gmail.com, z.yuldashev@mininnovation.uz

³Олий аттестация комиссияси, yusuf_yuldoshev@mail.ru

(Қабул қилинди [18.11.2023](#) й.)

Ушбу мақолада тил моделлари, уларни қуришда фойдаланиладиган ёндашувлар, чуқур ўқитишга асосланган тил моделлари, йирик тил моделлари, уларни баҳолаш мезонлари, тил моделини ишлаб чиқишда пайдо бўладиган муаммолар ва уларни ҳал қилишда фойдаланиладиган чуқур ўқитишга асосланган усуллар келтириб ўтилган. Бундан ташқари ўзбек тили учун тил моделини қуришда фойдаланилган маълумотлар тўплами ва рекуррент нейрон тармоқларнинг LSTM туридан фойдаланиб қурилган модел параметр ва гиперпараметрлари келтириб ўтилган.

Калит сўзлар: ўзбек тилининг, тил моделлари, сунъий интеллект, нейрон тармоқ, табиий тиллар, нутқ.

В данной статье представлены языковые модели, подходы, используемые при их построении, языковые модели на основе глубокого обучения, большие языковые модели, критерии их оценки, проблемы, возникающие при разработке языковых моделей, а также методы глубокого обучения, используемые для их решения. Кроме того, упоминается набор данных, используемый для построения языковой модели для узбекского языка, а также параметры и гиперпараметры модели, построенной с использованием рекуррентных нейронных сетей типа LSTM.

Ключевые слова: узбекский язык, языковые модели, искусственный интеллект, нейронная сеть, естественные языки, речь.

This article presents language models, approaches used in their construction, deep learning-based language models, large language models, their evaluation criteria, problems that arise in language model development, and deep learning-based methods used to solve them. In addition, the data set used to build the language model for the Uzbek language and the parameters and hyperparameters of the model built using the LSTM type of recurrent neural networks are mentioned.

Key words: Uzbek language, language models, artificial intelligence, neural network, natural languages, speech.

Қириш. Тил моделлари ҳозирги кунга келиб кўплаб сунъий интеллект технологияларига асосланган иловаларнинг муҳим таркибий қисмига айланиб бормоқда. Бунга мисол қилиб, ChatGPT, GPT-4, Google BARD каби сунъий интеллектли ассистентлар, Midjourney, Runway,

Dall-E каби матн асосида тасвир ва видео генерация қилувчи генератив сунъий интеллект тизимларини келтириш мумкин. Бундан ташқари нутқни таниб олиш тизимининг ҳам асосий таркибий қисмларидан бири бу тил моделидир. Кўп йиллар давомида статистик тил моделлари кенг фойдаланиб келинади. Ушбу модел сўзлари қатъий тартибга эга бўлган табиий тиллар учун самарали эканлиги кўплаб тадқиқотчилар томонидан эътироф этилади, бироқ ўзбек тилининг кўплаб ўзига хос хусусиятлари мазкур моделдан фойдаланиш самарадорлигини камайишига олиб келади. Ўзбек тилидаги гапларда сўз тартиби нисбатан эркин бўлиб, у нутқни таниб олиш тизими лугати ҳажмини ошишига сабаб бўлади. Шунинг учун мазкур мақола ўзбек тилини ўзига хос хусусиятларини иноватга олувчи тил моделларини қуришга бағишланган бўлиб, унда тил моделларини нутқни таниб олиш масаласини ечишда қўлланилиши, уларни услублари, шунингдек, статистик моделларни қуришда юзага келадиган муаммолар ва уларни бартараф этиш ёндашувлари келтириб ўтилган.

Асосий қисм. Тил модели бирор бир табиий тилда қабул қилинадиган сўзлар кетма-кетлиги бўйича чекловлар тўплами бўлиб, бунда чекловлар, масалан, генератив грамматика қоидалари ёки содда ўқитиш корпусида баҳоланган ҳар бир сўз жуфтлиги статистикаси орқали ифодаланиши мумкин. Ўхшаш овозли фонемага эга сўзлар мавжуд бўлса-да, одатда инсонларга бу сўзни таниб олиш қийин бўлмайди. Бу асосан инсонни контекстни билиши ва ушбу контекстда қандай сўзлар ёки иборалар бўлиши мумкинлиги ҳақида жуда яхши маълумотга эга эканлиги билан боғлиқдир. Нутқни таниб олиш тизимига ушбу контекстни тақдим этиш тил моделининг асосий мақсади ҳисобланади. Тил модели тизим тилида қандай сўзлар тўғри ва улар қандай кетма-кетликда бўлиши мумкинлигини аниқлайди. Тилни моделлаштириш ҳужжатдаги кейинги сўз ёки белгини башорат қилиш масаласи ҳисобланади. Ушбу усул матнни генерациялаш, таснифлаш ва саволларга жавоб бериш каби табиий тил масалаларининг кенг доирасига қўлланилиши мумкин бўлган тил моделларини ўқитишда қўлланилиши мумкин.

Тилни моделлаштириш усуллариининг умумий турлари N-грамм ва нейрон тармоқли тил моделларидир. Моделни тилни моделлаштириш қобилияти кросс-энтропия ва чалкашлик (perplexity) ёрдамида ўлчанади. Тилни моделлаштиришни баҳолаш учун WikiText-103, One Billion Word, Text8, C4 каби маълумотлар тўпламлари мавжуд. Афсуски ўзбек тилида табиий тилга ишлов бериш масалаларини ҳал қилиш учун бундай маълумотлар тўпламлари ҳозирги кунда мавжуд эмас. Ушбу мақолада нутқни таниб олиш тизими аниқлигини оширишга хизмат қилувчи тил моделини қуриш бўйича олиб борилган тадқиқотлар ёритилган.

Бугунга келиб йирик тил моделларини (LLM - Large Language Model) ишлаб чиқишга эътибор янада кучайди. Турли компаниялар томонидан ишлаб чиқилган бир нечта йирик тил моделлари мавжуд. Улар ичида OpenAI компаниясининг GPT (Generative Pre-trained Transformer) GPT-3 (175 млрд параметрни ўз ичига олган) [2] ва GPT-4 моделлари бугунга келиб жуда машҳур бўлиб улгурди. Бу моделлар GPT сериясининг давоми ҳисобланади. GPT-4 жуда катта ва кучли модел бўлиб, кенг қўламли вазифаларни, жумладан, матн яратиш, таржима қилиш, саволларга жавоб бериш ва бошқаларни бажаришга қодир. Google компаниясининг BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) модели жумлалардаги сўзларнинг контекстини тушунишда айниқса самарали ҳисобланади. У Google Searchда қидирувни яхшилаш ва саволларга жавоб бериш учун кенг қўлланилади.

Юқорида келтирилган йирик тил моделларини ишлаб чиқишда трансформер архитектурасидан фойдаланилади. Трансформер типдаги нейрон тармоқлар табиий тилга ишлов бериш (NLP – Natural Language Processing) билан боғлиқ масалаларда ўзининг самарадорлигини илк тадқиқотлардан бери исботлаб келмоқда [3].

Тилларни моделлаштириш имкониятларини баҳолаш. Бунинг учун энг сўнгги машҳур мезонлардан бири бу SuperGLUE деб аталувчи мезондир. SuperGLUE (Super General Language Understanding Evaluation) - бу табиий тилни тушуниш ва қайта ишлашда замонавий сунъий интеллект тизимлари, айниқса йирик тил моделлари имкониятларини баҳолаш ва солиштириш учун мўлжалланган мезонлар тўплами. У олдинги GLUE муаммолар тўпламининг янада мураккаб ва кенгроқ версияси сифатида ишлаб чиқилган.

SuperGLUE ўз ичига BoolQ - саволга жавоб ҳа/йўқ эканлигини аниқлаш, CB (CommitmentBank) - тасдиқларни мантиқий изчиллик, қарама-қаршилик ёки бетарафлик бўйича

баҳолаш, СОРА (Choice of Plausible Alternatives) - иккита мумкин бўлган вариантдан берилган тасдиқ учун сабаб ёки оқибатни танлаш, MultiRC (Multi-Sentence Reading Comprehension) - бир нечта жумлаларни ўқиш ва бир нечта танлов саволларига жавоб бериш ва бошқа масалаларни олади [4].

Тил моделлари энг катта эҳтимолликдаги токенлар кетма-кетлигини генерация қилишга ўқитилади. Фараз қилайлик, $y_1, y_2, \dots, y_n$ гапдаги токенлар ва $P(y_1, y_2, \dots, y_n)$ ушбу токенларни айнан шу кетма-кетликда учраш эҳтимоли бўлсин. Бу эҳтимолликларни эҳтимолликлар қўпайтмаси қондаси бўйича қуйидаги кўринишида ифодалаш мумкин.

$$P(y_1, y_2, \dots, y_n) = P(y_1) \cdot P(y_2 | y_1) \cdot \dots \cdot P(y_n | y_1, \dots, y_{n-1}) = \prod_{t=1}^n P(y_t | y_{<t})$$

Ўзбек тили учун тил моделини қуриш. Ўзбек тилидаги тил моделини қуришда ўқитишда маълумотлари сифатида фойдаланиш учун матнли маълумотлар “txt” форматидаги лотин ёзувига асосланган ўзбек алифбосида имло хатоларидан ҳоли матнлар базаси шакллантирилди. Бунда сатрлар сони 423 183 та, сўзлар сони: 3 270 573 та саҳифалар сони эса 10 362 тани ташкил этди. 1-расмда рекуррент нейрон тармоққа асосланган тил модели тузилиши келтирилган.



1-расм. Рекуррент нейрон тармоққа асосланган тил модели.

Модел гиперпараметрлари ва параметрлари қуйидагича: мини-батч ўлчами 30, гапнинг максимал узунлиги 20 та сўз, сўз учун белгилар вектори ўлчами 200, луғат ўлчами 10 000 сўз, 1-яширин рекуррент қатламдаги нейронлар сони 256 та, 2-яширин рекуррент

катламдаги нейронлар сони 128 тадан иборат.

Модел параметрларининг қатламлар бўйича тақсимои 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

Модел параметрлари	
Қатламлар	Параметрлари сони
Кирувчи қатлам	2 000 000
Рекуррент қатлам (LSTM)	671 088
Тўлиқ боғланган қатлам (Dense)	1 290 000
Фооллаштириш қатлами (softmax)	0
Жами	3 961 088

Тил модели архитектурасида рекуррент қатлам 2 та LSTM дан ташкил топган. Сўзлар белгилар вектори тавсифларини олишда “word2vec” [5] алгоритмидан, модел чиқишида хатолик функцияси сифатида Категорияли кросс-энтропия хатолиги (Categorical Cross-Entropy loss) функциясидан, уни ўқитиш ва оптималлаштириш учун Adam [6] оптимизаторидан фойдаланилган.

ХУЛОСА

Ушбу мақолада замонавий сунъий интеллект дунёсида катта тил моделларининг (LLM) аҳамияти ва ролини батафсил кўриб чиқилди. Табиий тилга ишлов беришда сезиларли ютуқларни намоиш этаётган OpenAI компаниясининг GPT-3 ва GPT-4 ва Google дан BERT каби илғор моделлари ҳақида тўхталиб ўтилди.

Бундан ташқари, биз ўзбек тилининг ўзига хос жиҳатларини, ўзбек тилидаги мавжуд ўқитиш маълумотларининг ҳажмини инобатга олиб рекуррент нейрон тармоқлар – LSTMлар ёрдамида ишлаб чиқилган тил модели батафсил ёритилган.

Адабиётлар

- [1]. Маматов Н.С., Абдуллаев Ш.Ш., Юлдошев Ю.Ш., Самижонов А.Н., Ибодиллаев А.Х. Статистик тил моделлари ва уларни нутқни таниб олишда қўллаш. // // “Замонавий ахборот, коммуникация технологиялари ва АТ-таълим татбиқи муаммолари” республика илмий-амалий анжумани 9 апрел Самарқанд, 2022. - Б. 136-138
- [2]. Radford, Alec; Narasimhan, Karthik; Salimans, Tim; Sutskever, Ilya (June 11, 2018). "Improving Language Understanding by Generative Pre-Training" (PDF). p. 12. Archived (PDF) from the original on January 26, 2021. Retrieved July 31, 2020.
- [3]. A.Vaswani et al., 2017, “Attention Is All You Need”, <https://arxiv.org/abs/1706.03762>
- [4]. A.Wang, Y.Pruksachatkun et al., 2020 SuperGLUE: A Stickier Benchmark for General-Purpose Language Understanding Systems, arXiv preprint <https://arxiv.org/abs/1905.00537>
- [5]. T. Mikolov, K. Chen, G. Corrado, J. Dean. Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space <https://arxiv.org/abs/1301.3781>
- [6]. Kingma, D. and Ba, J. (2014). Adam: A method for stochastic optimization. arXiv preprint arXiv:1412.6980.

УДК. 621.362

СТЕПЕНЬ РССОГЛАСОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ТОКА С РАБОЧИМ ТОКОМ И ВЛИЯНИЕ ЕГО НА ВЫХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ БАТАРЕИ

А.М. Касимахунова, М.А. Норбутаев

Ферганский политехнический институт, nmasudjon@gmail.com, tel:93 737 91 08
(Получена 20.09.2023 г.)

В работе представлены методы исследования зависимости параметров термоэлектрического преобразователя энергии, от правильного выбора геометрических размеров ветвей термоэлемента и, результаты расчета. Показаны наличие сильного рассогласования между рабочим током и

оптимальным током, позволяющий обеспечить высокое значение коэффициента полезного действия источника тока. Объяснены причины рассогласования токов на примерах расчета однокаскадных и двухкаскадных термоэлементов. Указаны обеспечение высокой точности расчета, методом решения уравнения теплопроводности, внедрением метода последовательных приближений. Приведенные результаты исследования доказывают предположения исследователей по этой проблеме.

Ключевые слова: преобразование энергии, полупроводник, термоэлемент, источник тока, оптимальный ток, рабочий ток, эффективность, рассогласование, каскады.

The paper presents methods for studying the dependence of the parameters of a thermoelectric energy converter on the correct choice of geometric dimensions of the thermoelement branches and calculation results. The presence of a strong mismatch between the operating current and the optimal current is shown, which makes it possible to ensure a high value of the efficiency of the current source. The reasons for the current mismatch are explained using examples of calculations of single-stage and two-stage thermoelements. Ensuring high accuracy of calculations is indicated by solving the heat equation and introducing the method of successive approximations. The presented research results prove the researchers' assumptions on this problem.

Key words: energy conversion, semiconductor, thermoelement, current source, optimal current, operating current, efficiency, mismatch, cascades.

Ушбу мақолада, термоэлектрик энергия ўзгартиргичларининг параметрларини, термоэлемент шохчаларининг геометрик ўлчамларини тўғри танланишига боғлиқлиги тадқиқот қилинган ва уни натижалари келтирилган. Юқори фойдали иш коэффициенти таъминловчи, оптимал токни қийматини ишчи ток қийматлари билан ўртасида номуносивблик мавжуд эканлиги кўрсатилган. Бир ва икки каскадли термоэлементларини ҳисоблаш орқали, тоқларни номуносивблиги сабаблари тушунтариб беришган. Иссиқлик тенгламасини ечиш орқали, кетма-кет яқинлашиш методи билан ҳисоблашни юқори аниқликда бажарилиши кўрсатилган. Келтирилган натижалар, тадқиқотчиларнинг бу муаммо бўйича фаразларини тасдиқлаган.

Таянч сўзлар: энергия ўзгартиргич, яримўтказгич, термоэлемент, ток манбаи, оптимал ток, ишчи ток, самарадорлик, мос келмаслик, каскадлар.

Введение

Среди множества альтернативных источников электрической энергии существует область аналогичной возможности, которая к сожалению, в пределах нашей Республики Узбекистан остаётся практически вне поле зрения исследователей. Это - термоэлектрическая энергетика и, в настоящее время она, все так и, находится в центре внимания исследователей физиков, занимающихся полупроводниковыми материалами природы. Работы узбекских ученых [1÷3], которые имеются в открытой печати, не полностью раскрывают о наличии проблем в этом направлении и какие перспективы имеют источники электрической энергии на основе полупроводников, обладающие рядом преимуществ по сравнению с другими видами преобразователей энергии.

Термоэлектрическая энергетика, в основе развития которого лежит весомый труд выдающегося физика –ученого А.Ф. Иоффе, является одним из альтернативных источников энергии [4], при внедрении которого возможно используя вторичных источников тепловой энергии возможно получить электрическую энергию. Источниками тепловой энергии могут служить как углеродные топлива так и объекты в которых используются тепловая энергия с последующим бесполезным выбросом использованного тепла [5÷7]. Кроме того, имеются возможности энергии радиоактивных источников тепловой энергии и солнечного излучения [8÷9]. Самые главные преимущества этих преобразователей является автономность, экологическая чистота, долговечность и транспортабельность. Благодаря этим преимуществам они за рубежом нашли достаточно широкое применение [10÷13].

Постановка вопроса

Возникает вопрос: почему до сих пор термоэлектрические преобразователи энергии (ТЭП) не используются в широких масштабах и, в какой-то степени, остаётся вне поле интереса энергетиков и специалистов? Ответом на этот вопрос является относительно

низкий коэффициент полезного действия (к.п.д.) агрегата и весогабаритные характеристики его [11]. С целью улучшения к.п.д. ТЭП, до сегодняшнего дня, проделаны много работ по созданию новых материалов и сплавов, введению легирующих примесей и модернизации технологии получения полупроводниковых материалов [14÷16] а так же изготовления ветвей термоэлементов (ТЭ). Несмотря на это, остаётся множество вопросов и проблем, на которые следует обратить внимание. На наш взгляд, от результатов положительного решения этих проблем, зависит возрождение термоэлектрической энергетики в рядах других источников электричества.

Исходя из вышеизложенного, и по результатам изучения новизны зарубежной научной литературы, полагается, что необходимо проверить влияние геометрических размеров ветвей ТЭ, коммутационных пластин на значений выходных параметров источника тока. Такое предположения основывается на общеизвестные законы Ома, Джоуля-Ленца, Томсона и физики электричества. Кроме того, в зависимости от отклонения значения рабочего тока от оптимального, конечны результат изменится в худшую сторону. На практике, в большинстве случаев, с целью получения больших токов и мощностей изготавливаются ТЭП с увеличенными геометрическими размерами. Однако, в основной литературе по термоэлектрической энергетике [7], в формулу к.п.д. входят как длина, так и поперечное сечение ветвей термоэлемента, что диктует важности глубокого изучения этого вопроса.

Методика расчета программированием

Окончательная формула определения коэффициента полезного действия термоэлектрического преобразования тепловой энергии в электрическую выглядит следующим образом [7]:

$$\eta_{\text{ТЭП}} = \frac{T_r - T_x}{T_r} * \frac{M-1}{M+1} \quad (1)$$

где T_r и T_x – соответственно, температуры горячих и холодных спаев ТЭ. Параметр M включает в себя электрофизические свойства и термоэлектрическую добротности полупроводника

$$Z = \alpha^2 \sigma / \chi.$$

То есть

$$M = 1 + ZT_r.$$

В этих соотношениях α - коэффициент термоэлектродвижущей силы (мкВ/град), σ -электропроводность (ом*см) и χ -теплопроводность материала (ккал).

Приведенная формула неявно включает в себя взаимосвязи между значениями к.п.д. преобразователя с его некоторыми важными параметрами. Среди составляющих значений параметров T_r и T_x имеем возможности регулировать. Однако, как видно из этой формулы, есть электрофизические параметры такие как теплопроводность и удельное сопротивление, величина которых зависят от термоэлектрического материала. Эти свойства присущи к термоэлектрическому материалу и зависит от температуры. Проведенный математический анализ показывает, что путем постоянного поддержания значений T_r , T_x , α , m , p необходимо выбирать размер поперечного сечения ветвей так, чтобы параметр k_r был равен к самому минимальному значению.

Выполнив промежуточных математических вычислений, можно установить математическую взаимосвязи между электрофизическими и геометрическими параметрами ветвей термоэлемента

$$k_r = (\kappa_n S_n + \kappa_p S_p) \left(\frac{\rho_n}{S_n} + \frac{\rho_p}{S_p} \right). \quad (2)$$

По последней формулы хорошо видно, для того чтобы коэффициент полезного действия преобразователя был высоким необходимо достичь минимального значения k_r , и для достижения к этому необходимо учитывать составляющих параметров.

На наш взгляд, для выполнения этой задачи можно брать метод решения уравнения теплопроводности в полупроводниковых твердых телах. Выбор этого метода обосновывается возможностью учета зависимости теплопроводности материала от температуры в разных участках ветвей термоэлемента. Взаимосвязь теплопроводности материала с преобразованием тепла на электричество, несомненно. На рисунке 1 показан общий вид термоэлемента. Здесь Q_1 -

тепловой поток, поступающий на поверхности горячего спая термоэлементов, 1-хорошо теплопроводящий тепловоспринимающая поверхность, 2-вещества пайки, 3-коммутационные пластины горячего спая, 4,9-соответственно р- и n- ветви термоэлемента, 5,8-коммутационные спаи холодного конца ТЭ, 6-вещества пайки холодных коммутационных пластин с охлаждающей системой, 7-холодильник (охлаждающая система), Q_2 – остаточный тепловой поток после преобразования Q_1 , R_n -внешняя нагрузка. С целью определения зависимости значений оптимального тока от длины ветви термоэлемента у обеих ветвей, берем одного из ветвей и делим максимального количества участков с длиной l и каждого участка обозначим через букв $l_1, l_2, l_3, \dots, l_n$. Это показано на рисунке 2. Однако шаги в размерности берется одинаковыми. Обозначение помогает при вычислении разности в значениях токов и к.п.д. Самая середина ветви, предполагая, что здесь должен течь ток практически равной оптимальному, принимаем за начало координат, где в дальнейшем зарисуем значений токов. После этого,

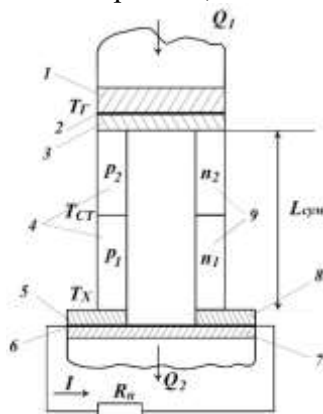


Рис.1. Общий вид термоэлемента.

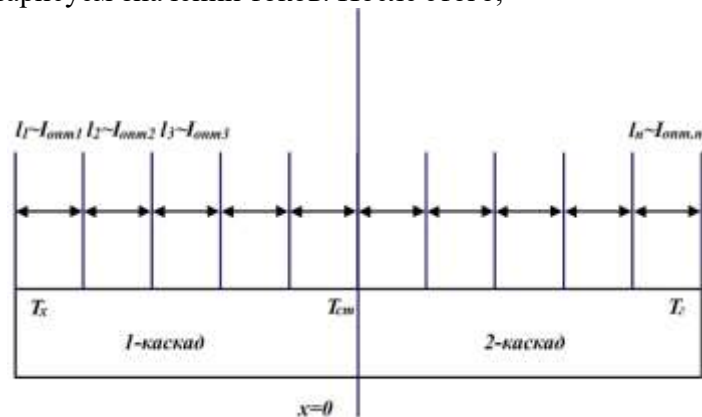


Рис.2. Схема распределения ветви.

Для каждого участка, задавая значения соответствующих температур, будем решать уравнение теплопроводности. Задача решалась использованием программы comsol Multiphysics 5.6 на ЭВМ. Причем, в данном случае следует учесть тот фактор, что значение температур на каждом малом участке не равны значениям горячих и холодных концов ветви ТЭ. Отсюда тоже вытекает предположение: поскольку в данном участке значение температур не равен приведенному расчетному значению, то для одного и того же материала оптимальный ток должен быть другой. Здесь имеет место решающей роли электрофизических параметров термоэлектрического материала. Действительно, как это осуществлялось в [4], если формулу (2) продифференцировать по $d\left(\frac{S_n}{S_p}\right)$ и производную считаем равным σ , тогда

$$\frac{\rho_n \kappa_p}{\kappa_n \rho_p} = \left(\frac{S_n}{S_p}\right)_{opt}^2; \quad (3)$$

и находим, что будет

$$(k_r)_{min} = \left(\sqrt{\kappa_n \rho_n} + \sqrt{\kappa_p \rho_p}\right)^2. \quad (4)$$

В данном случае доказан тот факт, что величина, обратно пропорциональная к значению находящего в знаменателе выражения (4), имеющее место в формуле (1), в термоэлектрической энергетике называется термоэлектрической добротностью полупроводникового материала. Она принята обозначением Z . Во всех исследовательских работах доказана положительное влияние этого параметра на к.п.д. ТЭП. И, в данном случае наше предположение с этим фактом совпадает.

Таким образом, для решения поставленной задачи, решаем уравнение теплопроводности [19]. Применим метод, слегка отклоняясь от [19], последовательных приближений. Этот метод, по сравнению с другими методами обладает высокой точностью. Особенно, использование компьютерного моделирования на современной технологии, способствует получить наиболее достоверных результатов искомой проблемы. Данную методику можно использовать для определения аналогичных задач двух и трехкаскадных термоэлементов. Последняя тоже является важной при создании термоэлектрических преобразователей из низко- и

среднетемпературных материалов. Хотя на практике и теории встречается очень мало, однако не исключено использование трехкаскадных термоэлементов. Отметим, что реализация ТЭ трехкаскадного термоэлектрического материала зависит от спроса потребителя электрической энергии, экономических показателей и весогабаритных характеристик источника и области его применения. Поскольку эти проблемы также требуют создание ТЭП с оптимальными геометрическими размерами, то использованный метод можно считать выбранным правильно. Последовательность применения метода такова: при исследовании двухкаскадного термоэлектрического преобразователя использованием точного решения уравнения теплопроводности, задавались условия фиксированных значений отношения длин каскадов n - и p - ветвей ТЭ. В начале расчета задавались приближенные значения температуры стыка каскадов (T_c) из условия равенства термоэлектрической эффективности веществ каскадов на стыке и вычислялось отношение длин каскадов по приближенной формуле [17]:

$$L_1 = \frac{\bar{\chi}_\ell (T_{c\ell} - T_{c\ell-1})}{\sum_\ell \bar{\chi}_\ell (T_{c\ell} - T_{c\ell-1})} \cdot L \quad (5)$$

где $\bar{\chi}_\ell$ - теплопроводность каскада за номером ℓ , $T_{c\ell}$ и $T_{c\ell-1}$ - соответственно температуры стыка (ℓ)-го и ($\ell-1$)-го каскадов, L - длина каскада.

Разумеется, в перечень исходных данных входили электрофизические параметры конкретного полупроводникового материала. В нашем случае в качестве материалов ветвей однокаскадного и двухкаскадного ТЭП, в расчет вводились лучшие составы на основе тройных сплавов BiTeSb (p - тип) и BiTeSe (n - тип), получаемые методом зонной кристаллизации [18]. Этот сплав имел максимальное значение высокой термоэлектрической добротности при температуре 0°C . При комнатной температуре параметры ветвей имеют следующие значения: p - тип $\alpha=230\text{мкВ/град}$, $\sigma=930\text{см}^{-1}\text{см}^{-1}$, $\chi=16,4\text{ мВт/см.град}$; n - тип $\alpha=230\text{мкВ/град}$, $\sigma=975\text{ см}^{-1}\text{см}^{-1}$, $\chi=16,3\text{ мВт/см.град}$. Для второго (высокотемпературного) каскада выбраны вещества с энергетическими параметрами при комнатной температуре, равными у n - типа: $\alpha=160\text{ мкВ/град}$, $\sigma=1650\text{ см}^{-1}\text{см}^{-1}$, $\chi=18,1\text{ мВт/см.град}$; у p - типа: $\alpha=143\text{мкВ/град}$, $\sigma=2250\text{ см}^{-1}\text{см}^{-1}$, $\chi=20,9\text{ мВт/см.град}$. Исходя из предполагаемой области температурного режима, расчетный интервал температуры, для определения значения рассогласования по току термоэлемента и к.п.д., принимались равным при температурах горячего спая от 373 до 533 К с шагом 20 К. Потери, связанные с коммутацией (спаиванием ветвей и токопроводящими перемычками) пренебрегались.

Результаты и их анализ

По результатам исследования были получены геометрические зависимости значений оптимального тока и коэффициента полезного действия от длины ветвей термоэлемента. Они показаны на рисунках соответственно 3 и 4 для разных температур холодного спая и соответствующего им температуры стыка. Заштрихованные части длины ветвей показывают близкие или равные участки токов оптимального и рабочего. Белая часть ветви-это участки, при которой имеет место рассогласования токов. Рисунок явно показывает то, что в каких участках значение токов близки, и в каком участке они сильно отличаются. При относительно низкой температуре холодного спая каскадной батареи, то есть при $T_x=193\text{ К}$ на первом каскаде термоэлемента значение рассогласований мало, однако повышение температуры T_x приводит к увеличению этого эффекта, что в конечном итоге снижается производительность преобразователя. Как видно из рисунков, что рассогласование токов на горячей стороне полуветви ТЭ увеличивается высокими темпами. Это объясняется с сильной зависимостью удельного сопротивления термоэлектрического материала. Удельное сопротивление p - ветви, по сравнению полуветви с отрицательной проводимостью растет быстрее, что и в конечном итоге приводит резкому увеличению искомой характеристики (рис.4). Эти два графика наглядно включают в себя функциональную зависимость рассогласования по току горячих и холодных концов термоэлемента при зафиксированных значениях T_x . Видно, что на горячем конце ветви очень большая разница между значением оптимального тока, который способствовал-бы

обеспечению максимального значения коэффициента преобразования ТЭП, по сравнению с рабочим током. Этого явления можно объяснить тем, что с ростом температуры горячего спая оптимальный ток малого участка требует больших значений рабочего тока. Однако рабочий ток растет медленно. Рассогласование по к.п.д. на холодном конце первого и горячем конце второго каскада существенно отличаются у п - и р - ветвей. Этот параметр принимает очень близкие значения на горячем конце второго каскада.

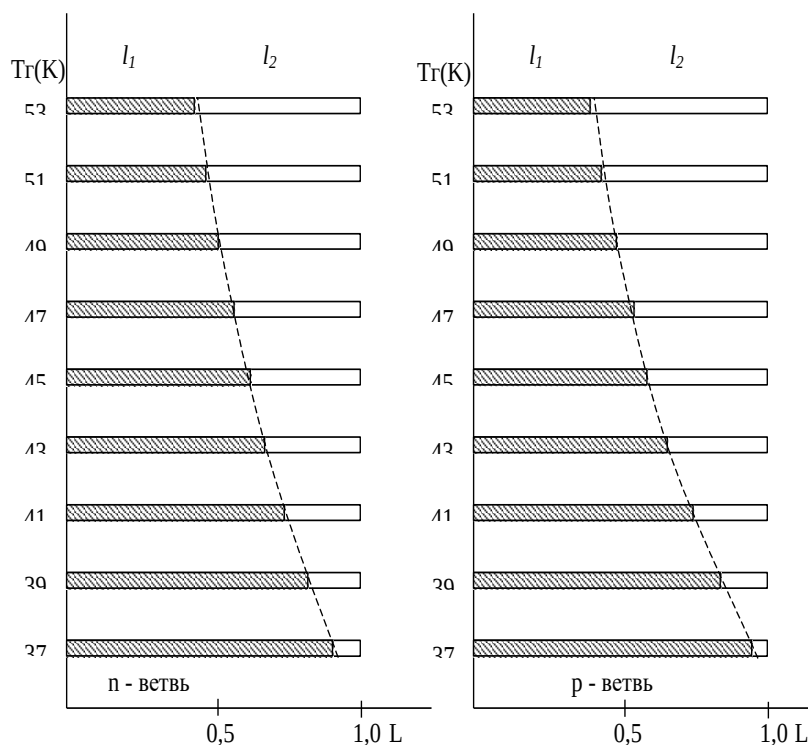


Рис.3. Рассогласования по току горячих и холодных концов термоэлемента вдоль длины двухкаскадного термоэлемента при зафиксированных значениях $T_x=193$ К и $T_{ст}=343$ К.

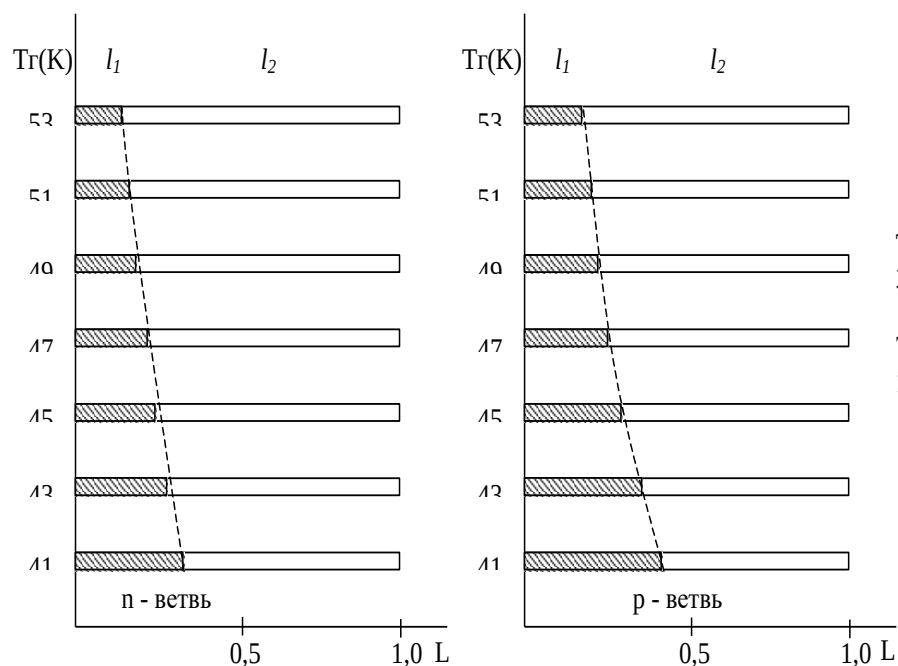


Рис 4. Рассогласования по току горячих и холодных концов термоэлемента вдоль длины двухкаскадного термоэлемента при зафиксированных значениях $T_x=313$ К и $T_{ст}=353$ К.

На рисунке 5 приведены результаты расчета зависимости рассогласования по току горячих, холодных концов ветвей и стыка от температуры горячего спая для двухкаскадного термоэлемента: для *n*- и *p*- типа. Здесь так же наблюдается относительно быстрый рост рассогласования по току на «холодных» и «горячих» концах ветви второго каскада термоэлементов. Но, при каскадировании ветвей, по каким – то причинам, рассогласование по току горячего конца первого каскада уменьшается (2, 2'). Такое явление, диктует полезности в некоторой степени, каскадирование ветвей ТЭ [20]. Отметим, что поскольку горячий конец первого каскада имеет температуру относительно горячему концу второго каскада, мы использовали термины «холодный» и «горячий». Сопоставление значений рассогласований горячим концом первого каскада (2,2') холодным концом (3,3') второго каскада показывает правильность растолкования результатов. Кроме того, на втором каскаде двухкаскадного варианта так же имеет место сильного отличия оптимальных и рабочих токов между холодными и горячими спаями. Обозначения T_c^n и T_c^p означают температуры стыка двухкаскадного ТЭ соответственно для *n* и *p* –ветви. Разница в температурах стыка связано с физическими свойствами полупроводника.

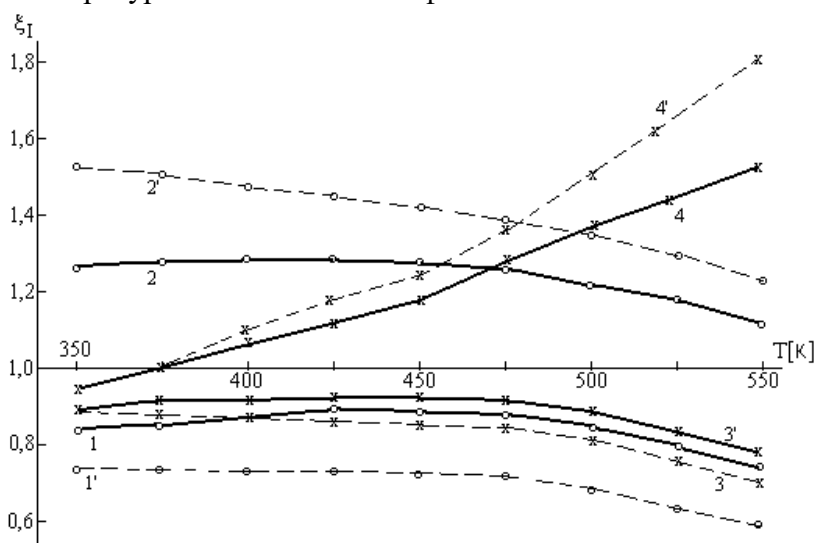


Рис. 5. Зависимость рассогласования по току горячих, холодных концов ветвей и стыка от температуры горячего спая для двухкаскадного термоэлемента: для *n*- и *p*- типа соответственно 1,1' - холодный конец первого каскада; 2,2',3,3' - горячий конец первого и холодный конец второго каскада. 4,4' - горячий конец второго каскада $T_c^p = 342$; $T_c^n = 351$; $T_x = 193$ K.

Приведенные результаты, неявно включают в себя, зависимости других электрических параметров ветвей термоэлемента и в целом термоэлектрического преобразователя, зависимости влияния геометрических размеров ветвей термоэлемента на другие электрические параметры источника питания. Если рассуждать хотя бы исходя из закона Ома, то можно понять, что отклонение от возможных максимальных значений оптимального тока, какие параметры могут потерять полезность в внесении свой вклад преобразовании энергии. В наших исследованиях так же было проверено влияние геометрии

ветвей на значения выходной электрической мощности, теплопроводности коэффициента термоэлектродвижущей силы материала. Все это проверялось для конкретных температурных интервалов.

Заключение

По результатам проделанных работ можно сделать следующие выводы. Создание высокоэффективных термоэлектрических преобразователей существенно зависит от геометрических размеров ветвей термоэлемента. При создании двухкаскадных термоэлектрических батарей, с целью использования их в широких пределах рабочих температур, разработчикам следует учитывать наличия эффекта рассогласования рабочих и оптимальных токов. Кроме того можно добавить то, что такой же параметр, то есть размеры коммутационных пластин ветвей термоэлемента и токоотводящих проводов, может оказать существенной влияние на выходные параметры ТЭП. Проведенный расчет нами, позволяет определить ход физического процесса в объеме термоэлектрического материала для любого

полупроводника в любом интервале температур. Теоретическое прогнозирование свойств ТЭП способствует правильному проектированию конструкции термоэлектрических источников тока. Использование моделирования для этих целей позволяет решать эту проблему за считанные минуты. Уменьшение разности в токах приводит к увеличению значения полезной генерируемой электрической мощности на нагрузке преобразователя, последствием которого является увеличение коэффициента полезного действия агрегата. Метод применим для всех полупроводниковых материалов и сплавов.

Список литературы

- [1]. Л.О. Олимов, И.И. Анарбоев, А.М. Мамиров «Метод изготовления полупроводниковых гранулированных термоэлектрических материалов». Журнал докладов Академии наук Республики Узбекистан №4, 2020 г. Стр. 20-24.
- [2]. Б.М. Абдурахманов, Х.Б. Ашуров, М.М. Адилов, Ш.К. Кучканов, С.Е. Максимов, Б.Л. Оксенгендлер. Роль резонансного туннелирования в усилении термоэлектрических свойств гранулированного кремния. Материалы международной научно-практической конференции «Кремний-2014». Институт геохимии им. А. П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск, 2014г. 7-12 июля.
- [3]. Х.О. Олимов, А.М. Касимахунова. Термоэлектрические источники питания (узб.). 1994г. Фергана, Изд-во: ФерПИ, стр. 212.
- [4]. А.Ф.Июффе. Полупроводниковые термоэлементы. М.-Л., 1956.
- [5]. Охотин А.С., Пушкарский А.С., Боровикова Р.П., Симонов В.А. Методы измерения характеристик термоэлектрических материалов и преобразователей. М.: Наука, 1974.
- [6]. Гольцман Б. М., Кудинов В.А., Смирнов И.А. Под редакцией Мойжеса Б.Я. Полупроводниковые термоэлектрические материалы на основе Bi_2Te_3 . Изд-во «Наука», М., 1972г.
- [7]. Е.К.Иорданишвили. Термоэлектрические источники питания. 1968г. Изд-во: Советское радио.
- [8]. Анатычук Л.И. Термоэлементы и термоэлектрические устройства. Справочник. Изд-во: Нуково думка, Киев, 1979г.
- [9]. А.М.Касимахунова. Фототермоэлектрические преобразователи и их применение. Монография. Изд-во: Фер ПИ, 2003г. Стр 256.
- [10]. Fernández-Yáñez, P.; Romero, V.; Armas, O.; Cerretti, G. (September 2021). "Thermal management of thermoelectric generators for waste energy recovery". Applied Thermal Engineering. 196: 117291. doi:10.1016/j.applthermaleng.2021.117291.
- [11]. Adroja, Mr Nikunj; B.Mehta, Prof Shruti; Shah, Mr Pratik (2015-03-01). "Review of thermoelectricity to improve energy quality". 2 – Issue 3 (March-2015). JETIR.
- [12]. "New solar panels generate electricity long after the sun sets". 11 April 2022.
- [13]. Chen, Meng (2015-04-29). "The Deep Sea Water and Heat Energy of Thermoelectric Generation Study". ECS Meeting Abstracts. The Electrochemical Society. MA2015-01 (3): 706. doi:10.1149/MA2015-01/3/706. Retrieved 11 March 2019.
- [14]. Гольцман Б.М., Саркисян В.Ш., Стыльбанс Л.С., Шлыков В.Н. Исследование влияния пор и границ зерен на электропроводность и теплопроводность термоэлектрических материалов // Неорганические материалы. 1969. Т. 5, № 2. С. 283-286.
- [15]. Лукьянова Л.Н., Кутасов В.А., Константинов П.П. Активизация термоэлектрического материала n типа на основе $(\text{Bi}, \text{Sb})_2\text{Te}_3$ для температуры ниже 200 К // ФТТ. 2004. Т. 46, № 8. С. 1366-1370.
- [16]. Yang R.G. and Chen G. Thermal conductivity modeling of periodic two-dimensional nanocomposites // Phys. Rev. B. 2004. Vol. 69. P. 195316/1-10.
- [17]. А.М.Касимахунова. Теоретических расчет к.п.д. фототермаэлемента с двух и многокаскадными преобразователями. Научно-технический журнал ФерПИ 1998 г. №2,3 стр. 83-89.
- [18]. Касимахунова А.М., Усманов Я.У., Латипова М.И. Технология получения термоэлектрических материалов на основе Bi_2Te_3 . (узб.). Монография. Изд-во: «Классик», Фергана, 2022г.
- [19]. В.Г. Пименов, Численные методы решения уравнения теплопроводности с запаздыванием, Вестн. Удмуртского университета. Раздел Матем. Мех. Компьютер. науки, 2008, выпуск 2, 113–116.
- [20]. А.М.Касимахунова, С.И.Зокиров, М. Норбутаев. Исследование механизма протекания тока вдоль ветвей одно и двух каскадных термоэлементах. Материалы Республиканской конференции «Современные проблемы физики полупроводников». Каракалпакстан, КарГУ. 2020г.

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УПАРЕННОЙ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ ИЗ МЫТОГО ОБОЖЖЕННОГО КОНЦЕНТРАТА

И.Э. Хошимов, Ш.И. Турдалиева, Ш.С. Намазов, Б.Н. Каршиев,
А.Р. Сейтназаров, Р. Раджабов

Институт общей и неорганической химии АН РУз, Ташкент, Узбекистан

Emmim1991@mail.ru, тел: 90 534 49 94

(Получена 25.08.2023 г.)

В статье изучены реологические свойства (плотность и вязкость) образцов концентрированной фосфорной кислоты (47,22-60,21% P_2O_5), полученных путём упаривания и осветления исходной экстракционной фосфорной кислоты (ЭФК – 18,95% P_2O_5). Для этого сначала осуществлён процесс обессульфачивания ЭФК карбонатом стронция, в результате чего содержание SO_3 в кислоте снижено от 2,96 до 0,10%. Для сохранения текучести очищенной ЭФК и получения концентрированных марок фосфатов кальция и аммония концентрацию её упарки не следует превышать 55% P_2O_5 .

Ключевые слова: экстракционная фосфорная кислота, карбонат стронция, обессульфачивание, упаривание, осветление, состав, плотность, вязкость.

Мақолада дастлабки экстракцион фосфор кислотасини (ЭФК – 18,95% P_2O_5) буғлатиши ва тиндириши йўли билан олинган концентрланган фосфор кислотаси намуналарининг (47,22-60,21% P_2O_5) реологик хоссалари (зичлик ва қовушқоқлик) ўрганилган. Бунинг учун аввал ЭФК стронций карбонати билан сульфатсизлантириши жараёни амалга оширилган бўлиб, натижада кислотада SO_3 миқдори 2,96 дан 0,10% гача камайтирилган. Тозаланган ЭФК оқувчанлигини сақлаб қолиши ва концентрланган маркадаги кальций ва аммоний фосфатлар олиши учун унинг буғлатиши концентрациясини 55% P_2O_5 дан ошмаслиги лозим.

Калим сўзлар: экстракцион фосфор кислотаси, стронций карбонати, сульфатсизлантириши, буғлатиши, тиндириши, таркиб, зичлик, қовушқоқлик.

The paper studies the rheological properties (density and viscosity) of samples of concentrated phosphoric acid (47.22-60.21% P_2O_5) obtained by evaporating and clarifying the initial extraction phosphoric acid (EPA - 18.95% P_2O_5). To do this, first, the process of desulfurization of EPA with strontium carbonate was carried out, as a result of which the SO_3 content in the acid was reduced from 2.96 to 0.10%. To maintain the fluidity of purified EPA and obtain concentrated grades of calcium and ammonium phosphates, the concentration of its evaporation should not exceed 55% P_2O_5 .

Keywords: extraction phosphoric acid, strontium carbonate, desulfurization, evaporation, clarification, composition, density, viscosity.

Введение

Фосфорную кислоту используют в пищевой, медицинской сфере, различных областях техники, в строительстве, в коммунальном хозяйстве, для умягчения воды, борьбы с котельной накипью и для изготовления различных моющих средств [1]. Но основным её потребителем является сельское хозяйство. Фосфорная кислота служит сырьём для получения концентрированных односторонних и сложных удобрений. На основе H_3PO_4 получают двойной суперфосфат, преципитат, аммофос, диаммонийфосфат, нитроаммофос, жидкие комплексные удобрения, кормовые фосфаты кальция.

В промышленности фосфорную кислоту производят двумя способами – термическим (из элементарного фосфора) и экстракционным (разложением фосфатов серной кислотой). На долю термической фосфорной кислоты (ТФК) приходится менее 10% добываемых природных фосфатов. Производство экстракционной фосфорной кислоты (ЭФК) в настоящее время потребляет 80-90% добываемого фосфатного сырья [2].

ТФК в основном перерабатывается в технические и пищевые сорта фосфатов. Она более чистая по сравнению с ЭФК, но производство ТФК постоянно сокращается, так как представляется весьма энергоёмким, дорогостоящим и экологически опасным [3].

Другим методом получения технической фосфорной кислоты, технических и пищевых фосфатов является очистка ЭФК. Преимущества – низкая себестоимость, высокая

технологичность процесса и возможность получения фосфорной кислоты любого качества [4]. По сравнению с очищенной ЭФК себестоимость ТФК примерно в 3 раза выше, поскольку на её производство расходуется в 3-4 раза больше тепла и примерно в 13-14 раза больше электроэнергии.

Экстракционная фосфорная кислота (ЭФК) в настоящее время является одним из крупнотоннажных продуктов химической промышленности. Она в основном идёт на производство различных фосфорных удобрений, в том числе аммофоса (МАФ и ДАФ) и полифосфата аммония, которые в настоящее время имеют спрос на мировом рынке [5].

Однако ЭФК содержит в среднем 8-10% примесей, которые переходят в неё в процессе разложения природных фосфатов серной кислотой. Среди этих примесей можно выделить соединения фтора, кремния, алюминия, железа, тяжелых и редкоземельных металлов, сульфат-ионы и т. д. [6].

В связи с вышесказанным стоит актуально вопрос о комплексной очистке ЭФК, поскольку ежегодно возрастает потребность в ней и продуктов на её основе, а соответственно и их производство [7].

В настоящее время АО «Аmmofos-Махат» в Узбекистане перерабатывает мытый обожженный концентрат со средним содержанием 26% P_2O_5 (МОК-26), получая из него дигидратным способом ЭФК состава (вес. %): P_2O_5 - 16,46; CaO - 0,052; MgO - 1,11; SO_3 - 2,98; Fe_2O_3 - 0,28; Al_2O_3 - 0,42; F - 0,99 и на её основе аммофос. Согласно TSh 6.6-09:2008 состав аммофоса: $46 \pm 1\%$ $P_2O_{5\text{усл.}}$, 33-43% $P_2O_{5\text{водн.}}$, $11 \pm 1\%$ N, 1,0% H_2O .

Поскольку доминирующей примесью в ЭФК являются сульфатные ионы, определяющей степень очистки должно быть обессульфачивание.

Ранее авторами работы [8] осуществлено обессульфачивание ЭФК вышеприведенного состава с применением $Ca(OH)_2$ и $CaCO_3$, МОК-26 (содержащий до 20% $CaO_{\text{своб.}}$). А для глубокой очистки обессульфаченной ЭФК предпринята её обработка ацетоном ($99,5\%$ C_3H_6O) при его трёхкратном избытке. Однако применение кальциевых веществ и МОК-26 не обеспечивает полное удаление сульфатных ионов (не превышает 85%).

Наиболее глубокого обессульфачивания можно достичь использованием солей стронция [9]. Основным технологическим преимуществом стронциевых солей является возможность уменьшения в 30-40 раз остаточного содержания SO_4^{2-} в растворе ЭФК.

А для получения концентрированных фосфорных удобрений и кормовых солей требуется фосфорная кислота, содержащая 37-56% и более P_2O_5 [2]. В таких случаях ЭФК подвергают выпариванию. Так как над чистой H_3PO_4 любой концентрации (вплоть до 98 %-ной H_3PO_4) пар состоит только из воды, теоретически выпариванием можно получить растворы очень высокой концентрации по P_2O_5 .

Исходя из вышеизложенных целью настоящей работы – проведение процесса обессульфачивания ЭФК из МОК-26 с помощью $SrCO_3$, концентрирования обессульфаченной фосфорной кислоты методом упаривания и изучение состава и реологических свойств осветленной упаренной ЭФК.

Объект и методы исследования

В лабораторных условиях в качестве исходных материалов использованы ЭФК состава (вес.%): P_2O_5 18,95; CaO 0,27; MgO 0,26; Fe_2O_3 0,41; Al_2O_3 0,56; F 0,45; $SO_{3\text{общ.}}$ 2,96; $SO_{3\text{св.}}$ 0,15 и карбонат стронция марки «хч» (не менее 98% $SrCO_3$). Норму карбоната стронция была взята от 95 до 105% от стехиометрии для образования $SrSO_4$:

ЭФК загружалась в реактор с винтовой мешалкой и подвергалась подогреву в водяном термостате до 75°C. Затем к ней постепенно дозировалось расчётное количество порошка карбоната стронция. При этом длительность процесса перемешивания составляла 30 мин. По истечению заданного промежутка времени содержимое реактора отстаивалось в течение 60 минут при 60-65°C. Далее обессульфаченную ЭФК отделяли от осадка методом фильтрации, высушивали, затем взвешивали. После чего определялось общее содержание SO_3 и P_2O_5 в

осветленной части обессульфаченной ЭФК и её осадка по методикам [10]. На основе полученных данных рассчитана степень обессульфачивания ЭФК.

Оптимальной нормой SrCO_3 оказалась 100% от стехиометрии, при которой достигнута 97,34% степень обессульфачивания ЭФК. Дальнейшее увеличение дозировки не приводит к заметному возрастанию показателя, к тому же приводит к загрязнению состава ЭФК солями стронция. При меньшем не происходит достаточной степени удаления сульфатных ионов.

Очищенная от сульфат-иона ЭФК содержит 20,53% P_2O_5 , 0,28% CaO , 0,27% MgO , 0,45% Fe_2O_3 , 0,62% Al_2O_3 , 0,10% SO_3 . Упаривание обессульфаченной ЭФК осуществляли в трубчатом кварцевом реакторе, снабженной кварцевой мешалкой под атмосферным давлением. При этом температура упаривания составляла 150; 160; 165 и 180°C (вплоть до кипения), соответственно для концентрации 45,62; 50,01; 55,25 и 60,34% P_2O_5 . Далее полученная суспензия сливалась в отстойник, где осуществляли её осветление в течение 24 часов при комнатной температуре. Затем осадки отделяли методом декантации. Осветленные растворы ЭФК анализировались на различные компоненты по методике [10].

Результаты и их обсуждение

Химический состав образцов упаренной и осветленной ЭФК различной концентрации приведён в табл. 1.

Данные показывают, что при охлаждении и осветлении упаренной ЭФК содержание в ней P_2O_5 незначительно повышается и меняется от 45,62 до 47,22%; 50,01 до 52,15%; от 55,25 до 55,58% и от 60,34 до 60,21%. При этом в осветленной ЭФК (47,22-60,21% P_2O_5) содержание примесных компонентов составляют: CaO – 0,01-0,08%, MgO – 0,40-0,53%, Fe_2O_3 – 0,95-1,27%, Al_2O_3 – 1,22-1,61%, SO_3 – 0,10-0,18% и F – 0,24-0,30%.

Таблица 1.

Состав образцов обессульфаченной упаренной фосфорной кислоты

Концентрация P_2O_5 в ЭФК, %	Содержание компонентов, вес. %					
	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SO ₃	F
Осветленная часть из упаренной обессульфаченной ЭФК						
47,22	0,01	0,40	0,95	1,22	0,10	0,30
52,15	0,08	0,42	1,04	1,40	0,13	0,28
55,58	0,01	0,53	1,27	1,61	0,17	0,26
60,21	0,05	0,47	1,16	1,47	0,18	0,24

Необходимо отметить, что при упарке ЭФК вплоть до концентрации 60% P_2O_5 не наблюдалось её загустевание, и она находилась в текучем состоянии.

Для осуществления контроля процесса упаривания и осветления ЭФК и получения на её основе концентрированных марок фосфатов аммония и кальция, то есть для приемлемых условий их транспортирования необходимы данные по реологическим свойствам. В связи с этим были изучены плотность и вязкость упаренных и осветленных фосфорных кислот. Плотность определяли пикнометрическим методом [11] коэффициент кинематической вязкости – в вискозиметре ВПЖ [12]. Результаты приведены в таблицах 2 и 3. Табличные результаты также изображены в виде графических данных (рис. 1 и 2). Из них можно быстро и точно просматривать искомое значение плотности и вязкости ЭФК.

Таблица 2

Плотность образцов осветленной, упаренной фосфорной кислоты в зависимости от температуры и концентрации

Концентрация ЭФК (P ₂ O ₅), %	Плотность (г/см ³), при температурах, °С							
	30	40	50	60	70	80	90	100
47,22	1,5350	1,5280	1,5220	1,5150	1,5080	1,5020	1,4950	1,4890
52,15	1,6110	1,5940	1,5790	1,5640	1,5500	1,5350	1,5210	1,5070
55,58	1,7400	1,7240	1,7080	1,6930	1,6770	1,6630	1,6480	1,6330
60,21	1,9180	1,9100	1,9010	1,8930	1,8850	1,8760	1,8680	1,8600

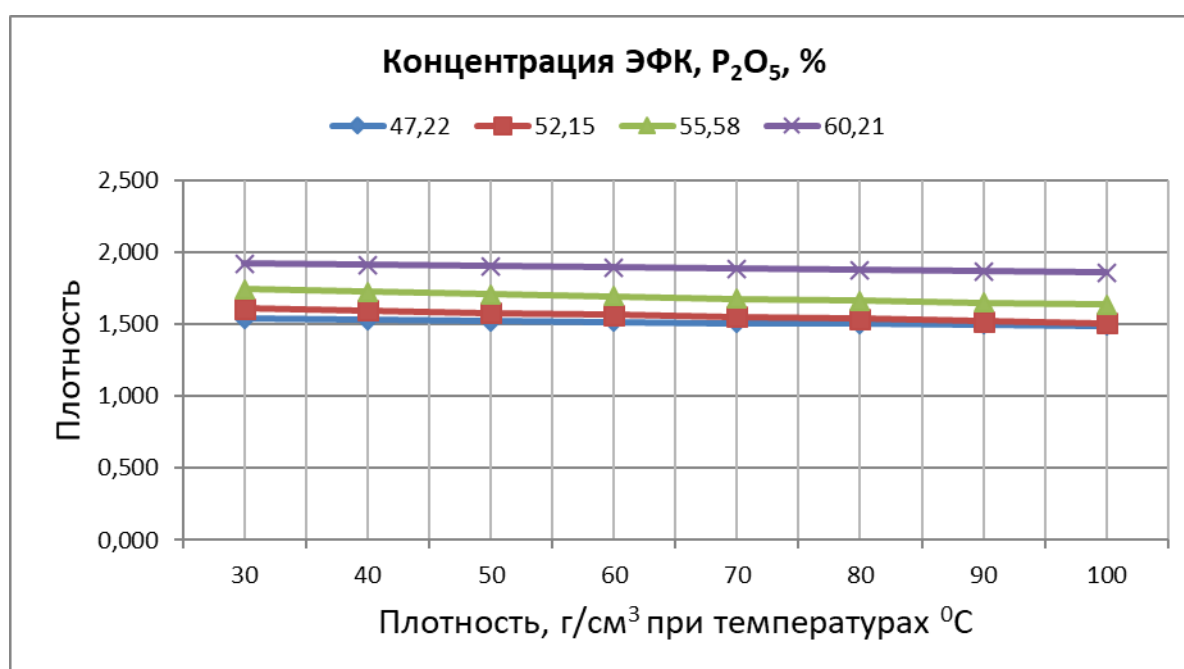


Рис. 1. Плотность образцов осветленной, упаренной фосфорной кислоты в зависимости от температуры и концентрации.

Таблица 3

Вязкость образцов осветленной, упаренной фосфорной кислоты в зависимости от температуры и концентрации

Концентрация ЭФК (P ₂ O ₅), %	Вязкость сПз, при температурах, °С							
	30	40	50	60	70	80	90	100
47,22	14,97	10,81	7,77	5,82	4,50	3,73	3,15	2,70
52,15	23,00	16,11	11,40	8,55	6,69	5,36	4,13	3,31
55,58	77,24	50,53	32,87	23,53	17,60	14,42	11,94	9,66
60,21	322,06	200,40	123,84	80,90	55,66	40,40	29,36	18,37

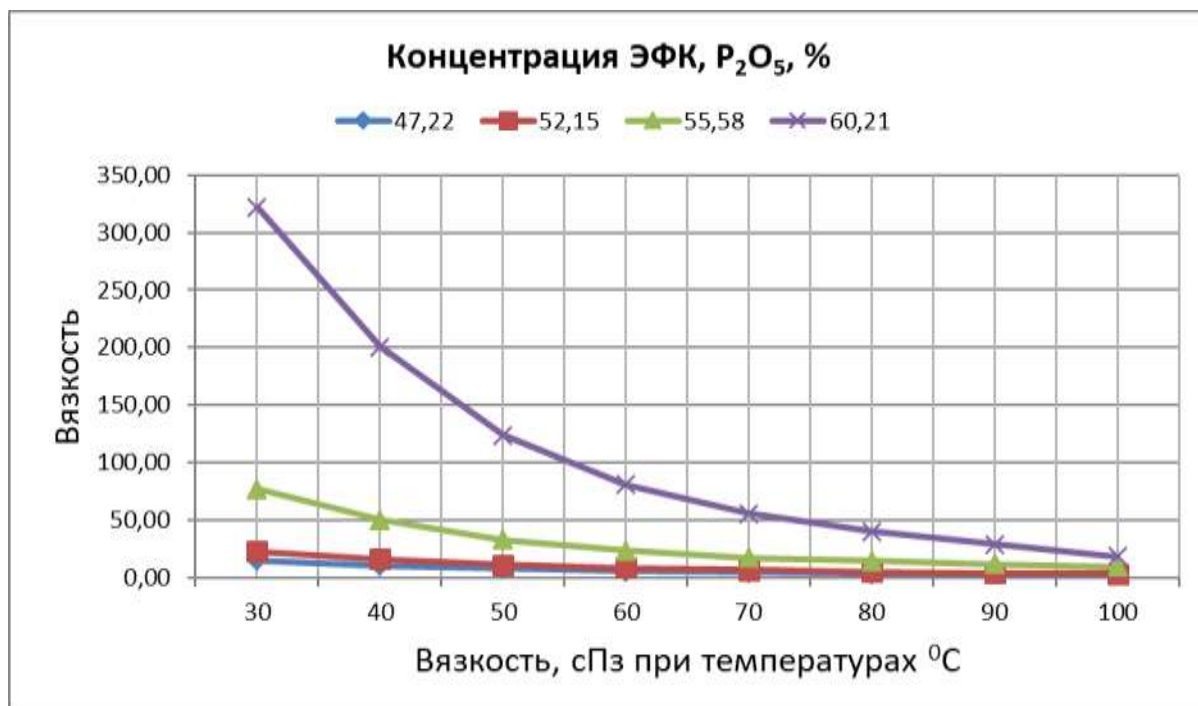


Рис. 2. Вязкость образцов осветленной, упаренной фосфорной кислоты в зависимости от температуры и концентрации.

Из табл. 2 и рис. 1 видно, что плотность ЭФК ощутимо возрастает с увеличением её концентрации. Так, увеличение концентрации ЭФК от 47,22 до 60,21% P_2O_5 приводит к повышению плотности от 1,5350 до 1,9180; от 1,5220 до 1,9010; от 1,5150 до 1,8930; от 1,5020 до 1,88760 и от 1,4890 до 1,860 г/см³, соответственно для температур 30, 50, 60, 80 и 100 $^{\circ}C$. Увеличение температуры от 30 до 100 $^{\circ}C$ в зависимости от концентрации фосфорных кислот приводит к снижению их плотности в среднем в 1,03-1,07 раза.

Вязкость образцов ЭФК, как и плотность также зависит от их концентрации и температуры (табл. 3 и рис. 2). По мере повышения концентрации ЭФК вязкость кислоты резко возрастает, что особенно заметно при относительно низких температурах (50 $^{\circ}C$ и ниже) и концентрациях 45% P_2O_5 и выше. Например, если при 40 $^{\circ}C$ вязкость ЭФК, содержащей 47,22% P_2O_5 составляет 10,81 сПз, то для ЭФК с концентрацией 55,58% P_2O_5 это значение достигает 50,53 сПз, что в 4,7 раза больше, а для ЭФК с концентрацией 60,21% P_2O_5 – 200,4 сПз, т.е. в 18,5 раза больше. Такое резкое увеличение вязкости обусловлено уменьшением влажности, и соответственно возрастанием солевой массы растворов. При значительном снижении температуры в кислотах с концентрацией 55,58-60,21% P_2O_5 образуются устойчивые пересыщенные по фосфатам полуторных оксидов растворы, обладающие высокой вязкостью. Например, при 30 $^{\circ}C$ вязкость ЭФК, содержащей 47,22% P_2O_5 составляет 14,97 сПз, а при 100 $^{\circ}C$ – 2,70, т.е. расхождение в 5,5 раза. Для ЭФК 55,58 и 60,21% P_2O_5 она составляет в 8,0 и 17,5 раза.

Судя по реологическим свойствам, можно делать вывод о том, что упаренная ЭФК сохраняет текучесть только до концентрации 55% P_2O_5 .

Заключение

Проведён процесс обессульфачивания ЭФК карбонатом стронция, в результате чего содержание SO_3 в кислоте снижено от 2,96 до 0,10%.

На основе обессульфаченной ЭФК (20,53% P_2O_5) методом упаривания и отстаивания приготовлены осветленные растворы концентрированной фосфорной кислоты (47,22; 52,15; 55,58 и 60,21% P_2O_5).

С целью сохранения текучести ЭФК и получения на её основе концентрированных марок фосфатов кальция и аммония концентрацию упаренной кислоты следует не превышать 55% P_2O_5 .

Список литературы

- [1]. Хромов С.В. Разработка технологии глубокой очистки экстракционной фосфорной кислоты комбинированным методом: Дис. ... канд. техн. наук: Иваново, 2005. - 192 с.
- [2]. Кочетков С.П., Смирнов Н.Н., Ильин А.П. Концентрирование и очистка экстракционной фосфорной кислоты. // ГОУ ВПО Ивановский гос. хим.-техн. университет. - Иваново, 2007. - 304 с.
- [3]. Ангелова М.А. Производство и потребление фосфатного сырья в США. // Труды НИУИФ (к 85 летию НИУИФ). – Москва, 2004. – С.105-119.
- [4]. Левин Б.В., Гриневич А.В., Мошкова В.Г. Разработка технологии получения ОФК пищевого качества из Хибинский ЭФК. // Труды НИУИФ (к 85 летию НИУИФ). – Москва, 2004. – С.105-119.
- [5]. Vasant Gowariker. The fertilizer encyclopedia. / New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2009. – 861 p.
- [6]. Гришин И.С., Смирнов Н.Н., Кочетков С.П. Дефторирование экстракционной фосфорной кислоты с применением механохимически модифицированного активированного угля. // Экология и строительство. – 2018. - № 4. – С. 4-10.
- [7]. Смирнов Н.Н., Смирнова Д.Н., Ильин А.П., Кочетков С.П. Проблемы и перспективы производства и квалифицирования фосфорной кислоты // Изв. вузов. Химия и хим. технология. - 2017. - Т. 60. Вып. 7. - С. 48-56.
- [8]. Каршиев Б.Н., Кахаров Э.М., Сейтназаров А.Р., Намазов Ш.С. Обессульфачивание и очистка экстракционной фосфорной кислоты с помощью кальциевых минералов и ацетона. // Химическая промышленность. – 2020. - т. 97, № 3. - с.136-144.
- [9]. Злобина Е.П., Бушуев Н.Н., Петропавловский И.А., Ракчеева Л.В., Кочетков С.П. Исследование процесса очистки экстракционной фосфорной кислоты от сульфат-иона карбонатом стронция. // Химическая технология, 2002, №12, с.24-26.
- [10]. Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений, кормовых фосфатов. // М.М.Винник, Л.Н.Ербанова, П.М. Зайцев и др. / М., Химия, 1975. - 218 с.
- [11]. Кивилис С.С. Техника измерения плотности твердых и жидких тел. // М.: Стандартгиз, 1959. - 240 с.
- [12]. Панченко Г.М. Теория вязкости жидкостей. // М.: Гостоптехиздат, 1947. - 316 с.

УЎК 628.365:628.385:614.84

ГАЗНИ ҚАЙТА ИШЛАШ КОРХОНАЛАРИ ОҚОВАЛАРИНИ ТАБИЙЙ ТОЗАЛАШ МАЙДОНЛАРИДАГИ ЧЎКМАЛАРИНИ ТЕХНОГЕН ХАВФ КЎРСАТГИЧЛАРИНИ ТАДҚИҚОТИ

Н.М. Хуррамова, М.Г. Хуррамов

Қариш давлат университети, xurramova-2011@mail.ru
(Қабул қилинди 26.09.2023 й.)

Maqolada gazni qayta ishlash korxona oqovalarini aholi yashash joylariga yaqin maydonlarda tabiiy tozalash cho'kmalarini texnogen yonishga xavfli ko'rsatgichlari keltirilgan. Ular maydonlarda bo'g'latish va tindirish jarayonlari natijasida 60-80sm qalinlikda bo'ladi. C_{13} - C_{30} uglevodorod va zaharli politsiklik tarkibli 150-170 mg/kg miqdorda bo'lib, bo'g'lari $65^{\circ}C$ chaqnaydi va $300^{\circ}C$ haroratda yonib, 5-6% kul hosil qiladi.

Kalit so'zlar: tabiiy tozalash maydoni, oqova cho'kmalari, texnogen yonishga xavfli ko'rsatgichlar.

В статье представлены опасные показатели техногенных воспламеняемости осадки естественной очистки стоков газоперерабатывающих предприятий на территориях население. Их толщина составляет 60-80см в результате процессов испарения и оседание на полях, содержать в составе углеводород C_{13} - C_{30} и токсичных полициклов в количестве 150-170 мг/кг, вспыхивают при $65^{\circ}C$ и горят при температуры $300^{\circ}C$ с образованием золы 5-6%.

Ключевые слова: поля естественной очистки, осадки стоков, показатели горючести техногенного характера.

The article presents dangerous indicators of technogenic combustion of sludge from natural wastewater treatment of gas processing enterprises in areas adjacent to residential buildings. They are 60-80 sm thick as a result of evaporation and compaction processes in the fields. The content of C_{13} - C_{30}

hydrocarbons and toxis polycycles is in the amount of 150-170 mg/kg, joints flare up at 65°C and burn at a temperature of 300°C with the formation of 5-6% ash,

Key words: *fields of natural clearing, deposits of drains, parameters fire technogenic hazard.*

Кириш

Газни қайта ишлаш корхоналари ишлаб чиқариш жараёнларида техноген хавфли моддалар бўлиб, ишлатиладиган сув билан технологик суюқликларни ҳосил қиладилар. Натижада корхона ташлама технологик оқова чўкмалари таркиби кимёвий, физикавий, биологик жараёнлар таъсирида ёниш жиҳатидан хавфли ўзига хос реакцион хоссали аралашмалардан ташкил топиши билан кескин фарқланади [1,5,9,10,11].

Ҳозирги вақтда биосферани ёнғин содир бўлганда экологик жиҳатдан ёмон салбий оқибатларга олиб келувчи бундай хавфли чўкмалардан ҳимоялаш тўлиқ ўз ечимини топмаган. Соҳа корхоналарини технологик оқова чўкмалари бор объектларда ёнишга хавфли аралашмаларни миқдори, хусусиятларини аниқлаш, тоифаларини баҳолаш ва олдини олиш чора-тадбирлар ишлаб чиқиш муҳим долзарб вазифалардан ҳисобланади [9,12,15].

Ҳозирги пайтда, бир қатор соҳа ишлаб чиқаришларида шу жумладан газни қайта ишлаш корхоналарида ҳосил бўладиган технологик оқоваларни талаб даражасида тўлиқ тозалаш муаммоси ўз ечимини топмаган. Чунки оқоваларни тозалаш иншоотларини деярли, ҳаммасида тўлиқ ва тўлиқ эмас универсал биологик усуллар қўлланилади. Бундай тозалаш иншоотлари ўтган асрнинг 70-80 йилларидан бошлаб эксплуатация қилинади. Ташлама технологик оқова сувлар таркиби ва ифлосланиш даражаси билан кескин фарқланади. Биологик тозалаш усуллари эса ҳар-хил тажовузор моддалар билан ифлосланган оқоваларни тозалаш қўвватига эга эмас. Оқоваларни аэротенкларда тозалаш усули иқтисодий жиҳатдан нархи баланд ҳисобланади, чунки 1м^3 оқова сувни тозалаш учун 3-4 кВт·соат электр энергия сарф бўлади. Тозалаш жараёнлари тўхтатмаслик учун аэротенкларни йил давомида узлуксиз ҳаво билан таминлаш талаб қилинади (аэротенкларда 1м^3 сувни тозалаш учун 40- 60 м^3 ҳаво сарфланади) [4,15].

Республикамиз халқ хўжалига нефт ва газ ишлаб чиқаришга улкан ҳисса қўшаётган “Ўзбекнефтегаз” миллий холдинг компаниясига қарашли “Шўртангазкимё” мажмуаси, “Шўртаннефтегаз” УШК, “Муборак ГҚИЗ” ва соҳани бошқа корхоналари Қашқадарё вилоятида жойлашган бўлиб, улар томонидан ҳар йили очиқ ҳавзаларга 55487 км^3 технологик оқова сувлар ташланади [13].

Корхоналар санитар-техник меъёр талаблари даражасида тозаланмаган технологик оқоваларни иккиламчи тозалашда фойдаланиладиган иқтисодий тежамли табиий тозалаш майдонлари, зовурлар ёки бошқа чегараланган ер усти сув объектларга ташлайдилар, улар атроф-муҳит учун техноген хавфли бўлади. Тўлиқ тозаламасдан табиий тозалаш майдонларига ташланган технологик оқовалар таркибидаги 40% органик моддалар сув тагига чўкади, 40% эмульсия ҳолатида бўлади, 20% эса майдон сув юзасида 0,5мм қалинликдаги парда ҳосил қилиб, табиий тозалаш учун муҳим аэрация жараёнларини қийинлаштиради. Ҳосил бўладиган чўкмалар миқдори эса тозалашга ташланган технологик оқовага нисбатан 0,5-1% бўлади. Майдон тубига чўккан органик моддаларни табиий оксидлаш жараёнлари сув юзасидагиларга нисбатан 10 марта қийин кечади [13,15].

Табиий тозалаш майдонлари техноген объектлар бўлиб, улар махсус ёнма-ён қурилиб даврий равишда навбат билан ишлатилади. Тозалаш майдонларини тайёрлашда сув ўтказувчанлиги ва капиллярлиги яхши ўлчамлари $>0,2\text{мм}$ қум заррачалари ва қора тупроқ 100мм қалинликда ишлатилади. Сув ўтказиш коэффициенти қум= 10^{-15} – 10^{-12}м^2 ; тупроқ= 10^{-13} – 10^{-11}м^2 ва филтрлаш коэффициенти қум= 10^{-5} – 10^{-2}м/с ; тупроқ= 10^{-6} – $10^{-4}\text{м}^2\text{м/с}$; лой= 10^{-7} – 10^{-6}м/с бўлади. Майдонларда оқоваларни тозалаш юқламаси иқлим шароит, грунт сувлари ва тупроқнинг гранулометриқ таркибига қараб, 50-200 $\text{м}^3/(\text{га}\cdot\text{сут.})$ бўлади. Майдон чуқурлиги 2-3метр бўлиб, оқоваларни тозалаш жараёни секин, тупроқдаги кислород захираси, микрофлора, қўёш радиацияси, атмосфера ҳавоси ва жойга мослашган юксак сув ўтларини ҳаёт фаолияти таъсирида амалга оширилади. Тупроқнинг чуқур қатламларига

кислородни кириши қийин бўлгани учун, уларда тозалаш жараёнлари бошқариш қийин. Тупрокнинг кислород танқис қатламларида оқоваларни шимилиши анаэроб парчаланиш жараёнини амалга ошириб, натижасида CH_4 ва CO_2 газлари ҳосил бўлади [3,5,8].

Табиий тозалаш майдонлари тубидаги “Фаол балчик” микрофлораси таркибида бактериялар, актиномицетлар, ачитки, замбуруғлар, бир хўжайрали сувўтлар, содда ва умуртқасиз жониборлар бўлиб, уларни миқдори 1гр юза қатламда 1-115млн. миқдорда бўлиши аниқланган. Республикамиз иқлим шароитида бундай майдонларда сувни бўғланиши миқдори фаслларга қараб 11-20% бўлади [3,5,15].

Веътам давлатида табиий тозалаш майдонлари усти қора рангдаги полимер материаллар билан гумбаз шаклида ёпилиб ҳосил бўлган биогазни вентиляторлар ёрдамида суриб олиниб ёқилғи ўрнида фойдаланиш тўғрисида маълумотлар бор.

АҚШ, Буюк Британия, Франция, Испания, Италия бошқа бир қатор саноати яхши ривожланган давлатларда майдон тубидаги чўкмаларидан кўмир, торф ва бошқа қаттиқ ёқилғиларни тўйинтириш учун қўшимча сифатида ишлатилади [5,8,9,11].

Йил давомида даврий фойдаланиладиган табиий тозалаш майдон тубида 60-80см қалинликда технологик оқова чўкиндилар қатлами ҳосил бўлади. Тозалаш майдонлари йил давомида ишлатилгандан кейин иккинчи майдон ишга туширилади. Ишлатилган майдон туби тупроқ билан ёпилади ёки ёпилмай заҳирага олинади. Тубида эса бўғланиш ва тиндириш жараёнлари натижасида чўкмага тушган турли хил заҳарли ва зарарли моддаларни чириши натижасида, техноген хавфли реакцион аралашмалар ҳосил бўлади.

Нефть ва газни қайта ишлаш корхоналари технологик оқова чўкиндилари таркиби асосан сувда ёмон эрийдиган (2-120 соат давомида $0,2 \div 1,4 \text{ мг/дм}^3$) қийин оксидланадиган турли структура тузилишига эга органик моддалар, тўйинган углеводородлар ($\text{C}_{13}\text{-C}_{30}$), ароматик ва заҳарли полициклик аралашмалари бўлиши аниқланган. Чўкканда улар қийин оксидланади [6,10,12].

Ишнинг мақсади: Газни қайта ишлаш корхоналари ишлаб чиқариш оқоваларини ташлаш объектларидаги чўкмалар таркибидаги реакцион аралашмаларни техноген ёниш хавфи кўрсаткичлари ва хоссаларини тадқиқотидир.

Тадқиқот методологияси: Тадқиқот ишларида оқова сувни амалдаги физик-кимёвий: тортма, ҳажмий, нейтраллаш, фотоколориметрия, хроматография, колориметрия, ИК-спектроскопия анализ усулларида фойдаланилди. Ўлчашлар техник-меъёрий ҳужжатлар асосида бажарилди [2,3,7,15].

Таҳлил ва натижалар: муаммони ўрганишда Муборак газни қайта ишлаш заводи (МГҚИЗ) ташлама технологик оқова чўкмалари таянч учун танланди.



а)



б)



в)

1-расм. а) МГҚИЗ технологик оқовани табиий тозалаш майдонига чиқариш жараёни, б) оқова намунаси, в) МГҚИЗ технологик оқовани тозалаш учун махсус тайёрланган даврий табиий тозалаш майдон кўриниши.

Юкоридаги 1-расмда МГҚИЗ технологик оқоваларни табиий тозалаш майдонларига ташлаш жараёни ($Q=2,5\text{л/сек}$), оқовадан намуна ва тозалаш учун махсус тайёрланган даврий ишлатиладиган табиий тозалаш майдон кўринишлари келтирилган.

Қуйидаги жадвалда даврий табиий тозалаш майдонларига чиқарилаётган МГҚИЗ технологик оқовалар таркибида бўладиган моддалар миқдори тажриба натижалари асосида келтирилган.

1-жадвал

МГҚИЗ табиий тозалаш майдонларига ташланаётган технологик оқова сув таркибида ингредиентлар концентрацияси

№	Ингредиентлар Номи	Ўлчов бирликлари	Моддалар концентрацияси	Моддаларни табиий филтрлаш майдонларида тозалашга ўрнатилган меъёр концентрациясидан ортиқлиги (+)
1	ККТ (кислородни кимёвий талаби)	$\text{мгO}_2/\text{дм}^3$	495,0	305,0
2	КБТ _{тўлиқ} (кислородни тўлиқ биокимёвий талаби)	$\text{мгO}_2/\text{дм}^3$	23,0	19,0
3	Сульфатлар	$\text{мг}/\text{дм}^3$	71,0	21,0
4	Хлоридлар	$\text{мг}/\text{дм}^3$	261,0	161,0
5	Азот аммоний	$\text{мг}/\text{дм}^3$	8,5	8,0
6	Нитритлар	$\text{мг}/\text{дм}^3$	0,6	0,6
7	Нитратлар	$\text{мг}/\text{дм}^3$	4,1	4,1
8	ССАМ (синтетик сирт актив моддалар)	$\text{мг}/\text{дм}^3$	0,3	0,3
9	Нефть маҳсулотлари	$\text{мг}/\text{дм}^3$	18,3	18,0
10	Феноллар	$\text{мг}/\text{дм}^3$	0,06	0,05
11	Минерал таркиб	$\text{мг}/\text{дм}^3$	650,0	605,0
12	Муаллақ моддалар	$\text{мг}/\text{дм}^3$	840,0	824,0
13	Қуруқ чўкмалар	$\text{мг}/\text{дм}^3$	1920,0	920,0

Жадвалда келтирилган маълумотлар шуни кўрсатадики, табиий тозалаш майдонларига чиқарилаётган моддалар концентрацияси корхоналар учун ўрнатилган санитар-техник меъёрга нисбатан ортиқ бўлиб, таркиб аралашмалари тез реакцияга киришадиган экологик нуқтаи назардан инсонлар ҳаёти ва атроф-муҳит учун зарарли ҳисобланади. Даврий майдонлар тубида қатлам бўлиб қолган уларни чўкиндиляри эса табиий жараёнлар таъсирида парчаланиб кетиш жараёнлари қийин кечади. Республикамиз ҳудудига тушадиган бир йилдаги 300 қуёшли кунларни УФ- нурлари асосий манба бўлиб, очиқ қатламлар устки қисмларида уларда оксидлаш жараёнларини амалга ошириб секин парчалаб туради.

Ўзбекистон давлатини географик жойлашуви: кенглик $-41^{\circ}18'57''$, жойлашув давомийлиги $-69^{\circ}44'28''$, денгиз сатҳидан баландлиги -1075м , 1м^2 майдонга тушадиган йиллик энергия миқдори $1600\text{кВт}\cdot\text{с}$, УФ-радиацияни йил давомийлиги $2,1-2,7\text{мккал}/\text{см}^2\text{минут}$ [14].

Тупроқ остида бўлган чўкма қатламлари бактериялар таъсирида барча тирик организмлар билан бирга чирийди, бундай ер фойдаланиш учун яроқсиз ҳолатга келади. Тупроқ остидан кўтарилаётган буг таркиби CH_4 , CO_2 , H_2 , H_2S рекцион моддалар аралашмаси ёниш хоссалари билан техноген хавфли ҳисобланади [8,15].

Чўкмаларни ёнғин хавфи кўрсаткичларини аниқлаш учун улардан намуналар олиб тажриба майдонида тадқиқотлар ўтказдик (2-расм).



а) б)
2-расм. а) Майдон чўкмаси, б) Қўёш концентратори
1-концентратор, 2- мослама, 3- чўкинди.

Тадқиқот натижалари кўрсатадики, чўкма қора рангда бўлиб ёпишқоқ, дисперс система, фазаси турли ўлчам ва каттиқликдаги заррачалар, муҳити эса сувда эриган электролитлардан ташкил топган. Органолептик шкаласида ҳиди 5 бал, водород ионларини кўрсаткичи $pH=4-5$ бўлиши аниқланди. Чўкмаларни кинематик қовушқоқлиги эса $110 \text{ мм}^2/\text{с}$ бўлгани учун, майдон тубида барқарор ушланиб қолиш хоссасига эга бўлиши аниқланди.

Чўкмаларни атроф-муҳитга хавфлик даражаси қуйидаги формула орқали топилади.

$$K_i = C_i / W_i$$

Бу ерда: K_i – чўкма компонентларини атроф-муҳитга хавфлилик даражаси;

C_i – чўкмадаги компонент миқдори ($\text{мг}/\text{кг}$);

W_i – чўкма компонентларини атроф-муҳитга хавфлилик даража коэффициенти;

Ҳисоб натижалари кўрсатдики, майдон тубида ҳосил бўладиган чўкиндилар санитар-гигиеник меъёрларни хавфлилик даражаси бўйича III гуруҳда бўлиши аниқланди.

Чўкманинг юмшоқ ҳолатида қўёш концентратори ёрдамида олдиндан тайёрланган махсус мослама идишда очик ҳавода 65°C ҳароратда қиздирганимизда таркиб аралашмаларига олов яқинлаштирилганда ёниш хавфи ҳаво аралашмаси билан чақнайдиغان буғ чиқара бошлади. Ҳарорат 300°C етганда эса намуна алангалана бошлади. Тажрибада алангаланиб тез ёнувчи аралашмалар миқдори $150-170 \text{ мг}/\text{кг}$ бўлиб, кули $5-6\%$ бўлади.

Хулоса. Тажриба натижаларига асосланиб қуйидагиларни келтириш мумкин, талаб даражасида тўлиқ тозалашдан ўтмаган технологик оқоваларни тозалаш учун табиий майдонларга чиқариб ўз ҳолига ташлаш вақт ўтиши билан жуда хавфли экологик муаммоларни келтириб чиқаради. Даврий ишлатиладиган тозалаш майдонларида бир йил давомида бўғлатиш ва тиндириш жараёнлари натижасида чўкмага тушган аралашмалар таркибида оксидланиши қийин бўлган $60-80 \text{ см}$ қалинликда органик моддалар бўлиб, чириш жараёнларида ёниши хавфли реакцион моддалар ҳосил бўлади. Ўзоқ йиллар давомида табиий тозалаш майдонларини ишлатишда эса уларни концентрацияси ошиб техноген ёниш хавфи янада кўчайиб боради. Республикамиз иқлим шароитларида майдонлардан атрофга тарқаладиган ҳид юқори бўлади. Чўкиндиларини 65°C температурада қиздирилганда чақнайдиغان бўғлар чиқаради, ҳарорат 300°C етганда эса алангалана бошлайди. Таркибидаги тез ёнувчан аралашмалар миқдори эса $150-170 \text{ мг}/\text{кг}$ ташкил этади. Ёнишдан ҳосил бўлган кул $5-6\%$ бўлади.

Майдонлар тубида сақланаётган ёниши хавфли бундай чўкмалар миқдори ва хусусиятлари тўғрисидаги маълумотлар техноген ёнғинлар содир бўлишни олдини олишга

ёрдам беради. Фойдаланилган майдонлардан эса ҳар хил касалликлар тарқалмаслиги учун уларни тубини сўндирилмаган оҳак билан дизенфикациялаш талаб этилади. Келажакда бундай чўкмалардан брикетлар тайёрлаб, иккиламчи хом ашё сифатида фойдаланиш мумкин.

Адабиётлар

- [1]. Бокови́кова Т.Н., Шпербер Е.Р., Трухан Е.А., Гусева Н.И., Шпербер Д.Р. Классификация и система обращения с отходами первичной переработки нефти // Нефтепереработка и нефтехитмия. 2013. №11. С. 36-40.
- [2]. 2.Белянин Б. В. Технический анализ нефтепродуктов и газа / Б. В. Белянин, В. Н. Эрих, В. Г. Корсаков. Л.: Химия, 1986
- [3]. Вайсман Я.И., Глушанкова И.С., Рудакова Л.В., Дьяков М.С. Исследования физико-химических свойств и термической деструкции отходов нефтеперерабатывающих предприятий // Научные исследования и инновации. 2010. Т. 4. № 3. С. 21 – 27.
- [4]. Жмур Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками.-Москва:-Акварос, 2003. – 512 с.
- [5]. ГОСТ Р 54205-2010 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Наилучшие доступные технологии повышения энергоэффективности при сжигании.М.:Стандартинформ,2011.75 с
- [6]. Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы 2.1.7.12-1-2004. Минск, 2004.
- [7]. 7.ПНД Ф 14.1:2.114-97 Методика выполнения измерений массовой концентрации сухого остатка в пробах природных и очищенных сточных вод гравиметрическим методом. М., 2004. 12 с.
- [8]. Иванов Д.В. Биогеохимическое образование и окисление биогаза в техногенных грунтах по данным изотопно-химических исследований: автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. М., 1998. 26 с.
- [9]. Суркова Ю.И., Максютин А.В., Мардашов Д.В., Ленченков Н.С., Гладков П.В., Тананыхин Д.С., Хусаинов Р.Р. Минимизация воздействия на окружающую среду при обращении с твердыми нефтесодержащими отходами // Нефтяное хозяйство. 2013. №12. С. 111-113.
- [10]. Ермаков В.В., Сухонослова А. Н., Быков Д.Е., Пирожков Д.А. Определение класса опасности нефтешламов // Экология и промышленность России. 2008. № 7. С. 14 – 15.
- [11]. Литвинова Т.А. Экологические аспекты обезвреживания и утилизации углеводородсодержащих отходов нефтегазового комплекса: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Краснодар, 2011. 24 с.
- [12]. Мазлова Е.А., Меньшикова И.А. шламовые отходы нефтегазовых компаний // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2010. №1. С. 20-23.
- [13]. Умаров У.Т. Экологическое проблемы Мубарекского газоперерабатывающего завода и пути их решения // Ишлаб чиқариш корхоналарининг экологик муаммолари ечимини топишда кимёвий технологияларни қўллаш: Тез. докл. Респ. илм.конф. 4-5 май 2004. - Қарши, 2004. – Б.14-16.
- [14]. Файзиёв Ш., Гёдер Н., Люпферт Э., Предварительные результаты оценки солнечных ресурсов. Отчет Проекта АБР UZB ТА 8008. Ташкент, 2013. 42 с.
- [15]. Хуррамов М.Г. Технология вторичной очистки сточных вод в климатических условиях Узбекистана и повторного использования в производстве: монография / Хуррамов М.Г. // изд. КарДУ.: Карши.-2012.-184с.

УДК 620.22+669+621.74(075)

ПРИМЕНЕНИЕ БЫСТРОРЕЖУЩИХ СТАЛЕЙ ДЛЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

З.Л. Алимбабаева

Филиал РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина в городе Ташкенте
г.Ташкент, Дўрмон йўли -34, E-mail: alimbabaevazulxumor@gmail.com
(Получена 30.05.2023 г.)

Применение быстрорежущих сталей для режущего инструмента позволяет повысить скорости резания в несколько раз, а стойкость инструмента – в десятки раз. Главной отличительной особенностью быстрорежущих сталей является их высокая теплостойкость (600–700°C) при наличии высокой твердости (63–70HRC) и износостойкости инструмента. Уникальные свойства быстрорежущих сталей достигаются посредством специального легирования и сложной термической обработки, обеспечивающий определенный фазовый состав.

Ключевые слова: скорость резания, стойкость инструмента, теплостойкость, специальное легирование, фазовый состав.

Kesuvchi asboblarni uchun yuqori tezlikda ishlaydigan po'latlardan foydalanish kesish tezligini bir necha marta, asbobning ishlash muddatini esa o'nlab marta oshirish imkonini beradi. Yuqori tezlikli po'latlarning asosiy farqlovchi xususiyati yuqori qattqlik (63-70HRC) va asboblarning eyilishga qarshiligi mavjudligida yuqori issiqlikka chidamliligi (600-700°C) hisoblanadi. Yuqori tezlikli po'latlarning o'ziga xos xususiyatlariga ma'lum bir faza tarkibini ta'minlovchi maxsus qotishma va murakkab issiqlik bilan ishlov berish orqali erishiladi.

Kalit so'zlar: kesish tezligi, asbobning ishlash muddati, issiqlikka chidamlilik, maxsus qotishma, faza tarkibi.

The use of high-speed steels for cutting tools makes it possible to increase cutting speeds by several times, and tool life by dozens of times. The main distinguishing feature of high speed steels is their high heat resistance (600–700°C) with high hardness (63–70HRC) and tool wear resistance. The unique properties of high speed steels are achieved through special alloying and complex heat treatment, providing a certain phase composition.

Key words: cutting speed, tool life, heat resistance, special alloying, phase composition.

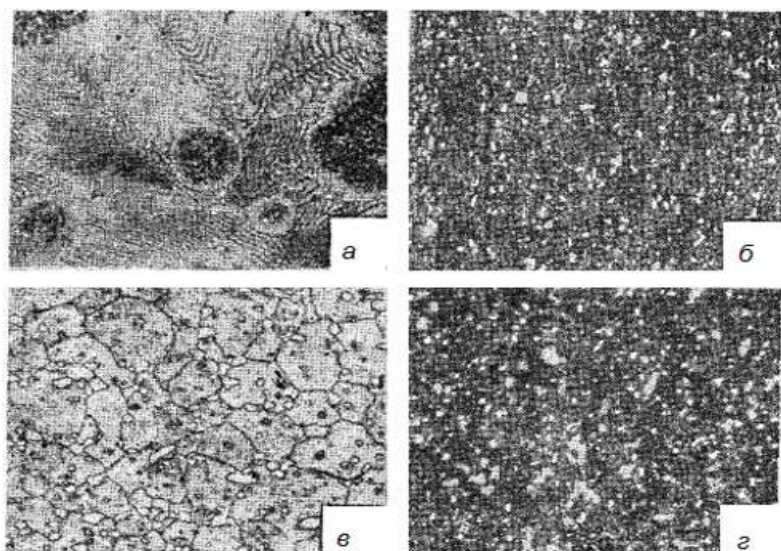


Рис.1. Микроструктура быстрорежущей стали P18: а – литая (х900); б – отожженная (х500); в – после закалки (х500); г – после закалки и отпуска (х500).

Основными легирующими элементами быстрорежущих сталей, обеспечивающими высокую красностойкость, являются вольфрам, молибден, ванадий и углерод. Кроме них, все стали легируют хромом, а некоторые – кобальтом. Микроструктура быстрорежущей стали после различных технологических обработок приведена на рис. 1.

В литом состоянии в быстрорежущих сталях образуется эвтектика, напоминающая ледебурит и располагающаяся по границам зерен. После прокатки иликовки эта эвтектика

подвергается дроблению и измельчению входящих в нее карбидов. После изотермического отжига, проводимого для уменьшения твердости, структура отожженной быстрорежущей

стали представляет собой мелкозернистый (сорбит образный) перлит и карбиды, мелкие эвтектоидные и более крупные первичные. Количество карбидов около 25 %. Сталь с такой структурой хорошо обрабатывается резанием [1].

Основными легирующими элементами быстрорежущих сталей, обеспечивающими высокую красностойкость, являются вольфрам, молибден, ванадий и углерод. Кроме них, все стали легируют хромом, а некоторые – кобальтом. Окончательная термическая обработка – закалка с многократным отпуском готового инструмента для уменьшения количества остаточного аустенита. Высокая температура нагрева (1210–1290°C) необходима для максимального растворения карбидов и получения высоколегированного аустенита, обеспечивающего высокую прокаливаемость и последующую теплостойкость.

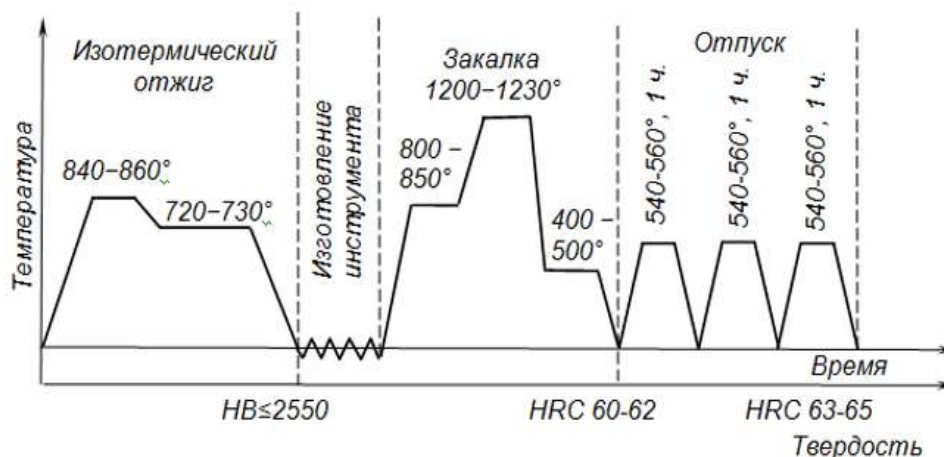


Рис.2. Схема режима термической обработки быстрорежущей стали.

Схема термической обработки инструмента из быстрорежущей стали Р6М5 приведена на рис.2.

После закалки структура быстрорежущей стали состоит из высоколегированного мартенсита, содержащего 0,3–0,4 % С, нерастворенных карбидов и около 30 % остаточного аустенита. При многократном отпуске происходит распад остаточного аустенита на мартенсит и карбиды. Твердость после закалки составляет 62–63 HRC, после отпуска она возрастает до 63–65 HRC. Теплостойкость быстрорежущих сталей – 500–550 °С.

Путем корректировки содержания углерода и легирующих элементов была создана группа кобальтосодержащих сталей, обладающих повышенной теплостойкостью и называемых сверх быстрорежущими: Р12МЗФ2К5, Р12МЗФ2К8, Р12МЗФ3К10, Р9МЗК6С, 10Р6М5К5 и др. [2].

Однако существенным недостатком легированных сталей является их низкая теплостойкость, что исключает возможность их применения для режущего инструмента, эксплуатируемого в тяжелых условиях, связанных с разогревом режущей кромки. В таких условиях работы можно применять лишь стали с высокой теплостойкостью, т. е. быстрорежущие.

Несмотря на высокую стоимость кобальтовых сталей, некоторое снижение пластичности и прочности при изгибе и склонность к обезуглероживанию в процессе нагрева под горячее деформирование и закалку, их рационально применять для обработки резанием коррозионностойких, жаропрочных сталей и сплавов. Повышение свойств и качества быстрорежущих сталей может быть достигнуто с помощью производства этих сталей методами порошковой металлургии.

Обычная термическая обработка легированных инструментальных сталей состоит из закалки от температур 830–870 °С в масле или ступенчатой закалки и отпуска при температуре 200–250 °С. Твердость после такой термообработки составляет 61–65 HRC.

При необходимости повышения вязкости температуру отпуска можно увеличить до 300 °С, что приводит к снижению твердости до HRC 55–60. [3].

В группу сталей глубокой прокаливаемости входят хромистые стали с более высоким содержанием хрома (1,4–1,7 %) и стали, комплексно-легированные несколькими элементами (хромом, марганцем, кремнием, вольфрамом). Комплексно-легированные стали 9ХС, ХГС, ХВГ обладают высокой прокаливаемостью. Особенно это относится к сталям с марганцем, поэтому стали 161 типа ХВГ применяют для крупного режущего инструмента, работающего при малых скоростях резания (протяжки, развертки, сверла и др.). Легирование кремнием позволяет повысить устойчивость против отпуска. Стали 9Х5ВФ и 8Х4В2М2Ф2 применяют

для деревообрабатывающего режущего инструмента.

Таким образом, применение методов порошковой металлургии привел к созданию новых материалов, обладающих уникальным сочетанием свойств, – твердых сплавов. Современные порошковые (спеченные) твердые сплавы – это композиции, состоящие из твердых, тугоплавких соединений (карбиды и карбонитриды титана, вольфрама, тантала и др.) в сочетании с цементирующей (связующей) составляющей (кобальт, никель, молибден и др.). [4]. Их получают, смешивая порошки карбида и связующего материала, спрессовывая их в формы и спекая при высокой температуре 1250–1500 °С. Такой инструмент не подвергается термической обработке, а лишь затачивается.

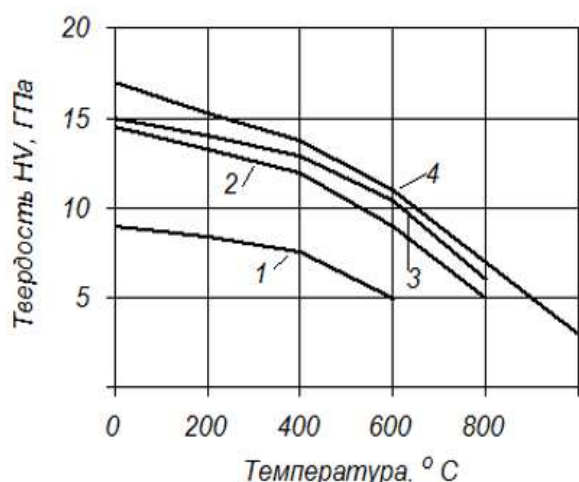


Рис.3. Влияние температуры на твердость твердых сплавов и быстрорежущей стали: 1 – быстрорежущая сталь; 2 – WC+9 % Co; 3 – WC+6 % Co; 4 – WC–TiC–TaC–Co.

Список литературы

- [1]. Бондаренко, Г. Г. Материаловедение: учебник для академического бакалавриата / Г.Г. Бондаренко, Т. А. Кабанова, В. В. Рыбалко; под ред. Г. Г. Бондаренко. — 2-е изд., 2018.
- [2]. Материаловедение и технология материалов: в 2 т.: учебник для академического бакалавриата / Г. П. Фетисов [и др.]; под ред. Г. И. Фетисова. — 7-е изд., перераб. и доп., 2016.
- [3]. Стерин И.С. Машиностроительные материалы. Основы металловедения и термической обработки / Учебное пособие. – СПб. Политехника, 2003. – 344 с.
- [4]. Лахтин, Ю. М. Материаловедение [Текст]: учебник для вузов / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1990. - 528 с.

УДК 638.2.24/677.371.1

ТАБИЙ ХОМ ИПАК СИФАТ КЎРСАТКИЧЛАРИНИ ТАДҚИҚИ

Ж.И. Орипов

Фаргона политехника институти
joripov19@gmail.com tel 943093933
 (Қабул қилинди 25.07.2023 й.)

Мақолада механик ва автомат тилла чувшида олинган хом ипакнинг сифат кўрсаткичлари тадқиқ қилинган. Аниқландики, синалаётган хом ипак намуналарининг хусусиятлари ва сифат кўрсаткичлари кўплаб асосий ва иккиламчи сифат кўрсаткичлари бўйича асосан бир-бирига тўғри келади, фақат чизиқли зичлик бўйича оғиш ва чизиқли зичлик бўйича оғиш интенсивлиги – нотекислик 2 билан фарқ қилади.

Калим сўзлар: хом ипак, эшилган ипак, буглаш, қайта ўраш, 2-тоифа, кондицион зичли, оғиш ва чизиқли зичлик, йирик нуқсонлардан тозалиги, пардозлаш.

В статье исследованы качественные характеристики шёлка–сырца механического и автоматического кокономотания. Установлено, что свойства и качественные характеристики испытуемых образцов шелка–сырца по многим определяющим и второстепенным показателям качества в основном совпадают, отличаются лишь отклонением по линейной плотности и интенсивностью отклонений по линейной плотности: несогласностью 2.

Ключевые слова: шелк-сырец, выдувной шелк, пропаривание, перемотка, тип 2, условная плотность, отклонение и линейная плотность, без крупных дефектов, отделка.

The article investigates the qualitative characteristics of raw silk mechanical and automatic cocooning. It was found that the properties and qualitative characteristics of the tested samples of raw silk in many defining and secondary quality indicators basically coincide, differ only in the deviation in linear density and the intensity of deviations in linear density: disagreement 2.

Key words raw silk, blown silk, steaming, rewinding, type 2, conditioned density, deviation and linear density, free from major defects, finishing.

Иқтисодий ислохотларнинг замонавий даврида, бозор ҳар хил ассортиментдаги ипак матолари билан тобора тўйинганлиги сабабли, ишлатилган хом ашёнинг сифати, технологик жараён шароитлари ва ўрама параметрлари билан белгиланадиган, матоларнинг сифат даражаси, мато ўзининг тузилиши ва бадий-колористик дизайни катта аҳамиятга эга, айниқса табиий ипак ипларини қайта ишлашда.

Ипакчилик саноати ривожланишининг долзарб муаммолари бу, матоларнинг янги турларини яратиш, кенг ассортимент имкониятларга эга янги юқори унумдор ускуналарни ўзлаштириш ва мавжуд технологик ускуналарни модернизация қилиш йўли билан, ипак матоларнинг турларини ва сифатини тубдан яхшилаш ва бойитишдан иборат, айниқса табиий ипак ипларини қайта ишлашда.

Ички ва ташқи бозор талабларидан келиб чиқиб турли хил ипак матоларни яратиш масаласи алоҳида аҳамиятга эга. Шу нуқтаи назардан, табиий ипакдан тайёрланган креп матолари, кўйлак-костюмбоп ва чойшаббоп матоларининг янги турларини ишлаб чиқиш долзарбдир.

Ҳозирги куннинг долзарб вазифаларидан бири янги ишлаб чиқаришларни яратиш ва мавжуд саноат корхоналарини модернизация қилиш, пилла хом ашёсини чуқур қайта ишлашни ташкил этиш, тайёр ипак матоларни ишлаб чиқаришни кўпайтириш ва сифатини ошириш, табиий ипакдан тайёр маҳсулотлар экспортини кўпайтиришдир.

Пилладан хом ипак олиш – мато ишлаб чиқаришнинг энг муҳим босқичларидан биридир. Ҳозирги вақтда ипакчилик саноати ривожланган мамлакатларда, масалан, Хитой, Ҳиндистон, Италия ва бошқаларда, хом ипак ипларини ишлаб чиқариш учун турли усул ва ускуналардан фойдаланилади.

Етиштирилаётган пиллаларнинг хусусиятлари, ипак қурти пиллаларининг зот ва дурагайлари, маҳаллий об-ҳаво шароити, пилла етиштириш усуллари ва технологияларига қараб ўзига хос кўрсаткичларга эга.

Пиллани қайта ишлаш ва пилла хомашёсини олишнинг иккита таниқли усули мавжуд: механик ва автоматик пилла чувиш. Ушбу жараённинг технологияси жуда мураккаб ва уни такомиллаштиришга турли олимларнинг кўплаб тадқиқотлари бағишланган.

Бугунги кунга келиб, Ўзбекистон Республикасида, халқаро стандартларига уйғунлаштирилган, «O'zDSt 3313:2018. Хом ипак. Техник шартлар» Ўзбекистон Республикаси Давлат стандартига мувофиқ юқори сифатли хом ипак ипларини олишга имкон берадиган, янги замонавий юқори унумдорли пиллакашлик автоматлари ва у билан боғлиқ бўлган пиллани буглаш ва қайта ўраш машиналари, шунингдек, тайёргарлик ва лаборатория ускуналари тўпламлари билан жиҳозланган, пиллакашлик корхоналари яратилди.

O'zDSt 3313:2018 стандарти хом ипакнинг сифат таснифи ва синов усули бўйича халқаро стандартларга мос келади. O'zDSt 3313:2018 стандартига мувофиқ, барча тоифадаги хом ипак сифат жиҳатидан еттита тоифага бўлинади: 4А, 3А, 2А, А, В, С и D, бунда 4А

даражаси хом ипакнинг энг юқори сифатли ипак нави деб белгиланган, D эса – энг паст сифатли ипак нави.

Белгиланган асосий сифат кўрсаткичларига кўра, чизиқли зичлигига қараб, хом ипак уч тоифага бўлинади: 1-тоифа - 2 текс ва ундан кам; 2-тоифа - 2,1 - 3,6 текс; 3-тоифа - 3,7 текс ва ундан кўп.

Хом ипакнинг сифатини баҳолаш асосий белгиловчи кўрсаткичлар бўйича, қўшимча кўрсаткичларни, партияни визуал баҳолашни ва хом ипакнинг ўртача кондицион зичлигини ҳисобга олган ҳолда амалга оширилади.

О'zDSt 3313:2018 бўйича хом ипак партиясининг нави белгиланган асосий сифат кўрсаткичларининг энг ёмони бўйича белгиланади. Агар хом ипак партиясининг умумий кўриниши визуал баҳолашда "қониқарсиз" деб баҳоланса ёки қайта ўраш қобилиятини аниқлашдаги узуклар сони белгиланган меъёрлардан ошиб кетган бўлса, унда хом ипакнинг бутун партияси келтирилган стандартнинг D навига ўтказилади.

Хом ипакнинг чизиқли зичлигини оғиш даражасини ва тақрорланишини тавсифлаш учун уч даражали оғиш интенсивлиги қабул қилинган: нотекислик 1, нотекислик 2, нотекислик 3.

Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институтининг сертификатлаштириш марказида Centexuz аккредитлаштирилган синов лабораториясида чизиқли зичлиги 2,33 текс бўлган хом ипакни О'zDSt 3313:2018 стандартига мувофиқлиги синовдан ўтказилди. Олинган натижалар 2.2 ва 2.3-жадвалларда келтирилган.

2-жадвал

Хом ипак сифатини асосий кўрсаткичларининг хусусиятлари

№	Асосий сифат кўрсаткич-ларининг номлари	Механик пиллакашлик дастгоҳида олинган ипак			Пиллакашлик автоматида олинган ипак		
		МХ бўйича	Ҳақиқий маълумот	МХ бўйича натижа	МХ бўйича	Ҳақиқий маълумот	МХ бўйича натижа
1	Чизиқли зичлик бўйича оғиш, денье	1.65	1.56	3А	1.60	1.38	2 А
2	Нотекислик 1	170	165	3А	170	155	3А
3	Нотекислик 2	37	80	В	26	20	2А
4	Йирик нуқсонлардан тозалиги, % камида	95	96	3А	97	97.3	4А
5	Майда нуқсонлардан тозалиги, % камида	94	100	4А	94	96.0	4А
6	Энг ёмон тозалик, % камида	90	100	4А	90	95.0	4А

3-жадвал

Хом ипак сифатини иккиламчи кўрсаткичларининг хусусиятлари

№	Иккиламчи сифат кўрсаткичларининг номлари	Механик пиллакашлик дастгоҳида олинган ипак			Пиллакашлик автоматида олинган ипак		
		МХ бўйича	Ҳақиқий маълумот	МХ бўйича натижа	МХ бўйича	Ҳақиқий маълумот	МХ бўйича натижа
1	Нотекислик 3	0	10	1-синф (4А)	0	0	1- синф (4А)
2	Қайта ўралиш қобилияти,	4	4	1- синф (4А)	4	3	1- синф (4А)

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

	узилишлар сони кўпи билан, дона.						
3	Нисбий узувчи куч, г/д	3.7 дан кам	3.17	2- синф (В)	3.7	3.85	1- синф (4А)
4	Нисбий узилишдаги чўзилиш, (%)	18	23.5	1- синф (4А)	18	24.6	1- синф (4А)
5	Жипслиги, кареткани юриш сони	60	150	1- синф (4А)	60	66	1- синф (4А)
6	Энг кўп оғиш, денье	3.8	2.33	1- синф (4А)	3.1	2.3	1- синф (4А)

Олинган натижаларнинг таҳлили шуни кўрсатадики, механик пиллакашлик дастгоҳидан олинган хом ипак асосий сифат кўрсаткичлари бўйича В навига, пиллакашлик автоматининг хом ипаги эса 2А навига тўғри келади. Шуни таъкидлаш керакки, синалаётган хом ипак намуналарининг хусусиятлари ва сифат кўрсаткичлари кўплаб асосий ва иккиламчи сифат кўрсаткичлари бўйича асосан бир-бирига тўғри келади, фақат чизиқли зичлик бўйича оғиш ва чизиқли зичлик бўйича оғиш интенсивлиги – нотекислик 2 билан фарқ қилади.

Шундай қилиб, иш натижалари асосида қуйидаги хулосалар қилиш мумкин:

1. Механик ва автомат пилла чувишда олинган хом ипакнинг сифат кўрсаткичларини тадқиқоти олиб борилди.

2. Синалаётган хом ипак намуналарининг механик пиллакашлик дастгоҳидан олингани асосий сифат кўрсаткичлари бўйича В навига, пиллакашлик автоматининг хом ипаги эса 2А навига тўғри келиши аниқланди.

3. Синалаётган хом ипак намуналарининг хусусиятлари ва сифат кўрсаткичлари кўплаб асосий ва иккиламчи сифат кўрсаткичлари бўйича асосан бир-бирига тўғри келади, фақат чизиқли зичлик бўйича оғиш ва чизиқли зичлик бўйича оғиш интенсивлиги – нотекислик 2 билан фарқ қилади.

4. Механик пиллакашлик дастгоҳи ва пиллакашлик автоматидан олинган хом ипак ҳар хил ассортиментдаги ипак матоларини ишлаб чиқариш учун фойдаланиши мумкин.

Адабиётлар

- [1]. Мирзиёев, Ш.М. “Республикада пиллачилик тармоғидаги мавжуд имкониятлардан янада самарали фойдаланиш чора-тадбирлари тўғрисида”ги Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 20 августдаги ПҚ-3910 сонли Қарори [Текст] / Ш. М.Мирзиёев // «Ўзбекистон Республикаси қонун ҳужжатлари тўплами, 2018 йил, 20-август № 1777сон».
- [2]. 2 Мирзиёев, Ш.М. “Пиллачилик тармоғида ипак қурти озуқа базасини ривожлантириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 17 январдаги ПҚ-4567-сонли Қарори [Текст] / Ш. М.Мирзиёев // «Ўзбекистон Республикаси қонун ҳужжатлари тўплами, 2020й, 17 январ».
- [3]. Валиев Г. Н., Алимбаев Э. Ш. Многофакторная математическая модель натяжения нити и оптимизация параметров модернизированной технологии размотки мотков на бобинажных машинах // Проблемы текстиля. – 2009. – № 4. – С. 26-32.
- [4]. Валиев Г. Н. Повышение устойчивости намотки мотальной паковки нитей натурального шелка // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и лёгкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2014): межд. конф. (Москва, 18-19 ноября 2014 г.). Часть 1. – М.: МГУДТ, 2014. – 271 с., с. 101-105.
- [5]. Валиев Г. Н. Аналитическая зависимость пространственного распределения давления слоя крестовой намотки на её основание по мере формирования паковки // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоёмкие технологии и материалы (СМАРТЕХ – 2015): сборник материалов ХВИИИ международного научно-практического форума (Иваново, 26-29 мая 2015 г.). – Иваново: ИВГПУ, 2015. – 320 с., с. 212-215.
- [6]. Валиев Г. Н. Теоретическая зависимость распределения давления крестовой намотки на её основание по мере формирования паковки // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоёмкие технологии и материалы (СМАРТЕХ – 2016): сборник материалов ХИХ международного научно-практического форума (Иваново, 23-27 мая 2016 г.). – Иваново: ИВГПУ, 2016. Часть 1, 404 с., с. 257-261.

- [7]. Валиев Г.Н. Аналитическая зависимость распределения давления крестовой намотки на её основание вдоль оси паковки при сложных формах намотки и методика её определения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2018. – № 3. – с. 106-113 (ССОПУС, САС(пт)).
- [8]. Валиев Г. Н., Орипов Ж. И. Теоретическая зависимость пространственного распределения давления крестовой намотки на её основание // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоёмкие технологии и материалы (СМАРТЕХ – 2018): сборник материалов XXII международного научно-практического форума (Иваново, 26-28 сентября 2018 г.). – Иваново: ИВГПУ, 2016. – Часть 1, 303 с., с. 181-185.
- [9]. O'zDSt 3313:2018. Шёлк-сырец. Технические условия / О.А.Ахунбабаев, Г.Г.Мавлянбердиева, У.О.Ахунбабаев, И.И.Туйчиев, М.М.Мирзахонов // Ташкент, Агентство «Узстандарт». – 2018. – 84с.
- [10]. 10. Centex.uz лаборатория жихозлари. Услубий кўлланма. Тошкент-2008 йил.

МАЙДА ДОНАДОР БЕТОН ВА КЎПИКБЕТОН ТАРКИБИГА КРИТИЛГАН МИКРОКРЕМНЕЗЁМ МИҚДОРНИНГ УЛАРНИНГ КОНСТРУКТИВ СИФАТИ КОЭФФИЦИЕНТИГА ТАЪСИРИ ҲАҚИДА

А.Т. Ильясов¹, А.И. Адилходжаев², И.М. Махаматалиев¹, С.И. Султанова³

¹Қорақалпоқ давлат университети, ²Тошкент давлат транспорт университети,

³Ургенч давлат университети

(Қабул қилинди [31.08.2023](#) й.)

Мақолада майда донатор бетон ва кўпикбетоннинг таркибига минерал микротўлдиргич сифатида қиритилган “Ўзметкомбинат” АЖнинг микрокремнезёми миқдорининг уларнинг конструктив сифати коэффицентларига таъсирини ўрганиши бўйича ўтказилган экспериментал тадқиқотларнинг натижалари келтирилган.

Калит сўзлар: конструктив сифат коэффиценти, микрокремнезём, кўпикбетон, майда донатор бетон, гиперпластификатор, ферросилиций, чиқинди, кўпик хосил қилувчи, тўқилма зичлик.

В статье приведены результаты экспериментальных исследований по изучению влияния на коэффициент конструктивного качества мелкозернистого бетона и пенобетона количества введенного в их состав в качестве минерального наполнителя микрокремнезёма АО «Узметкомбинат».

Ключевые слова: коэффициент конструктивного качества, микрокремнезём, пенобетон, мелкозернистый бетон, гиперпластификатор, ферросилиций, отход, пенообразователь, насыпная плотность.

The article presents the results of experimental studies to study the effect on the coefficient of constructive quality of fine-grained concrete and foam concrete of the amount of microsilica introduced into their composition as a mineral filler of Uzmetkombinat JSC.

Keywords: structural quality factor, microsilica, foam concrete, fine-grained concrete, hyperplasticizer, ferrosilicon, waste, foaming agent, bulk density.

Кириш. Ноавтоклав қотирилувчи кўпикбетон сейсмик жихатдан хавфли бўлган ҳудудларда ҳамда иқлим шароитлари жуда ҳам ноқулай бўлган ҳудудларда қурилиш қилиш учун энг самарали бўлган материаллардан ҳисобланади. Кўпикбетондан олинувчи буюмлар биноларнинг иссиқлик-техника ва акустикага оид хоссаларини яхшилаш билан бирга массасини ҳам сезиларли даражада камайтириш имкониятларини беради. Бироқ кўпикбетоннинг жиддий камчилиги ҳам бор, у ҳам бўлса мустаҳкамлигининг юқори эмаслигидир. Шунинг учун ҳозирги кунда қурилиш материалшунослиги соҳасида тадқиқотлар олиб борувчи олимлар олдида кўпикбетоннинг мустаҳкамликка оид тавсифларини ошириш йўллари излашдек муҳим ва долзарб бўлган масалани ҳал қилиш турибди [1-3].

Илгари бажарилган тадқиқотларда [4-6] шулар аниқланганки, кўпикбетонларнинг физик-механик хоссалари боғловчининг турига, тўлдирувчиларнинг сифатига, кўпик хосил қилувчининг табиатига, қўлланиладиган қўшимчаларга, қотириш шароитларига ва бошқа кўплаб омилларга боғлиқ бўлади. Бундан ташқари кўпикбетон ишлаб чиқариш учун боғловчи сифатида дисперслик таркиби меъёрланган юқори мустаҳкам

портландцементлардан ва тўлдирувчи сифатида тўкилма зичлиги паст бўлган саноат чиқиндилари, хусусан ИЭС куллари ва микрокремнезёмлардан фойдаланиш мақсадга мувофиқ экан. Ушбу мақолада муаллифлар томонидан “Ўзметкомбинат” АЖнинг микрокремнезёми кўшимчси билан модификацияланган кўпикбетоннинг физик-механик хоссаларига ушбу кўшимчаларнинг таъсири қонуниятларини ўрганиш бўйича ўтказган экспериментал тадқиқотларининг натижалари ва улар бўйича чиқарилган хулосалар ўрин олган.

Маълумки, микрокремнезём (МКЗ) [7-9] - ферросилиций каби энг кенг тарқалган вакили ҳисобланган техник кремний ва кремнийли қотшмаларни электр-ёйли печларда карботермик усулда олишдан ҳосил бўлувчи чангсимон заррачалардан иборат бўлиб, ўзини бир томондан олганда, саноатнинг экологик жихатдан хавфли чиқиндиси сифатида, иккинчи томондан эса техниканинг турли соҳаларида кенг спектрда қўлланилиши мумкин бўлган инградиент сифатида намоён қилади. Баъзи ҳолларда МКЗни асосий ишлаб чиқаришга, яъни ферросилиций ишлаб чиқаришга қайтаришни кўзда тутувчи технологиялар ҳам қўлланилади ва бунда ишлаб чиқариш жараёнининг рентабеллиги анча оширилади. Бундан ташқари МКЗни бетон ва қурилиш қоришмаларининг таркибига минерал кўшимча сифатида киритиш ҳам тавсия этилади [10-13].

Ушбу мақолада муаллифлар томонидан “Ўзметкомбинат” АЖнинг микрокремнезёмини турли хилдаги цементли бетонлар таркибига киритиш натижасида уларнинг хусусиятлари қай даражада ўзгаришини ўрганиш бўйича ўтказган экспериментал тадқиқотларининг натижалари ўрин олган. Бунда микрокремнезём икки хил бетон: майда донадор бетон ва кўпикбетон таркибига минера кўшимча сифатида киритилган.

Майда донадор бетон кўрик-бетондан таркибига кўпик ҳосил қилувчи модданинг бўлмаслиги билан фарқ қилади, яъни қоришмада кўпик мавжуд бўлмайди [5,6]. Ушбу экспериментал тадқиқотларнинг мақсади шулардан иборат бўлдики, майда донадор бетон ва кўрик-бетон таркибига киритилувчи МКЗнинг миқдори уларнинг мустаҳкамликка оид тавсифларига қай даражада ўз таъсирини кўрсатади ва бундан қандай хулосалар чиқариш ва улардан амалиётда фойдаланиш мумкин.

Асосий қисм. Экспериментал тадқиқотларда қуйидаги бошланғич материаллардан фойдаланилди: боғловчилар : «Охангаронцемент» АЖда ишлаб чиқарилган цементлар - маркаси ЦЕМ II/A-Г 32,5Н (ГОСТ 31108-2020 бўйича) ва ЦЕМ I 42,5Н (ГОСТ 31108-2020 бўйича), минерал кўшимча : “Ўзметкомбинат” АЖнинг тўкилма зичлиги 600 кг/м³ бўлган микрокремнезёми (кимёвий таркиби 1-жадвалда келтирилган), гиперпластификатор: поликарбоксилатлар асосида олинган «VESTA HPR 801» (TS EN 934-2 бўйича), синтетик кўпик ҳосил қилувчи модда: Пента Пав 430А. Пенобетон қоришмасини тайёрлаш дастаки амалга оширилди. Бетонлар таркибига микрокремнезём минерал микротўлдиргич сифатида цементли боғловчининг бир қисми ўрнига киритилди. Таркиблардаги микрокремнезёмнинг миқдори куруқ моддалар массасига нисбатан олганда 50% дан 70% гача вариация қилинди. Зичлиги бўйича кўпикбетоннинг маркаси D900÷D1000 ни, майда донадор бетоннинг ўртача зичлиги эса - 950÷1050 кг/м³ ни ташкил қилди. Экспериментал тадқиқотларнинг натижалари 2-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

“Ўзметкомбинат” АЖ микрокремнезёмининг кимёвий таркиби

Таркибдаги миқдори, масс.%						
SiO ₂	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MnO	CaO	W
95,8	0,7	0,8	0,4	0,4	0,4	0,3

2-жадвал

Майда донадор бетон ва кўпикбетоннинг конструктив сифати коэффициентига таркибдаги микрокремнезём миқдорининг таъсири

№ п/п	Қоришма таркибдаги қаттиқ компонентларнинг миқдори, % массаси бўйича	К.К.К.=R _{сж} /ρ _{ср}
-------	--	---

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

	ЦЕМ II/A-Г 32,5Н	ЦЕМ I 42,5Н	микрокремнезём	
Кўпикбетон				
1	30	-	70	19,01
2	40	-	60	18,12
3	50	-	50	10,55
4	-	30	70	24,30
5	-	40	60	21,87
6	-	50	50	13,41
Майда донадор бетон				
7	30	-	70	9,95
8	40	-	60	14,68
9	50	-	50	15,07
10	-	30	70	11,88
11	-	40	60	12,17
12	-	50	50	18,83

1-жадвалдан кўриниб турибдики, кўпикбетон таркибидаги микрокремнезём миқдорининг ортиб бориши унинг конструктив сифати коэффициентининг ортишига олиб келади. Майда донадор бетон учун эса, аксинча, таркибидаги микрокремнезём миқдорининг ортиб бориши билан унинг конструктив сифати коэффициенти пасайиб кетади. Бизнинг фикримизча, буни қуйидагича тушунтириш мумкин: микрокремнезёмнинг тўқилма зичлигининг миқдори анча пастлиги сабабли унинг кўпикбетон қоришмасидаги миқдорининг ортиши кўпикбетон ғовақлараро пардадеворлари қалинлигининг ортишига ва умумий ғовақлигининг камайишига олиб келади.

Хулоса. “Ўзметкомбинат” АЖнинг микрокремнезёмини турли хилдаги цементли бетонлар таркибига киритиш уларнинг конструктив сифати коэффициентига сезиларли таъсирини кўрсатади. Бунда конструктив сифати коэффициенти миқдори мезони бўйича олганда микрокремнезёмнинг таркибдаги оптимал миқдорлари қуйидагиларга тенг бўлади: майда донадор бетон учун – 50%, кўпикбетон учун – 60-70%.

Адабиётлар

- [1]. Н.А. Лохова, И.А. Макарова, С.В. Партманская. Обжиговые материалы на основе микрокремнезема. Братск, БрГТУ, 2002.
- [2]. Адылходжаев А.И., Махаматалиев И.М., Цой В.М. Под. общ. ред. Адылходжаева А.И. Композиционные строительные материалы (Монография). - «LAMBERT» ACADEMIC PUBLISHING, 2018 -176 с.
- [3]. О.В. Кононова, А.О. Смирнов, Фундаментальные исследования. 2017. –№ 9, 327-331.
- [4]. Адылходжаев А.И. Махаматалиев И.М., Ильясов А.Т., Пишенбаев К.Б. О новом составе и способе приготовления пенеконной смеси// Научно-технический журнал “Проблемы архитектуры и строительства”. №1 (часть 2), Самарканд, СамГАСУ.-2023.-с.50-54.
- [5]. Н.В. Коробов, Я.Д. Которажук, Д.С. Старчуков. Получение высокопрочного бетона с использованием комплексной добавки. Патент РФ № 2331602 от 19.03.2007.
- [6]. Баранова А.А., Боброва А.А., Рудых К.Н. Мелкодисперсный бетон для производства малых архитектурных форм // Современные технологии и научно-технический прогресс, 2017.Т. 1. – С. 108-109.
- [7]. Баранова А.А., Баденикова М.В., Боброва А.А., Рудых К.Н. Мелкозернистый бетон на основе микрокремнезёма // Вестник АнгТУ, 2017. – № 11. – С. 147-150.
- [8]. Баранова А.А., Савенков А.И. Пенобетон, модифицированный микрокремнезёмом ЗАО «Кремний» // Вестник ИрГТУ. № 8 (91). 2014. с. 78-82.
- [9]. Баранова А.А. Модифицированный теплоизоляционный пенобетон повышенной прочности с применением микрокремнезёма // Диссертация на соискание учёной степени канд. техн. наук / ВСГУТУ. Улан-Удэ. 2014. 145 с.
- [10]. Савенков, А.И., Баранова, А.А. Влияние пластификаторов на свойства цементного теста и прочность неавтоклавного пенобетона // Вестник АГТА. Т. 1, № 1. - Ангарск: Издательство Ангарской государственной технической академии, 2013. – с. 42-44.
- [11]. Горбач, П.С. Эффективный пенобетон на синтетическом пенообразователе // Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата технических наук. – Улан-Удэ, 2007. – 22 с.

- [12]. Кобидзе, Д.Е., Коровяков, В.Ф., Киселёв, А.Ю., Листов, С.В. Взаимосвязь структуры пены, технологии и свойств получаемого пенобетона // Строительные материалы. № 1. – 2005. – с. 26-29.
- [13]. Намбиар, Е.К.К., Рамамурти, К. Модели для прогнозирования прочности пенобетона, J. Mater. Struct. № 41. – 2008. – с. 247-254.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ СВЯЗУЮЩИХ НА ОСНОВЕ МОЧЕВИНОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ И ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛА И МЕЛАМИНА

Ш.В. Рахманов

*Наманганский инженерно-строительный институт
(Получена 8.05.2023 г.)*

В статье показаны результаты приведенных исследований показателем: адгезионная прочность, прочности на сжатие, прочности разрыва, прочности изгиба прочности сдвига мочевиноформальдегидной полимерной связующих.

Ключевые слова: адгезионная прочность, когезионная прочность, мочевино-меламино-формальдегидная полимерная композиция.

Maqolada o'rganilgan ko'rsatkichlar natijalari ko'rsatilgan: karbamid-formaldegid polimer bog'lovchilarining yopishish kuchi, bosim kuchi, yirtiq kuchi, egilish kuchi, kesish kuchi.

Kalit so'zlar: yopishtiruvchi mustahkamlik, yopishqoqlik kuchi, karbamid-melamin-formaldegid polimer tarkibi.

The article shows the results of the studied indicators: adhesion strength, compressive strength, tear strength, bending strength, shear strength of urea-formaldehyde polymer binders.

Keywords: adhesive strength, cohesive strength, urea-melamine-formaldehyde polymer composition.

Основные физико-механические свойства, полимерных связующих, а также их адгезионные, когезионные и клеящая способность зависят от структуры, химического состава и молекулярного веса рассматриваемых полимеров.

Клеящая способность полимерных связующих зависит от их структуры, химического состава и молекулярного веса нами были исследованы клеящие способности полимер-полимерных композиций, имеющую линейное и разветвлённую структуры, различного химического состава и молекулярного веса. Так, для исследования и разработки композиционных полимерных связующих-клеев с высокими физико-механическими, тепло-и водостойкими свойствами, как было отмечено выше, были выбраны, как основного компонента связующего, имеющий у нас республике высокопрочная мочевиноформальдегидная смола, а для её модификации были выбраны полиакрилонитрила, имеющий высокий тепло-водостойкости и физико-механические свойства, а также меламиновая смола.

Как известно, долговечность клеевых соединений из число физико-механических свойств определяет адгезионная и когезионная прочность полимерных связующих-клеев. В связи с этим в данном параграфе рассматривается результаты исследований адгезионных и когезионных свойств модифицированных мочевиноформальдегидных смолы с меламином и полиакрилонитрилом.

Ниже приводятся результаты исследований влияние меламиновой смолы и полиакрилонитрила на адгезионную и физико-механическую свойств полимер-полимерных композиционных связующих.

Рассмотрим результатов исследований влияние меламина на адгезионные и физико-механические свойства мочевиноформальдегидной смолы, то есть изменение свойств зависимости их соотношения.

На рисунке 1 и таблице 1 приведены зависимости адгезионной прочности и когезионные прочности мочевиноформальдегидных полимерных связующих от содержания меламина.

Таблице 1

Физико-механические свойства мочевина-меламин-формальдегидной полимерной композиции в зависимости от содержания меламин.

№	Физико.-механические свойства композиционных полимерных материалов	Содержание меламиновой смолы								
		0	2	4	6	8	10	12	14	16
1	Адгезионная прочность- $\sigma_{адг}$ МПа	35	41	47	50	45	35	31	17	8
2	Прочность при сжатии- $\sigma_{сж}$ МПа	50	62	73	78	72	60	48	37	28
3	Прочность при разрыва- σ_p МПа	40	48	55	59	52	42	32	20	12
4	Прочность при изгибе- $\sigma_{сж}$ МПа	28	33	39	41	37	29	18	12	4
5	Прочность при сдвиге- $\sigma_{сж}$ МПа	2	7	13	18	15	12	7	4	2

Примечание: отверждение у всех полимер-полимерных композиций осуществлен при участка 0,5 масс.ч едкого натрия при температуре 120 °С в течение 2 часа, после охлаждались на воздухе.

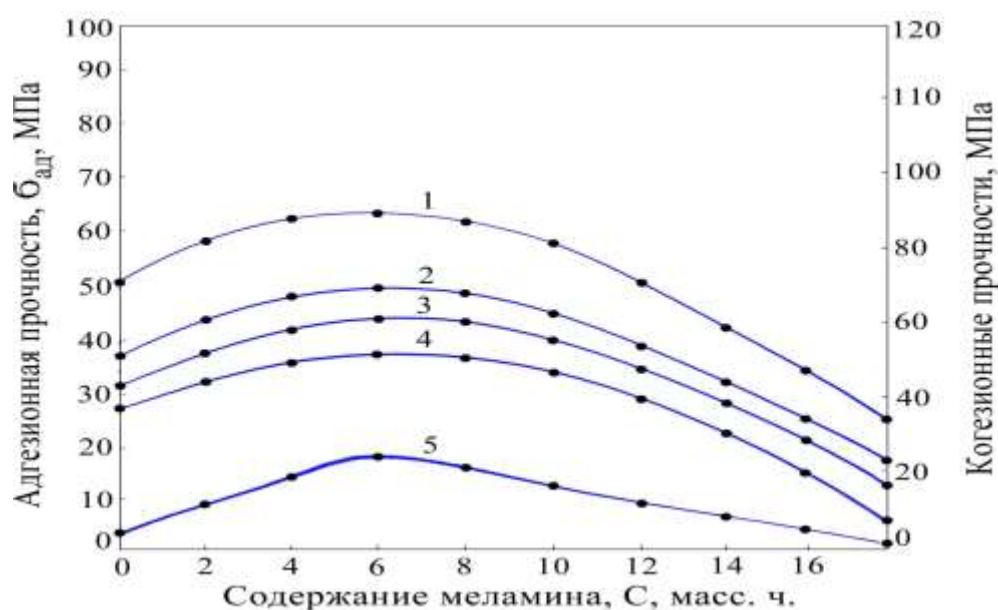


Рис. 1. Зависимость адгезионных и когезионных прочности мочевиноформальдегидной полимерной композиции от содержания меламиновой смол: 1-прочности при сжатии: 2- прочности при разрыва: 3-адгезионная прочности: 4-прочности при изгибе:5-прочности при сдвиге.

Как видно из рисунка 1 и таблице 1 у всех исследованных мочевино-формальдегидной полимерной связующих в зависимости увеличением содержания меламина в них наблюдаются экстремальный характер зависимости из значения адгезионной прочности, прочности сжатия, разрыва, изгиба и сдвига, проходя через максимума при содержание меламина 6 масс.ч, которые условно обозначали МФС-МС-1. При этом адгезионная прочность увеличивается от 35 МПа до 50 МПа, прочность на сжатия от 50 МПа до 78 МПа, прочность разрыва от 40 МПа до 59 МПа, прочность на изгиб от 28 МПа до 41 МПа, и прочность при сдвиге от 2 до 18 МПа.

Далее рассмотрим влияние полиакрилонитрила на адгезионную и композиционную свойства мочевиноформальдегидной полимерной связующего.

Для определения оптимального состава модифицированных мочевиноформальдегидных смол (МФС) с меламиновым смолой (МС) и полиакрилонитрилом (ПАН) нами проведены исследования зависимости адгезионной прочности и прочности на разрыв, сжатие и изгиб разрабатываемого композиционных полимерных связующих-клеев в зависимости от соотношения МФС:ПАН и МФС: МС, На

рисунке 2 и таблице 2 приведены зависимости адгезионной прочности на сжатие разрыв и сжатие полимер-полимерной композиции на основе мс и ПАН от их соотношения.

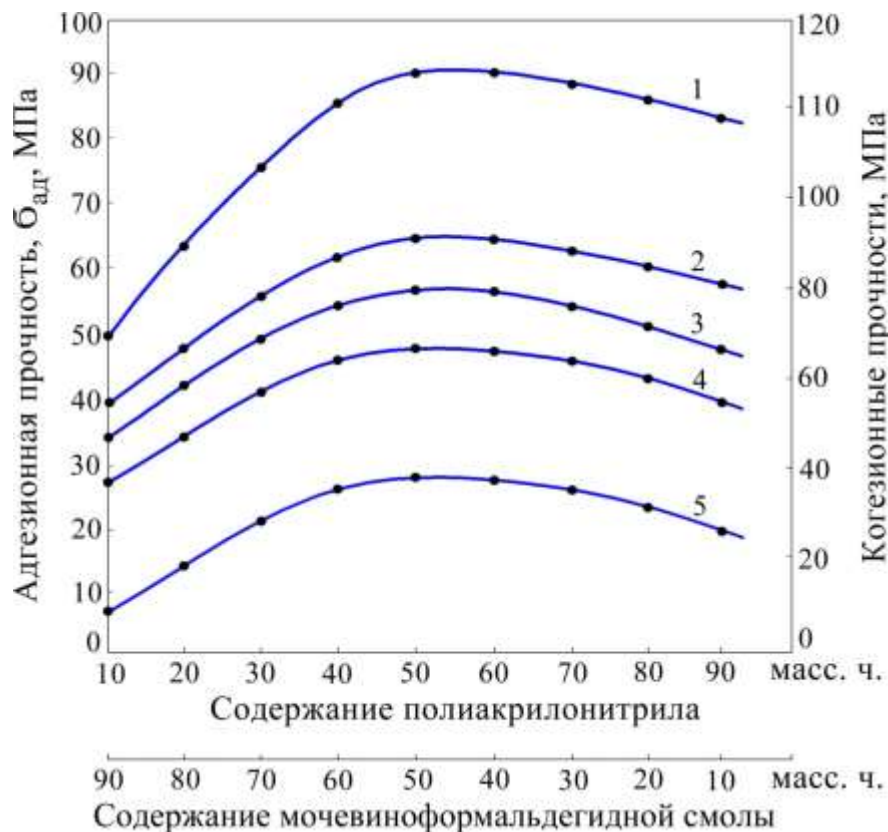


Рис. 2. Зависимость адгезионных и когезионных прочности композиции от соотношения мочевиноформальдегидной смолы и полиакрилонитрила. 1-прочность при сжатии; 2- прочность при разрыве; 3-адгезионная прочность; 4- прочность при изгибе; 5- прочность при сдвиге.

Как видно из рисунка 2 и таблицы 2 у всех исследованных полимер-полимерных клеев на основе мочевиноформальдегидной смолы и полиакрилонитрила наблюдается экстремальный характер в зависимости адгезионной прочности, прочности на разрыв, сжатие и изгиб от соотношения МФС и ПАН. Оптимальные значение адгезионных и когезионных прочности находится при их соотношении 50:50 масс.ч.- 60:40 масс. ч. Которые условно обозначали МФС -ПАН.-1 и МФС -ПАН.-2. При этом адгезионная прочность на ходатая в пределах 54 МПа и 56 МПа; Прочности сжатие- 84 МПа и 90 МПа;

прочность на разрыв -66 МПа и 65 МПа; прочность при изгибе -48 МПа и 47 МПа; прочность на сдвиг-31 МПа и 30 МПа соответственно.

Таблица 2

Физико-механические свойства полимерных композиций на основе мочевиноформальдегидной смолы и полиакрилонитрила (МФС:ПАН)

№	Состав композиции ПАН МФС масс.ч										
		10:90	20:80	30:70	40:60	50:50	60:40	70:30	80:20	90:10	
1	Прочность при разрыва- МПа	40,0	48,0	55,0	62,0	66,0	65,0	62,0	60,0	59,0	ср
2	Прочность при сжатин - МПа	50,0	62,0	74,0	84,0	90,0	89,0	88,0	84,0	81,0	бсж
3	Адгезионная прочность- МПа	35,0	42,0	49,0	54,0	56,0	55,0	54,0	52,0	48,0	бАдг
4	Прочность при изгибе- МПа	28,0	34,0	41,0	45,0	48,0	47,0	45,0	43,0	40,0	бсж
5	Прочность при сдвиге- МПа	6,0	16,0	22,0	28,0	31,0	30,0	28,0	27,0	25,0	бсжд

Примечание: отверждение у всех полимер-полимерных композиций осуществлен при участка 0,5 масс.ч едкого натрия при температуре 120 °С в течение 2 часа, после охлаждались на воздуха.

Таким образом, как показывает результаты исследований, приведенные на рис 1 и 2, а также таблицах 1 и 2, по всем исследованным показателем: адгезионная прочность, прочности на сжатие, прочности разрыва, прочности изгиба, прочности сдвига мочевиноформальдегидной полимерной связующих. Значительно выше, чем указанных свойств мочевино-меламино-формальдегидной полимерной связующих.

Список литературы

- [1]. Valijonovich, R. S., Axmadjanovich, T. A., & Khoshimjon, Y. S. (2021). Causes and Consequences of Floods and Floods in The Safety of Life, Measures to Protect the Population and The Territory. International Journal of Progressive Sciences and Technologies, 25(1), 83-86.
- [2]. Valijonovich, R. S., Axmadjanovich, T. A., & Khoshimjon, Y. S. (2021). Causes and Consequences of Floods and Floods in The Safety of Life. Measures to Protect the.
- [3]. Рахманов, Ш. В., & Тургунов, А. А. (2021). Табиатни муҳофаза қилиш-ҳар бир фукоронинг бурчидир. International Journal of Discourse on Innovation, Integration And Education, 2(1), 97-98.
- [4]. Rakhmanov, S. V., & Turgunov, A. A. (2022). The use of biological resources is a guarantee of economic stability. asia pacific journal of marketing & management review issn: 2319-2836 Impact Factor: 7.603, 11(03), 4-8.
- [5]. Soliev, R., Avazxon, T., & Sharifjon, R. (2021). Production Of Heat-Resistant And Frost-Resistant Composite Hermetic Mastics For Filling Cracks In Asphalt Concrete Roads And Defensive Joints Of Roads With Concrete Pavement. Nveo-natural volatiles & essential oils journal| nveo, 2677-2685.
- [6]. Sobirov, M. M., Raxmonov, S. V., Urozov, T. S., & Aslanov, A. (2020). Studying the kinetics of the decomposition of sulfur-containing phosphorites by nitric acid. Scientific Journal of Samarkand University, 2019(3), 77-80.
- [7]. Rakhmanov, S. V., Sobirov, M. M., Nazirova, R. M., & Hoshimov, A. A. (2020). Study of the kinetics of decomposition of sulfur-containing phosphoric nitric acid. Scientific-technical journal, 24(4), 65-68.
- [8]. Рахманов, Ш. В., & Рахимов, Х. М. (2020). Система методов обучения безопасности жизнедеятельности. Вестник науки и образования, (2-2 (80)), 67-69.
- [9]. Valiganovich, R. S., Alimovna, I. D., & Ogly, V. S. O. (2017). Using alternative energy sources as the supply of energy to urban areas. Science Time, (6 (42)), 105-107.
- [10]. Рахманов, Ш. В., Игамбердиева, Д. А., & Рахимов, У. Ю. (2017). Пути повышения плодородия эродированных почв в Наманганской области. Молодой ученый, (20), 226-228.
- [11]. Негматов, С. С., Жалилов, Ш. Н., Рахманов, Ш. В., Негматова, К. С., Абед, Н. С., Икромов, Н. А., ... & Махаммаджонов, Х. А. (2022). Исследование тепловой водостойкости и прочностных свойств композиционных полимер-полимерных связующих. Universum: технические науки, (11-5 (104)), 47-53.
- [12]. Негматов, С. С., Рахимов, Ш. В., Иноят, К. М., Умирова, Н. О., Негматова, К. С., Абед, Н. С., ... & Султонов, С. У. Влияние природы, вида и содержания органоминеральных наполнителей на адгезионную прочность при формировании покрытий. kompozitsion materiallar, 59.
- [13]. Valijonovich, R. S., Axmadjanovich, T. A., & Khoshimjon, Y. S. (2021). Causes and Consequences of Floods and Floods in The Safety of Life, Measures to Protect the Population and The Territory. International Journal of Progressive Sciences and Technologies, 25(1), 83-86.
- [14]. Рахманов, Ш. В., & Рахимов, Х. М. (2020). Пути улучшения экологического состояния орошаемых серых почв. Интернаука, (41-1), 51-53.

OHAK CHIQINDISINI (SHLAMNI) KO'PIKBETONGA QO'LLASH

I.N. Abdullayev, U.M. Abdullayev

Farg'ona politexnika instituti

i.abdullayev@ferpi.uz, (ORSID – 0000 -0003-4009-5422)¹ Tel: +998972716548

u.abdullayev@ferpi.uz, (ORCID:0000-0001-6606-5083)² Tel: +998916556232

(Qabul qilindi 26.09.2023 y.)

Maqolada ohak chiqindisini (shlamni) ko'pikbetonga qo'llashni tahlili va laboratoriya tajribalari asosida ko'pikbetonga ohak chiqindisini (shlamni) to'ldiruvchi sifatida foydalanish mumkinligi keltirilgan.

Kalit soʻzlar: mustahkamlik, ohak chiqindisi(shlam), koʻpikgenerator, oʻrtacha zichlik, issiqlik izolatsiyasi, konstruktiv issiqlik izolatsiyasi.

В статье на основе лабораторных экспериментов анализируется применение известковых отходов (шлам) в пенобетоне и возможность использования известковых отходов (шлам) в качестве наполнителя для пенобетона.

Ключевые слова: прочность, известковые отходы (шлам), пеногенератор, средняя плотность, теплоизоляция, конструктивная теплоизоляция

The article, based on laboratory experiments, analyzes the use of lime waste (sludge) in foam concrete and the possibility of using lime waste (sludge) as a filler for foam concrete.

Key words: strength, lime waste (sludge), foam generator, medium density, thermal insulation, structural thermal insulation.

Kirish: Ohak chiqindili koʻpikbeton olishdagi asosiy komponentlar sement va toʻldiruvchilardir. Amaliyot shuni koʻrsatdiki, olinadigan ohak chiqindili koʻpikbetonning turiga qarab komponentlarning tarkibi sezilarli darajada oʻzgaradi. Toʻldiruvchi miqdoriining oshishi ohak chiqindili koʻpikbetonning mustahkamligi va oʻrtacha zichligini koʻtarilishiga olib keladi.

Bundan tashqari, ogʻir yirik zarrachali toʻldiruvchilardan foydalanganda, koʻpikbeton qorishmasi choʻkadi. Shu sababli, koʻpikbeton tayyorlashda oʻlchami 2,5 mm dan kichik boʻlgan toʻldiruvchilar-asosan qum, ohak chiqindisi (shlami) va maydalangan sanoat chiqindilari ishlatiladi.

Qum va ohak (shlami) chiqindisining zarraviy va mineralogik tarkibi turlicha ekanligini hisobga olib, olinadigan ohak chiqindili koʻpikbetonning xususiyatlariga komponentlar tarkibining taʼsiri koʻrib chiqildi.

Ishning uslublari: Tadqiqotlar quyidagi tartibda olib borildi, daslab alohida texnik koʻpik tayyorlandi. Koʻpiklashtiruvchi vosita miqdori suvning 0,5% ni tashkil qildi. Koʻpik 3 daqiqa davomida tayyorlandi, keyin koʻpikka sement va toʻldiruvchi (qum va ohak shlami) qoʻshildi. Koʻpikbeton qorishmasini aralashtirish 2 daqiqa davom etdi. Soʻng qorishma 15x15x15 sm oʻlchamdagi metall qoliplarga quyildi, koʻpikbeton namunalari qotishi tabiiy sharoitda amalga oshirildi. Olingan namunalarning xususiyatlarini 7, 14 va 28 kundan soʻng aniqlandi.

1-jadval

Yozyovon qumining fizik koʻrsatkichlari

№	Koʻrsatkichlar	Oʻlchov birligi	Miqdori
1	Haqiqiy zichligi	g/sm ³	2,33
2	Yiriklik moduli	-	1,6
2	Toʻkma zichligi	kg/m ³	1,56
3	№ 063 gʻalvirda qolgan qoldiq	%	13,2
4	Yirik donalar miqdori: 10mm. 5mm. 0,16mm.kichik	%	0,3 7 25
5	Gil va changsimon moddalar miqdori	%	0,3

Qumning granulometrik tarkibi taʼsirini aniqlashda, tabiiy zarraviy tarkibdagi 1-jadvalda qum va 0,63; 0.315; 0,14 va 0,14 elakdan oʻtkazilgan qum va 2-jadvalda “Fargʻonaazot” ohak chiqindisining yiriklik moduli 300 um150 um0,75 um va undan oʻtgan qodiqlarini toʻldiruvchi sifatida namunalari tayyorlashda foydalanildi.

2-jadval

“Farg‘onaazot” ohak chiqindisining fizik ko‘rsatkichlari

№	Ko‘rsatkichlar	O‘lchov birligi	Miqdori
1	Haqiqiy zichligi	g/sm ³	2,69
2	Yiriklik moduli	-	1,6
3	To‘kma zichligi	kg/m ³	1,025
4	№ 075 g‘alvirda qolgan qoldiq	%	53.91
5	Yirik donalar miqdori: 300 um . 150 um . 75 um .kichik	%	0,3 5,12 25
6	ohak chiqindisining changsimon moddalar miqdori	%	40,14

Tajribalarda suv qattiq modda nisbatini (S/Q) 0,5 ga teng qilib olindi. Qattiq komponentlarning ulushiga sement va to‘ldiruvchi massasi kiradi. Ko‘piklashtiruvchi vosita miqdori suvning 0,5% ni tashkil qildi. 3-jadvalda tabiiy zarraviy tarkibdagi qum tarkibining ko‘pikbeton xususiyatlariga ta’sirini aniqlash bo‘yicha o‘tkazilgan tadqiqot natijalari keltirilgan.

3-jadval

Tabiiy zarraviy tarkibdagi ohak chiqindisi tarkibining ko‘pikbeton xususiyatlariga ta’siri

Qorishma tarkibi	S/Q	O‘rtacha zichlik, kg/m ³	Siqilishga mustahkamlik chegarasi, MPa		
			Qotish muddati, kun		
			7	14	28
Sement-60% ohak chiqindisi–40%	0,5	605	1,6	2,2	3,4
Sement-50% ohak chiqindisi–50%	0,5	620	1,5	2,1	3,5
Sement-40% ohak chiqindisi–60%	0,5	670	1,2	1,9	3,1
Sement-30% ohak chiqindisi–70%	0,5	710	0,9	1,6	1,0
Sement-20% ohak chiqindisi–80%	0,5	750	0,8	1,5	0,8

Tahlil: Ohak chiqindisining ko‘pikbetonning mustahkamligiga ta’siri ushbu maqolada o‘rganiladi.

Ushbu tajribada ishlatiladigan ko‘pikbetonning quruq xolatdagi zichligi 600 kg/m³ ni tashkil qiladi, bu asosan qurilishda issiqlikni saqlash uchun ko‘pikbetonda ishlatiladi [3,4].

Yangi ko‘pikbeton qurilish materiallarini ishlab chiqish uchun qattiq ohak chiqindisining yanada samarali foydalanish uchun ohak chiqindisining har xil nisbati o‘rganiladi va ushbu maqolada turli mudatdagi ko‘pikbetonning quruq holatdagi zichligi, mexanik xususiyatlari va mikro tuzilishining tashqi ko‘rinishi tahlil qilinadi.

Eksperimental tadqiqotlar o‘tkazish uchun PS400 D20 markali Quvasoysement zavodining Portland sementi, ko‘pikbetonning tarkibi (4, 5-jadvallar), issiqlik izolyatsiyasi markasi va M800 konstruktiv ko‘pikbeton ishlatilgan.

Ko'pikbetonning turli tarkibini eksperimental o'rganish orqali tarkibida ohak chiqindisi bo'lganida komponentlarning yuqori unumdorlik ko'rsatkichlari kuzatildi. Ohak chiqindisi konstruktiv ko'pikbeton 4x4x16 sm o'lchamdagi 2 seriyali egizak prizma namunalarini ishlab chiqarish orqali o'rganildi. Birinchi seriya nazorat namunalari, ikkinchisi - ohak chiqindisi bilan. Sinov muddatlari qattiqlashgandan keyin 1, 3, 7, 14 va 28 kun. Sinov natijalari jadvalda keltirilgan.

4-jadval.

Qum, issiqlik izolyasiyasi va issiqlik izolyasion strukturali ko'pikbeton
aralashmalari bilan laboratoriya tarkibi

№	Materialning nomi	Ko'pikbetonning tarkibi aralashmalar, kg	
		1 m ³ ga	5 litr xajmda xamirni nazorat qilish
1.	Sement	300	1500
2.	qumning frak. 0-5 mm	300	1500
3.	Ko'pik	50	250
4.	Suv, l	160	800

5-jadval.

Ohak chiqindili, issiqlik izolyasiyasi va issiqlik izolyasiyasi strukturaviy ko'pikbeton
aralashmalari bilan laboratoriya tarkibi

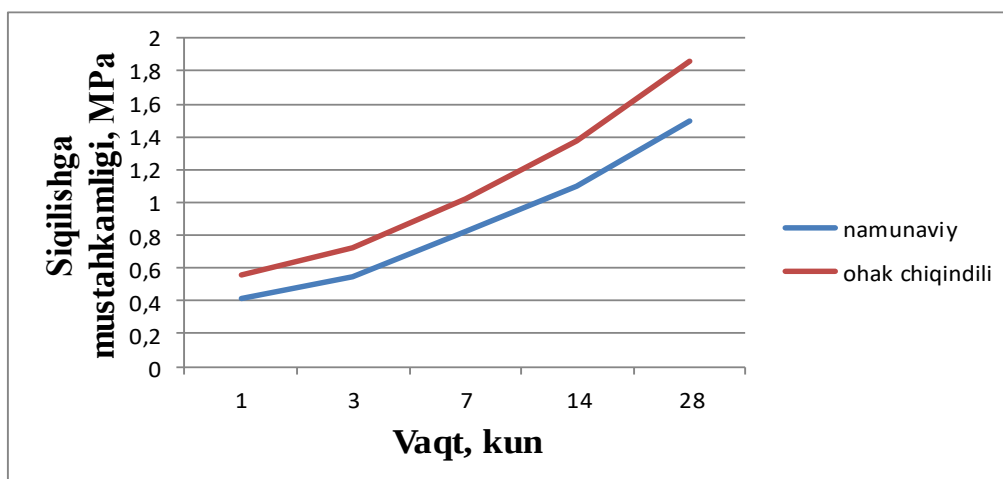
№	Materialning nomi	Ko'pikbetonning tarkibi aralashmalar, kg	
		1 m ³ ga	5 litr xajmda xamrni nazorat qilish.
1.	Sement	300	1500
2.	Ohak chiqindisi	300	1500
3.	Ko'pik	50	250
4.	Suv, l	180	900

Issiqlik izolyasiyasi va issiqlik izolyasion konstruktiv ko'pikbeton tarkibiga ohak chiqindisinining kiritilishi issiqlik izolyasiyasi va issiqlik izolyasion strukturaviy ko'pikbetonning mustahkamligini barcha qotish davrida oshiradi.

6-jadval.

Issiqlik izolyasiyasi va konstruktiv ko'pikbetonning siqilishga mustahkamligini o'rganish
natijalari

№	Materialning nomi	O'rtacha zichligi kg/m ³	Issiqlik izolyasiyasi va issiqlik izolyasiyasi strukturaviy ko'pikbetonning (MPa) mustahkamligi va kun davomida uning ortishi (%).				
			1	3	7	14	28
1	Qumli	700	<u>0.85</u> 100	<u>1.55</u> 100	<u>2.9</u> 100	<u>3.8</u> 100	<u>4.2</u> 100
2	ohak chiqindili	750	<u>0.96</u> 113	<u>1.72</u> 114	<u>3.25</u> 112	<u>4.3</u> 113	<u>4.75</u> 113



1-grafik. Ohak chiqindisining issiqlik izolyasiyasi va issiqlik izolasiyasining strukturaviy ko'pikbetonning siqilishga mustahkamligiga ta'siri.

Xulosa. Shunday qilib, ikkilamchi resurs sifatida kimyoviy o'g'itlar ishlab chiqarishdagi to'ldiruvchi sifatida ohak chiqindisini (shlamni) qo'shilishi bilan ko'pikbetonning mustahkamligini yoqotmagan holda aksinch uning mustahkamligini oshirish uchun ko'pikbetonning turli xil kompozitsiyalarini eksperimental ravishda o'rganildi. Ohak chiqindili (shlamli) ko'pikbetonga turli xil superplastifiktorlar yordamida bundanda yuqori ko'rsatkichlarga erishsa bo'lar ekan.

Adabiyotlar

- [1]. Abdullayev I.N., Abdullayev U.M "Ways Of Foam Concrete Production Development" The American Journal of Engineering and Technology (ISSN-2689-0984) Published: Julu 30,2021/ Pages: 9-14
- [2]. Otaqulov B.A., Abdullayev U.M "Improving the sorbtion properties of salt underway" "Ekonomika i sotsium" №12(91) 2021 www.iupr.ru
- [3]. Mirzajonov Mamurjon Alimovich Mamatov Xamidulla Abdullayevich Karimova Mukhtasar Isroiljon kizi In volume 6, of Journal of Architectural Design (JAD) May, 2022 ISSN (E): 2795-7608
- [4]. Abdullayev I.N, Abdullayev U.M., Utilizatsiya promyshlennых otxodov (izvestkovogo otxodov) v tselyax proizvodstva stroitel'nogo materiala, kak penobeton. Mejdunarodnaya nauchno - texnicheskiy konferentsiya SamGASI stranitsa 158-161
- [5]. Mamatov X.A., Abdullayev U.M. Modifitsirovanny penobeton. Nauchniy jurnal «Vestnik» BatGU №1, 2022 c 51-53
- [6]. I.N. Abdullayev, U.M. Abdullayev, "Fibrobeton xususiyatlarini tadqiq qilish". Ilmiy–texnika jurnali FerPI 2022 Maxsus son. № 5 191-193 betlar
- [7]. I.N. Abdullayev, U.M. Abdullayev Yengil betonlar tarkibi. Respublika Ilmiy -amaliy konferentsiya NamMQI 155-159 betlar.

ТЕРМИЧЕСКИЕ ОБЕСФТОРЕННЫЕ ФОСФАТЫ НА ОСНОВЕ ФОСФОРИТОВ ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ

Э.М. Кахаров

Ферганский политехнический институт
(Получена 26.05.2023 г.)

Изучен процесс кислотно-термической обработки фосфоритовой муки фосфоритов Центральных Кызылкумов с целью получения фосфата кормовой ценности. Первый этап, включающий фосфорнокислотного разложения фосмуки в экстракционной фосфорной кислоте, был проведен при 65°C в течение 30 мин. При этом количество ЭФК брали из расчета $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5 = 1,67; 1,45; 1,31; 1,18; 1,00$ и $0,79$. Установлено, что после кислотной обработки содержание фтора в продукте достаточно высоко - от 2,27 до 2,85%. Поскольку эти показатели естественно не соответствуют требованиям ГОСТ на кормовые фосфаты во втором этапе был осуществлен процесс термической обработки продуктов кислотного разложения при 800 - 1200°C. Найдено, что

с понижением кальциевого модуля от 1,67 до 0,79 и повышением температуры обжига от 800 до 1200°C содержание фтора снижается с 2,12 до 0,01%. То есть в данном случае содержание фтора снижается в среднем 21,2 раза. Продукт, полученный при $\text{CaO} : \text{P}_2\text{O}_5 = 0,79$ при 1200°C имеет следующий состав (масс.%): $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$ – 47,89; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{усв.}}$ по 0,4 %-ной HCl 41,58; $\text{CaO}_{\text{общ.}}$ 42,37; $\text{CaO}_{\text{усв.}}$ по 0,4 %-ной HCl 36,56; F 0,11. Данный вид продукта вполне соответствует по ГОСТу на кормовые фосфаты при содержании фтора не более 0,2%.

Ключевые слова: фосфоритовая мука, экстракционная фосфорная кислота, кальциевой модуль, кислотно-термическая обработка, кормовой фосфат, фтор.

The process of acid-thermal treatment of phosphorite powder from phosphorites of the Central Kyzyl Kum with the aim of obtaining phosphate of fodder value has been studied. The first stage, including the phosphate decomposition of phosphoric acid in wet process phosphoric acid (WPA), was carried out at 65 ° C for 30 minutes. In this case, the amount of WPA was taken from the calculation of $\text{CaO} : \text{P}_2\text{O}_5 = 1.67; 1.45; 1.31; 1.18; 1.00$ and 0.79. It was established that after acid treatment, the fluorine content in the product is quite high to be ranged 2.27 to 2.85%. Since these indicators naturally do not meet the requirements of State standard for feed phosphates in the second stage, the process of heat treatment of acid decomposition products was carried out at 800 - 1200 ° C. It was found that with a decrease in the calcium modulus from 1.67 to 0.79 and an increase in the firing temperature from 800 to 1200 ° C, the fluorine content decreases from 2.12 to 0.01%. That is, in this case, the fluorine content decreases on average 21.2 times. The product obtained at $\text{CaO} : \text{P}_2\text{O}_5 = 0.79$ at 1200 ° C has the following composition (wt%): $\text{P}_2\text{O}_{5\text{total}}$ - 47.89; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{ass.}}$ by 0.4% HCl 41.58; $\text{CaO}_{\text{total}}$ 42.37; $\text{CaO}_{\text{ass.}}$ at 0.4% HCl 36.56; F 0.11. This type of product is fully consistent with GOST for feed phosphates with a fluorine content of no more than 0.2%.

Keywords: phosphorite powder, wet process phosphoric acid, calcium module, acid heat treatment, feed phosphate, fluorine.

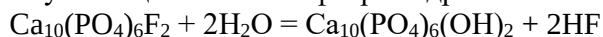
Markaziy Qizilqum fosforitlaridan ozuqaviy ahamiyatga ega fosfat olish maqsadida fosforit uniga kislota-termik ishlov berish jarayoni o'rganildi. Birinchi bosqich, fosfat kislotali parchalanish jarayoni, fosforit uni va ekstraksiya fosfat kislotali (EFK) ishtirokida 65 ° C da 30 daqiqa davomida amalga oshirildi. Bunday holda, EFK miqdori $\text{CaO} : \text{P}_2\text{O}_5 = 1,67; 1,45; 1,31; 1,18; 1,00$ va 0,79 nisbatida olingan. Kislota bilan ishlov berishdan so'ng mahsulotdagi ftor miqdori ancha yuqori bo'lib, 2,27 dan 2,85% gacha bo'lishi aniqlandi. Ushbu ko'rsatkichlar tabiiy ravishda, Davlat standartining talablariga javob bermaganligi sababli, ikkinchi bosqichda fosfatlar 800 - 1200 ° C kislota yordamida parchalanish jarayoni amalga oshirildi. Kalsiy modulining 1,67 dan 0,79 gacha pasayishi va olov haroratining 800 dan 1200 ° C gacha ko'tarilishi, ftor miqdori 2,12 dan 0,01% gacha kamayadi. Ya'ni, bu holda ftor miqdori o'rtacha 21,2 marta kamayadi. CaO da olingan mahsulot: $\text{P}_2\text{O}_5 = 0,79 - 1200$ ° C da quyidagi tarkibga ega (og'irlik%) : P_2O_5 jami. - 47,89; $\text{P}_2\text{O}_{5\text{uzl.}}$ 0,4% ga HCl 41,58; CaO_{umum} 42,37; $\text{CaO}_{\text{ozl.}}$ 0,4% HCl 36,56 da; F 0.11. Ushbu turdagi mahsulot ftor miqdori 0,2% dan ko'p bo'lmagan ozuqa fosfatlari uchun GOSTga to'liq mos keladi.

Kalit so'z: fosforit uni, ekstraksiya fosfor kislotali, kaltsiy moduli, kislotali issiqlik bilan ishlov berish, ozuqaviy fosfat, ftor.

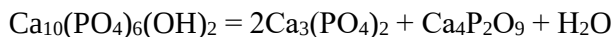
Наряду с белковыми и витаминными добавками для скота и птиц необходимы также фосфатные минералы кормовой ценности. Кальциевые фосфаты способствуют значительно увеличивать продуктивность животноводства, т.е. прибавку мяса, жирность молока, количество яйца и т.д. Однако производимые фосфорные удобрения такие как простой, двойной суперфосфат, аммофос, и др. косвенном виде не принадлежат для использования кормового фосфата. Дело в том, что фосфатные материалы должны соответствовать требованиям кормового качества, где минимально возможное содержание фтор, мышьяк и тяжелые металлы должно не более (масс.%): фтор 0,2; мышьяк 0,005; свинец 0,002; кадмий 0,001 и ртуть – 0,0001.

Следует отметить, что эти показатели вредных веществ разработаны для кормовых фосфатов, выработанных из Хибинского апатитового концентрата (39,4% P_2O_5), а для кормового фосфата из Каратау массовая доля свинца должно составлять не более 0,003 % для монокальцийфосфата и 1-го сорта трикальцийфосфата [1]. Для условий Узбекистана фосфориты Центральных Кызылкумов (ЦК) также могут послужить сырьем с целью получения кормового фосфата. Усредненная проба фосфорита ЦК содержит 16,2 P_2O_5 ; 46,2 CaO ; $\text{CaO} : \text{P}_2\text{O}_5 = 2,85$; 17,7 CO_2 ; 0,6 MgO ; 2,9 ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$); 1,5 ($\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$); 2,65 SO_3 ; 1,94 F; 0,1 Cl; 7,8 н.о. Согласно [2] тяжелые металлы - As, Pb, Cd, Hg в фосфорите составляют менее 0,1 мг/кг, что вполне приемлемо получать из них кормовые фосфаты.

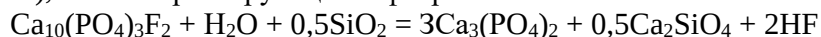
Однако фосфориты ЦК желательно надо избавиться от фтора. Из практики известно, что наиболее быстро и полно обесфториваются фосфаты при термическом разложении их в присутствии водяного пара [3]. Гидротермическая обработка фторапатита при **1400-1450 °C** приводит вначале к изоморфному замещению ионов фтора гидроксил- ионами:



Способность ионов фтора и гидроксила изоморфно замещать друг друга объясняется близостью их ионных радиусов. Теплота этой реакции⁹⁸ составляет **62,3 ккал/г-мол.** Однако гидроксилапатит не является конечным продуктом реакции вследствие его разложения на три- и тетракальцийфосфат:



Трикальцийфосфат выделяется при температуре обесфторивания в виде α -модификации, которая при быстром охлаждении водой (закалка) может быть сохранена в метастабильном состоянии и при обычных температурах. Кроме того, имеется подход введение в шихту кремнезем (от 2 до 50%), активно реагирующий с фторапатитом согласно:



В этих условиях основной фазой продукта, получаемого из апатитового концентрата, также является α -трикальцийфосфат.

Однако данный процесс энергоемкий и требует особого контроля за качеством продукции. К тому же для фосфоритов ЦК эти технологии не доступны в связи с отсутствием содержания активного кремнезёма.

Поэтому на наш взгляд для зернистых фосфоритов ЦК целесообразно применять кислотно термический способ, при котором фосфорит разлагается экстракционной фосфорной кислотой (ЭФК) из этого же сырья с последующей сушкой обжигом при температуре в пределах 800-1200 °C.

Объектом исследования явились фосфорит с содержанием (масс.%): 16,62 P₂O₅; 48,64 CaO; 0,71 Fe₂O₃; 0,98 Al₂O₃; 13,02 CO₂; 3,27 SO₃; 2,24 F; 6,88 н.о. и экстракционная фосфорная кислота (мас.%): 16,46 P₂O₅; 0,052 CaO; 1,11 MgO; 0,274 Fe₂O₃; 0,413 Al₂O₃; 2,98 SO₃; 0,99 F. При этом количество ЭФК брали из расчета CaO:P₂O₅ равно 1,67; 1,45; 1,31; 1,18; 1,00 и 0,79.

Лабораторные эксперименты по кислотно разложению были проведены в термостатированном стеклянном реакторе с винтовой мешалкой, присоединенной в ЛАТР. Температуру поддерживали при 65 °C с помощью терморегулятора. Так, сперва в реактор поместили ЭФК определенного количества и после достигаемой температуры в содержимой реактор порционно загружали фосфорит в течение 4-5 мин. После загрузки проводили процесс перемешивания с оборотом 250 об/мин в течение 30 мин. Затем после завершения процесса реакционную массу сливали в выпарную чашку и далее подвергали к сушке до постоянной массы одновременно перемешивая при 90 °C. Здесь было проведено предварительное исследование по установлению состава продуктов разложения до обжига. Найдено, что после кислотной обработки фосфоритов содержание общей форм P₂O₅ в зависимости от CaO:P₂O₅ увеличиваются от 25,88 до 38,29%. Относительная форма P₂O₅ по 2%-ной лимонной кислоте и трилону Б находятся от 46,45 до 91,54 и от 40,49 до 81,80% соответственно. Однако содержание фтора снижается от 2,27 до 2,85%. Эти показатели не соответствуют требованиям на кормовые фосфаты, в связи чего полученные сухие массы разложенного фосфорита измельчали в фарфоровой ступке до размер частиц 0,16 мм и поместили в муфельную печь (СНОЛ производства Россия) для обжига при температуре 800-1200 °C. После завершения процесса обжига прокаленные образцы фосфатов заново агломируются в крупные глыбы, что требует их измельчены в ступках до размер частиц 0,16 мм.

Далее эти измельченные образцы подвергались химическому анализу по общепринятой методике [4].

Результаты исследований показывают, что с снижением кальциевого модуля от 1,67 до 0,79 и увеличением температуры обжига от 800 до 1200 °C содержание фтора снижается с 2,12 до 0,01%. То есть в данном случае содержание фтора снижается в среднем 212 раза. Тогда как общая форма P₂O₅ в продуктах увеличивается от 26,09 до 47,89% при указанных температурах. Так как качественным показателем для кормовых фосфатов является усвояемая форма P₂O₅ в 0,4%-ной соляной кислоте, и относительная форма P₂O₅ в них колеблется от 24,01 до 43,58%. Также в продуктах находится относительная усвояемая форма CaO находится. Какие

закономерности мы наблюдаем? Чем низкий кальциевый модуль, т.е. больше нормы фосфорной кислоты и выше температуре обжига, тем больше усвояемая форма P_2O_5 и тем меньше содержание фтора. Из соображений сырьевых и материальных затрат наиболее экономичным на наш взгляд является образец полученный с соотношением $CaO:P_2O_5 = 1,00$ при температуре $1200^\circ C$. В данном случае продукт имеет следующий состав (мас.%): $P_2O_{5\text{общ.}}$ – 42,39; $P_2O_{5\text{усв.}}$ по 0,4 %-ной HCl 38,98; $CaO_{\text{общ.}}$ 45,45; CaO усв. 41,81; F 0,2. Это говорит о том, что кислотно-термический способ вполне приемлемый для легко разлагаемых фосфоритов ЦК, что соответствует ГОСТ 23999-80 [1].

Таким образом, найдена возможность создание технологии получения кормовых фосфатов на основе местных фосфоритов ЦК путем кислотно-термического способа. Пути дальнейшего усовершенствование и снижение теплоэнергетических затрат остаются задачам исследования.

Список литературы

- [1]. Кальций фосфат кормовой. ГОСТ 23999-80. 9 с.
- [2]. А.А. Кист, Е.А. Данилова, Н.В. Осинская, С.Х. Хусниддинова, Б.М. Беглов. Н.В. Волынского. Примесные элементы в фосфоритах центральных Кызылкумов и их переход в аммофос, фосфогипс, почву и растение. Химическая промышленность, т. 91, № 8, 2014, С. 418-428.
- [3]. М.Е. Позин. Технология минеральных удобрения. Л.: 1983, 336 с.
- [4]. Винник М.М., Ербанова Л.Н., Зайцев П.М. Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений, кормовых фосфатов. М.: Химия. 1975. 218 с.
- [5]. Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений, кормовых фосфатов. / М.М.Вин- ник, Л.Н.Ербанова П.М.Зайцев и др. – М.: Химия, 1975. – 218 с.
- [6]. Милащенко Н.З. Сульфат аммония – перспективная форма азотного удобрения. // Агрохимический вестник. – 2004. - № 2. - С. 3.

UDK54.05

KARBONIZATSIYA JARAYONINING NAZARIY ASOSLARI VA TEXNOLOGIK HISOBLARI

S.R. Mirsalimova, O.O. Tajiboyeva

Farg'ona politexnika instituti, oygultajiboyeva@gmail.com
[*\(Qabul qilindi 02.11.2023 y.\)*](#)

Ushbu maqolada soda mahsulotlarini bosqichma bosqich olishda karbonizatsiya jarayoni haqida, karbonizatsiya jarayoni fizik kimyoviy xususiyatlari haqida ma'lumotlar va ularni talabalarga "aqliy hujum" metodi yordamida o'qitish haqida ma'lumotlar keltirilgan.

Kalit so'zlar: *dioksid uglerod, kalsiy karbonat, natriy karbonat, absorbsiya, karbonizatsiya, distilyatsiya, parchalanish.*

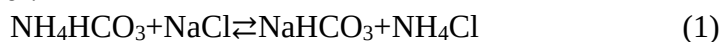
В данной статье представлена информация о поэтапном процессе карбонизации при производстве газировки, физических и химических свойствах процесса карбонизации, а также о том, как преподавать их студентам методом «мозгового штурма».

Ключевые слова: *углекислый газ, карбонат кальция, карбонат натрия, абсорбция, карбонизация, дистилляция, разложение.*

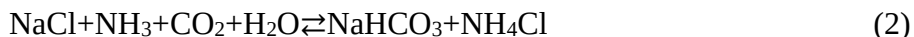
This article provides information on the step-by-step process of carbonization of soda products, information on the physical and chemical properties of the carbonation process, and information on teaching them to students using the brainstorming method.

Key words: *carbon dioxide, calcium carbonate, sodium carbonate, absorption, carbonization, distillation, decomposition.*

Soda ishlab chiqarishning Leblan va Solve usullari mavjud bo'lib bugungi kunda asosan Solve usulidan foydalanamiz. Aynan shu usulda karbonizatsiya jarayoni olib boriladi. Solve usulida sodani ammoniy gidrokarbonat orqali olinadi:



Soda zavodlarida ammoniy gidrokarbonat NaCl ning suvli eritmasida NH_3 va CO_2 gazlaridan olinadi:

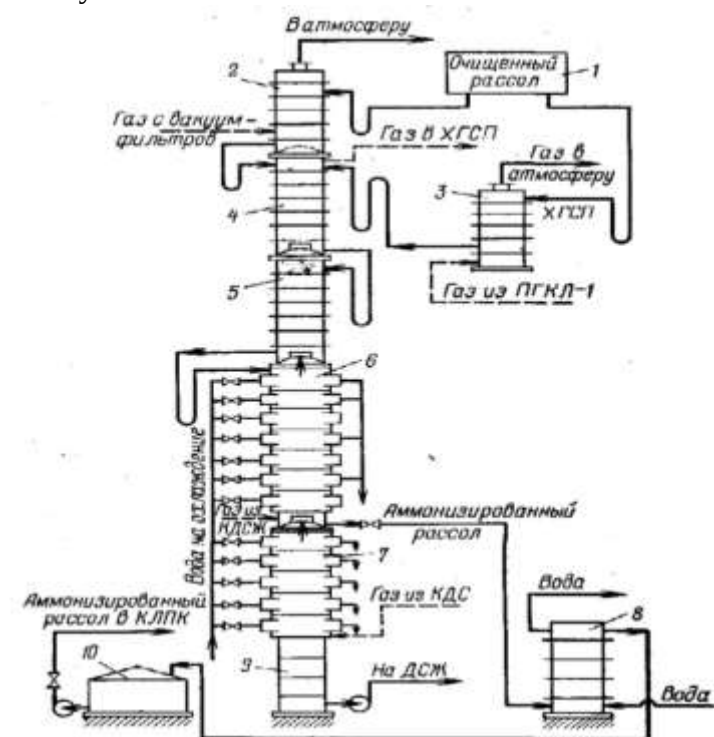


Ushbu reaksiya 2ta bosqichda o'tkaziladi. Birinchi bosqichda absorbsiya va ikkinchi bosqichda karbonizatsiya jarayoni o'tkaziladi[1]. Karbonizatsiya jarayonida cho'kmaga tushgan NaHCO_3 filtratsiya usuli bilan ajratiladi va uni parchalash natijasida soda olinadi.



Hosil bo'lgan uglerod gazikarbonizatsiya bo'limiga yuboriladi. Bundan tashqari asosiy jarayonlardan tashqari bir nechta yordamchi jarayonlar o'tkaziladi [2].

Dioksid uglerod esa yaxshi erimaydigan gaz, uning absorbsiya tezligi kam bo'lib, suyuqli plenka qarshiligi bilan aniqlanadi. CO_2 gazi yutilishi ammiak borligida qaytar kimyoviy reaksiya bilan murakkablashadi. Bundan tashqari, ammiak borligida CO_2 ning muvozanatli bosimi kamayadi.



1-rasm. Absorbsiya bo'limi texnologik sxemasi [3]. 1-siqiluvchi bak; 2-havo filtrini yuvgich; 3-ikkinchi gaz yuvgich kalonnasi; 4-absorbsiya gazlarini tozalagich; 5,6-absorberlar; 7-distilyat gazini sovutgich; 8-ammonizatsiyalangan nomokob sovutgich; 9-kondensat yig'gich; 10-ammoniyzatsiyalangan nomokob yig'gich.

Ammiak va dioksid uglerodlardan tashqari absorbsiyaga suv buglari ham kelib tushadi. Karbonat angidrid absorbsiyasi birin-ketin joylashgan ikkita katta va kichik absorbsiya minoralarida amalga oshiriladi.

Absorbsiya jarayoni yuqori tezlikda o'tishini ta'minlash uchun fazalar orasidagi kontakt yuza F ni oshirish kerak. Shuning uchun absorbsiya bo'limida barbotaj minoralari o'rnatiladi. Ular tarelkadagi bir necha yirik qabariqlardan iborat bo'lib, qabariqlarga bitta katta qalpoqcha yoki 7-14 ta kichik barbotaj qalpoqchalari joylashtirilgan bo'ladi[3]. Minora balandligi bo'yicha jarayonning harakatlantiruvchi kuchi Δs bir tekisda bo'lishini ta'minlash maqsadida gazlar va suyuqlik orasida qarama-qarshi oqim yuzaga keltiriladi. Tizim qarshiligini kamaytirish uchun absorbsiya bo'limi jihozlari vakuum ostida ishlaydi. Tarkibida 80-85 g/l NH_3 tutgan absorbsiyalashdan olingan namakob sovutilib karbonizatsiyaga yuboriladi[4].

Ushbu ma'lumotlar talabalarga ma'ruza

qilib beriladi va dars jarayoni so'ngida quyidagi savollarni istalgan talabaga berib, olgan bilimi tekshiriladi va kamchiliklari tushuntiriladi. Bu usul bilan talabada bilim olish ko'rsatkichi yuqori darajada bo'ladi.

Adabiyotlar

- [1]. TernesgenAtnafu, SeidYiner. Calcium Chloride Recovery in Soda Ash Production by Solay'sProsess Paperback. LAP LAMBERT Academic Publishing USA, 2013.
- [2]. G'afurov.Q. Shamsiddinov L. Mineral o'g'itlar va tuzlar texnologiyasi. Darslik. T. Fan va texnologiya. 2007.352.b
- [3]. Krashenikov. S. A. Texnologiya soda. Uchebnik.M. Ximiya 1988.
- [4]. 4.D.T.Kodirova, Sh.Sh. Xamdamova, S.R.Mirsalimova, S.S.Ortikova. "Sodali mahsulotlar ishlab chiqarish nazariyasi va texnologik hisoblari" o'quv qo'llanma. Classic nashriyoti – 2022. 146 bet

1. “Фарғона политехника институти Илмий – техника журналы” (“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 оралик** 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.

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: jurnalferpi@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: 22.12.2023 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.