

ISSN 2181-7200

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ТАЪЛИМ, ФАН
ВА ИННОВАЦИЯЛАР ВАЗИРЛИГИ

ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

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



2024. Том 28. № 2

**НАУЧНО–ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ ФерПИ**

**SCIENTIFIC – TECHNICAL
JOURNAL of FerPI**

ФАРҒОНА – 2024

ФарПИ ИЛМИЙ-ТЕХНИКА ЖУРНАЛИ ТАҲРИРИЯТИ

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

ЎзР Олий аттестация комиссияси
Раёсатининг 2013 йил 30 декабрдаги
№201/3 қарори билан журнал ОАКнинг
илмий нашрлари рўйхатида киритилган

Бош муҳаррир

Ў.Р. САЛОМОВ

Таҳрир хайъати:

Физика-математика фанлари:

1. Вайткус Ю.Ю., академик, ф.-м.ф.д., проф. – Вильнюс, Литва ДУ
2. Тарасенко С.А., ф.-м.ф.д., проф. – С-Пб. ФТИ, РФА
3. Мўминов Р.А., академик, ф.-м.ф.д., проф. – ЎзФА ФТИ
4. Сиддиқов Б.М., Prof. of Mathem. – Ferris State University, USA
5. Нуригдинов 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, д.т.н., проф. – Бел.-Рос. Университет, Беларусия
3. Бойбобоев Н., т.ф.д., проф. – НамМҚИ
4. Мамаджанов А.М. т.ф.д., проф. – ТошДТУ
5. Тожиёв Р.Ж., т.ф.д., проф. – ФарПИ
6. Тўхтақўзиев А., т.ф.д., проф. – ЎзФА МЭИ

Қурилиш:

1. Аббасов Ё.С., т.ф.д. – ФарПИ
2. Ақромов Х.А., т.ф.д., проф. – ТошАҚИ
3. Одилхажиев 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. Хайригдинов 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. Икромов 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, Н. Бойбобоев, Ю.Ю. Вайткус, К.Е. Ертаев, А.А. Ибрагимов,
О.О. Ибрагимов, М.А. Икромов, Ш.М. Искандарова, И.Н. Исманов, А.М. Қасимахунова, Д. Қудбиев, А.М. Мамаджанов,
Р.А. Муминов, И. Нуригдинов, А.Э. Одилхажиев, Т.С. Омонов, А.М. Расулов, С.Ж. Раззаков, Б.М. Сиддиқов, Л.А. Сиваченко,
Д.С. Салиханова, С.А. Тарасенко, Р.Ж. Тожиёв, А.А. Тўхтақўзиев, Б.Э. Хайригдинов, 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, N. Boyboboev, Yu.Yu. Vaitkus, 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. Odilxajev, T.S. Omonov, A.M. Rasulov, S.J. Razzakov, B.M. Siddikov, L.A. Sivachenko,
D.S. Salikhanova, S.A. Tarasenko, R.J. Tojiev, A.A. Tuxtakuziev, B.E. Hayriddinov, Sh.Sh. Xamdamova, Z.A. Xamroqulov,
N.B. Shinkova, S.F. Ergashev, N.Kh.Yuldashev (Executive Editor)

ФУНДАМЕНТАЛ ФАНЛАР

Игамов Б.Д., Камардин А.И., Бекпулатов И.Р. Турли усуллар билан Mn_4Si_7 силицидларини олиш ва уларнинг электрофизик хусусиятларини текшириш	9
Nasriddinov S.S., Movlonov N.T., Muydinova M.A., Mamatova G.D., Umarova G.A., Saidova F.S. SiO_2 qattalari hisobida monokristallik kremniyga asoslangan fotoelektrik qurilmalarning samarayligini oshirish	15
Abdunazarov A.O., Mirzayev V.T., Tuychibayev B.K. Kadmiy xalkogenid fotovoltaik plyonkali strukturalarining lyuminesensiya spektri va ularning quvvatini oshirish	18

МЕХАНИКА

Мухаммадсодиқов К.Д. Кимё саноати корхоналарида машина ва аппаратларни коррозиядан ҳимоя қилиш	24
Мардонов Ж.Ш., Парпиев А.П., Гатаев Х.А., Тўйчиев Т.О. Пахтани тозалаш жараёнида ажралиб чиқган чиқиндилар таркибини тозалагич секциялари бўйича ўзгаришининг тадқиқи	30
Ochilov M.M., Xolyigitov Sh.N., Niyozov A.G., Xoshimova N. Qaytargich moslamasining kamerada joylashish masofasini tutish samarasiga ta'sirini o'rganish	35
Ахунбаев А.А. Суглинок хом-ашёсини қуришнининг тажриба саноат синовлари	39
Asanov S.E., Umerov F.Sh. Yengil va yo'lovchi elektromobil (EV) va gibrid elektromobil (HEV) vositalarida ishlatiladigan elektr yuritmalarining tasnifi	44
Bazarov B.I., Azimov A., Tojiyev J.Z. Universal yonilg'i ta'minlash tizmiga ega gaz ballonli avtomobillarning ekspluatatsion ko'rsatkichlarini oshirish usullari	51
Muxiddinov Z.N. Kesuvchi asboblari yo'lini optimal rejalashtirish, kesuvchi asboblarni tanlash va kesish parametrlarini optimallashtirish uchun sun'iy intellekt algoritmlari va kompyuterda tasvirlarni ko'rish algoritmlarining integratsiyasi	58
Саломова М.А., Маматкулов О.Т., Мурадов Р.М. Пахтани ҳаводан ажратиш жараёнида бўйича назарий тадқиқотлар	64
Тўхтақузиёв А., Икромов И.А. Комбинациялашган машина чуқур юмшаткичларининг белгиланган чуқурликка ботиши	68
Berdiyev D.M., Umarova M.A., Abdullayev A.X., Qo'ziyev G. Sh. Yerga ishlov beruvchi organlarning ishchi yuzalarini ish unumdorligiga yuqori xromli kukun qoplamalarini ta'siri ..	73
Ризаев А.А., Ёулдашев А.Т., Қўлдошев Д.А., Ҳакимжанов А.Б. МХ-1,8 ГВ пахта териш машинасининг марказдан қочма вентиляторнинг пневматик транспорт тизимини стенд синови	77
Рахимов Ф.Х., Косимов Х.Х., Мурадов Р.М. Пахтани ғарамловчи механизмларни иш жараёни таҳлили	85
Тешабоева Р.Х., Аҳмедов М.И., Рахимов Ф.Х., Мурадов Р.М. Пахта чигити ва уни экишга тайёрлаш технологиясининг классификацияси	90
Sarimsakov O.Sh., Ergashev Sh.T., Shokirov X.T. Arrali tola ajratkich uchun tarkibli kolosnik konstruksiyasining sinov natijalar tahlili	95
Махмудов А., Шакиров Б.М. Тупроқ тўғон танасидаги ёриқлар бўлишлиги механизми	100
Палуанов Б.А., Пирматов А.П. Тозалаш жараёнида тола бўлакчаларининг тиш олд сиртида ҳаракати ва уларнинг тиш билан илашиш кучининг тадқиқи	106

ҚУРИЛИШ

Abdazimov Sh.X., Umarova M.N. Amirov M.U. O'zbekistonning tog'li va tog'oldi hududlaridan o'tgan temir yo'l va uning inshootlariga ko'chki jarayonlarini ta'sir etishi hamda bashorat qilishning matematik modellarini o'rganish	111
Rashidov Yu.K., Orzimatov J.T. Metal simli chalkashlikdan yasalgan havo o'tkazuvchi matritsali absorberga ega bo'lgan quyosh havo qizdirgichning samaradorlik koeffitsientini aniqlash usulini ishlab chiqish	116

**ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОН ҚУРИЛМАЛАР ВА АХБОРОТ
ТЕХНОЛОГИЯЛАР**

Хўжақулов С.М., Хайриддинов Б.Э., Эргашев Ш.Х. Иссиқхоналарни карбонат ангидрид билан таъминлаш технологиялари	122
Abbasov E.S., Umurzakova M.A. Quyosh havo isitgichi	126
Рўзикулов Ғ.Ю., Хайриддинов Б.Э., Ибрагимов У.Ҳ., Эргашев Ш.Х. Комбинациялашган иссиқлик насосли қуёш қуритгич-совитгичнинг совитиш камерасини математик моделлаштириш	130
Усмонов Н.О., Ярашов С.К. Қишлоқ хўжалиги биноларини қуёш энергияси ва буғланма совитишдан фойдаланиб табиий совитиш	137
Taslimov A.D., Meliqo'ziyev M.V. Shahar elektr ta'minotida kuch transformatorining quvvatini tanlash usulini tadqiq etish	147

КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЭКОЛОГИЯ

Xudayberdiyev M., Nurmuxamedov T., Achilov B. Virusli pomidor mozaikasi kasalligi kontekstida pomidor barglari to'qimasini fraktal tasvir tahlili	152
Mirzayev J.D., Shodiyeva E.B., Sadullayev S.X., Xolmurodov B.B., Baxromova L.A. Za'faron o'simligining tarkibini xromatografiya usulida tadqiq qilish	158
Xolmurodov B.B., Xolmuradov B.B., Nasriddinov J.J., Choriyev A.J. Yantoq (alhagi maurorum) spirtli ekstraktining antiradikal faolligi	163
Hamdamova D.Sh., Umarova V.K., Primqulov M.T. Dorivor o'simliklardan poroshokli selluloza olish va xossalarini o'rganish	168
Хурсандов Б.Ш., Юлдошов Ф.А., Кўчаров А.А., Юсупов Ф.М. Пиримидин асосида техник олтингугуртдан полимер олтингугурт олиш ва бнд 60/90 маркали битум хоссаларига таъсирини тадқиқ қилиш	173
Saidov A.H., Voxidov E.A., Narzullayeva A.M., Nurqulov F.N. Modifikatsiyalangan alyumofosfat yelimlari asosida yog'och materialllarini olish ularni kislorod indeksi va mexanik xossalar tahlili	177
Artikov A., Masharipova Z.A., Mamaeva D.A., O'rozova D.D. Mikroto'liqlik pechda qovunlarni quritish tahlili bo'yicha	182
Сманов Б.А., Ганиева С.Х., Адизов Б.З., Сайдахмедов Ш.М., Хамидов Б.Н. Титан иссиқлик алмаштиргичларини тозалаш учун янги коррозия ва туз қолдиқлари ингибиторларини танлаш	191

ИЖТИМОЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАҢЛАР

Tuyboyov O.V. Oshirilgan samaradorlik, moslashuvchanlik va sanoat uchun intellektual tizimlar, ishlab chiqarish va sanoat 4.0 integratsiyasining istiqbollari	197
To'xtarova I. Chet tilidagi adabiy matnlardan foydalanish bo'yicha tavsiyalar	205

ҚИСҚА ХАБАРЛАР

Siddiqov R.O'. Havoni aeroionlar bilan boyitishning odam organizmiga ta'sirini o'rganish ...	210
Valiyev N.G. To'qimachilik iplarining deformatsiyalarini aniqlash usullari	212
Nazirov R.R., Toshmirzayev Q.O. Kichik o'lchamli barabanli quritgichi uchun zanjirli uzatmaning geometrik va kinematik parametrlarini aniqlash	216
Umarov A.A. Arrali jin tezlatgichini kritik chastotaga hisoblash	219
Komilov Sh.R., Tojiboyev M.A., Isahanov H., Muradov R.M. Tola ajralishi va chigit chiqish jarayoni bo'yicha olib borilgan ilmiy tadqiqotlar natijalari tahlili	221
Usmonov Sh.Y., Tursunov A.Sh. Yengil sanoat korxonalarida mahsulotlarning energiya sarfini kamaytirish usullari	224
Begmatova M.M. Past bosimda ishlaydigan mikroGESlarni optimallashtirish uchun suv g'ildiraklarini tanlash	227
Муаллифлар диққатига !	232

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУКИ

Игамов Б.Д., Камардин А.И., Бекпулатов И.Р. Получение силицидов Mn_4Si_7 различными способами и испытание их электрофизических свойств	9
Насриддинов С.С., Мовлонов Н.Т., Муйдинова М.А., Маматова Г.Д., Умарова Г.А., Саидова Ф.С. Повышение эффективности фотоэлектрического устройства на основе монокристаллического кремния за счет слоев SiO_2	15
Абдуназаров А.О., Мирзаев В.Т., Туйчибаев Б.К. Спектр люминесценции фотовольтаических пленочных структур халькогенидов кадмия и повышение их мощности	18

МЕХАНИКА

Мухамадсадилов К.Д. Защита машин и оборудования от коррозии на предприятиях химической промышленности	24
Мардонов Ж.Ш., Парпиев А.П., Гатаев Х.А., Туйчиев Т.О. Анализ изменения фракционного состава сора по секциям очистителя выделенных при очистке хлопка сырца	30
Очилов М.М., Холйигитов Ш.Н., Ниёзов А.Г., Хошимова Н. Исследование влияния устройства реверсора (отражателя) на эффект сохранения расстояния позиционирования в камере	35
Ахунбаев А.А. Опытнo-промышленные испытания сушки суглиникового сырья	39
Асанов С.Э., Умеров Ф.Ш. Классификация электрических приводов, используемых пассажирских электромобилей (EV) и гибридных электрических транспортных средств (HEV)	44
Базаров Б.И., Азимов А., Таджиев Ж.З. Методы повышения эксплуатационных показателей газобаллонных автомобилей с универсальной системой подачи топлива	51
Мухиддинов З.Н. Расширенная структура интеграции алгоритмов искусственного интеллекта и компьютерного зрения для оптимизации трассировки инструмента, выбора инструмента и настройки параметров резки	58
Саломова М.А., Маматкулов О.Т., Мурадов Р.М. Теоретические исследования процесса отделения хлопка от воздуха	64
Тухтакузиев А., Икромов И.А. Заглубления глубокорыхлителей комбинированной машины на заданную глубину	68
Бердиев Д.М., Умарова М.А., Абдуллаев А.Х., Кузиев Г.Ш. Влияние высокохромистых порошковых покрытий на эксплуатационные характеристики рабочих поверхностей почвообрабатывающих органов	73
Ризаев А.А., Йулдашев А.Т., Кулдошев Д.А., Хакимжанов А.Б. Стендовые испытания пневмотранспортной системы хлопоуборочной машины МХ-1,8 ГВ центробежного вентилятора	77
Рахимов Ф.Х., Косимов Х.Х., Мурадов Р.М. Анализ рабочего процесса хлопоочистительного оборудования	85
Тешабоева Р.Х., Ахмедов М.И., Рахимов Ф.Х., Мурадов Р.М. Классификация семян хлопчатника и технология их подготовки к посеву	90
Саримсаков О.Ш., Эргашев Ш.Т., Шокиров Х.Т. Анализ результатов испытаний конструкции композитной колонны для сепаратора пиловолокон	95
Махмудов А., Шакиров Б.М. Механизм трещинообразования в теле земляных плотин ...	100
Палуанов Б.А., Пирматов А.П. Исследование движения частиц волокон по передней поверхности зуба в процессе очистки и силы их контакта с зубом	106

СТРОИТЕЛЬСТВО

Абдазимов Ш.Х., Умарова М.Н. Амиров М.У. Математические модели при изучении и прогнозировании оползневых процессов влияющие на железную дорогу и её объекты в горных и пригорных районах Узбекистана	111
Рашидов Ю.К., Орзиматов Дж.Т. Разработка метода определения КПД солнечного воздухонагревателя с воздухопроницаемым матричным поглотителем, выполненным из металлической проволоочной переплетения	116

ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Хужакулов С.М., Хайриддинов Б.Э., Эргашев Ш.Х. Технологии обеспечения теплиц углекислым газом	122
Аббасов Е.С., Умурзакова М.А. Солнечный воздушнонагреватель	126
Рузикулов Г.Ю., Хайриддинов Б.Э., Ибрагимов У.Х., Эргашев Ш.Х. Математическое моделирование холодильной камеры комбинированной солнечной сушилки-холодильник с тепловым насосом	130
Усмонов Н.О., Ярашов С.К. Естественное охлаждение сельскохозяйственных зданий с использованием солнечной энергии и испарительного охлаждения	137
Таслимов А.Д., Меликузиев М.В. Исследование метода выбора мощности силового трансформатора в электроснабжения города	147

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Худайбердиев М., Нурмухамедов Т., Ачилов Б. Фрактальный анализ изображения текстуры листьев томата в контексте вирусного томатного мозаичного заболевания	152
Мирзаев Ж.Д., Шодиева Э.Б., Садуллаев С.Х., Холмуродов Б.Б., Бахромова Л.А. Хроматографическое исследование состава шафрана	158
Холмуродов Б.Б., Холмурадов Б.Б., Насриддинов Ж.Дж., Чориев А.Дж. Антирадикальная активность спиртового экстракта янтока (<i>alhagi maurorum</i>)	163
Хамдамова Д.Ш., Умарова В.К., Примкулов М.Т. Получения порошковой целлюлозы из лекарственных растений и изучение свойств	168
Хурсанов Б.Ш., Юлдошов Ф.А., Юсупов Ф.М., Кучаров А.А. Получение полимерной серы из пиримидиновой технической серы и влияние на свойства битума марки бнд 60/90	173
Саидов А.Х., Вохидов Э.А., Нарзуллаева А.М., Нуркулов Ф.Н. Получение древесных материалов на основе модифицированных алюмофосфатных клеев и анализ их кислородного индекса и механических свойств	177
Артиков А., Машарипова З.А., Мамаева Д.А., Урозова Д.Д. К вопросу анализа СВЧ сушки дыни	182
Сманов Б.А., Ганиева С.Х., Адизов Б.З., Сайдахмедов Ш.М., Хамидов Б.Н. Подбор новых ингибиторов коррозии и солеотложения для очистки пластин титановых теплообменников	191

СОЦИАЛЬНО - ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Туйбойов О.В. Перспектива интеграции смарт-производства и промышленности 4.0 для повышения эффективности, гибкости и адаптивности	197
Тухтарова И. Рекомендации по использованию художественных текстов на иностранном языке	205

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Сиддиков Р.У. Изучение влияния обогащения воздуха аэроионами на организм человека ...	210
Валиев Н.Г. Способы определения деформаций текстильных нитей	212
Назирова Р.Р., Ташмирзаев К.О. Определение геометрических и кинематических параметров цепного привода малой барабанной сушилки	216
Умаров А.А. Расчет критической частоты ускорителя пыльного джина	219
Комилов Ш.Р., Тожибоев М.А., Исаханов Х., Мурадов Р.М. Анализ результатов научных исследований процесса отделения волокон и выхода семян	221
Усманов Ш.Ю., Турсунов А.Ш. Методы снижения энергоёмкости продукции на предприятиях легкой промышленности	224
Бегматова М.М. Выбор водяных колёс для оптимизации микрогЭС работающих на низком напоре	227
К сведению авторов !	233

FUNDAMENTAL SCIENCES

Igamov B.J., Kamardin A.I., Bekpulatov I.R. Obtaining Mn_4Si_7 silicides by different methods and testing their electrophysical properties	9
Nasriddinov S.S., Movlonov N.T., Muydinova M.A., Mamatova G.D., Umarova G.A., Saidova F.S. Increasing the efficiency of a photovoltaic device based on monocrystalline silicon due to layers of SiO_2	15
Abdunazarov A.O., Mirzaev V.T., Tuychibaev B.K. Luminescence spectrum of photovoltaic film structures of cadmium chalcogenides and increasing their power	18

MECHANICS

Mukhamadsadikov K.D. Protection of machinery and equipment against corrosion in chemical industry enterprises	24
Mardonov J.Sh., Parpiev A.P., Gataev K.A., Toychiev T.O. Analysis of changes in the fractional composition of litter by sections of the purifier separated during the cleaning of raw cotton	30
Ochilov M.M., Xolyigitov Sh.N., Niyozov A.G., Xoshimova N. Study of the influence of the reverser device (reflector) on the effect of maintaining the positioning distance in the camera	35
Akhunbayev A.A. Pilot tests of drying loam raw materials	39
Asanov S.E., Umerov F.Sh. Classification of Electric Drives used in light and passenger electric vehicles (EV) and hybrid electric vehicles (HEV)	44
Bazarov B.I., Azimov A., Tajiyev J.Z. Methods of increasing the operational performance of gas cylinder cars with a universal fuel supply system	51
Muxiddinov Z.N. Advanced AI and Computer Vision Integration Framework to Optimize Tool Tracing, Tool Selection, and Setting Cutting Parameters	58
Salomova M.A., Mamatqulov O.T., Muradov R.M. Theoretical studies of the process of separating cotton from air	64
Tukhtakuziev A., Ikromov I.A. Deployment of subsoilers of a combined machine to a given depth	68
Berdiev D.M., Umarova M.A., Abdullaev A.Kh., Kuziev G.Sh. The influence of high-chromium powder coatings on the performance characteristics of the working surfaces of tillage implements	73
Rizaev A.A., Yuldashev A.T., Kuldoshev D.A., Khakimjanov A.B. Bench testing of the pneumatic transport system of the MX-1.8 GV cotton picker centrifugal fan	77
Rakhimov F.X., Kosimov X.X., Muradov R.M. Analysis of the working process of cotton gin equipment	85
Teshaboyeva R.X., Akhmedov M.I., Raximov F.X., Muradov R.M. Classification of cotton seeds and technology of their preparation for sowing	90
Sarimsakov O.Sh., Ergashev Sh.T., Shokirov Kh.T. Test result analysis of composite column structure for saw fiber separator	95
Makhmudov A., Shakirov B.M. Mechanism of crack formation in the body of earthen dams	100
Paluanov B.A., Pirmatov A.P. Study of the movement of fiber particles along the front surface of the tooth during cleaning and the force of their contact with the tooth	106

BUILDING

Abdazimov Sh.Kh., Umarova M.N. Amirov M.U. Mathematical models for studying and forecasting landslide processes affecting the railway and its facilities in the mountainous and mountainous regions of Uzbekistan	111
Rashidov Yu.K., Orzimatov J.T. Development of a method for determining the efficiency coefficient of a solar air heater with an air-permeable matrix absorber made of metal wire entanglement	116

**ENERGETICS, THE ELECTRICAL ENGINEERING, ELECTRONIC DEVICES
AND INFORMATION TECHNOLOGIES**

Khuzhakulov S.M., Khairiddinov B.E., Ergashev Sh.H. Technologies for providing greenhouses with carbon dioxide	122
Abbasov E.S., Umurzakova M. Solar air heater	126
Ruzikulov G.Yu., Khairiddinov B.E., Ibragimov U.H., Ergashev Sh.H. Mathematical modeling of the refrigerating chamber of a combined solar dryer-refrigerator with a heat pump	130
Usmonov N.O., Yarashov S.K. Natural cooling of agricultural buildings using solar energy and evaporative cooling	137
Taslimov A.D., Melikuziev M.V. Research on the method of choosing the power of a power transformer in city power supply	147

CHEMICAL TECHNOLOGY AND ECOLOGY

Khudaiberdiev M., Nurmuxamedov T., Achilov B. Fractal image analysis of tomato leaf texture in the context of viral tomato mosaic disease	152
Mirzayev J.D., Shodiyeva E.B., Sadullayev S.Kh., Kholmurodov B.B., Bakhromova L.A. Chromatographic study of the composition of the saffron plant	158
Kholmurodov B.B., Kholmurodov B.B., Nasriddinov J.J., Choriyev A.J. Anti-radical activity of alcohol extract of yantok (alhagi maurorum)	163
Khamdamova D.Sh., Umarova V.K., Primkulov M.T. Obtaining powdered cellulose from medicinal plants and studying their properties	168
Khursandov B.Sh., Yuldoshov F.A., Yusupov F.M., Kucharov A.A. Preparation of polymer sulfur from pyrimidine technical sulfur and the effect on the properties of BND 60/90 bitumen	173
Saidov A.Kh., Vokhidov E.A., Narzullaeva A.M., Nurkulov F.N. Preparation of wood materials based on modified aluminophosphate adhesives and analysis of their oxygen index and mechanical properties	177
Artikov A., Masharipova Z.A., Mamaeva D.A., Urozova D.D. On the issue of analysis of microwave drying of melon	182
Smanov B.A., Ganieva S.Kh., Adizov B.Z., Saidakhmedov Sh.M., Khamidov B.N. Selection of new corrosion and scaling inhibitors for cleaning titanium heat exchanger plates	191

SOCIAL AND ECONOMIC SCIENCES

Tuyboyov O.V. A smart manufacturing and industry 4.0 integration perspective for enhanced efficiency, flexibility, and adaptability	197
Tukhtarova I. Recommendations for using literary texts in foreign language	205

SHORT MESSAGES

Siddiqov R.U. Study of the effect of enriching the air with aeroions on the human body	210
Valiev N.G. Methods for determining the deformation of textile threads	212
Nazirov R.R., Tashmirzayev K.O. Determination of geometric and kinematic parameters of the chain drive of a small drum dryer	216
Umarov A.A. The calculation of the critical frequency of the saw gin accelerator	219
Komilov Sh.R., Tojiboyev M.A., Isahanov H., Muradov R.M. Analysis of the results of scientific research on the process of fiber separation and seed release	221
Usmanov Sh.Y., Tursunov A.Sh. Methods for reducing the energy intensity of products at light industry enterprises	224
Begmatova M.M. Selection of water wheels for optimization of microelectric power plants operating at low pressure	227
Information to the authors !	234

УДК.621.362

ТУРЛИ УСУЛЛАР БИЛАН Mn_4Si_7 СИЛИЦИДЛАРИНИ ОЛИШ ВА УЛАРНИНГ ЭЛЕКТРОФИЗИК ХУСУСИЯТЛАРИНИ ТЕКШИРИШ

Б.Дж. Игамов¹, А.И. Камардин¹, И.Р. Бекпулатов²

¹Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академияси конструкторлик бюроси ва тажриба ишлаб чиқариши билан илмий-техника маркази,

igamov_bd@mail.ru, kadmon@bk.ru

²Қариш давлат университети, Ўзбекистон, bekpulatov85@rambler.ru

(Қабул қилинди 8.01.2024 й.)

Ушбу ишимизда Mn_4Si_7 намуналарини икки усулда ҳосил қилиш кўриб чиқилди. 1) Электр учқунли плазма пайвандлаш (SPS) усули 2) Юқори ҳароратли печда Диффузия усули. Икки усулда тайёрланган намуналар диск ва квадратик шаклларда тайёрлаб олинган (EPOS-PVD-DESK-PRO) ва (UBH-75P) асбобларда магнетрон чанглатиш орқали ўстирилган юпқа қопламалар морфологияси, микро тузлиши ва кимёвий таркиби сканерлаш электрон микроскопия ва энергиядисперсон рентген спектроскопияси (Scios FEI; Quanta 200 3D) орқали аниқланди. Биринчи усулда олинган Mn_4Si_7 -146 нм қопламани 300K дан 800 K Ҳароратгача қиздирилганда қаршиликнинг 250 Ωдан 25 Ωгача камайиши, Зеебек коэффициенти 30 мкВ/К ортиши аниқланган натижалар асосида ярим ўтказгичларга хос табиатни намаён этиши аниқланди. (UBH-75P) ўстирилган Mn_4Si_7 -113.3 нм қопламаси 300K дан 800 K Ҳарорат гача қиздирилганда қаршиликнинг 500 Ωдан 525 Ωгача, Зеебек коэффициенти 12.5 мкВ/К ўзгариши кузатилди. Ўрганишлар натижасида металлларга хос ўзгаришларни ўзида акс этганлиги аниқланди.

Калит сўзлар: Ҳолл константаси, юпқа қоплама, марганец силициди, электр ўтказувчанлиги, наноструктура, қаршилик, ҳажмли концентрация.

В данной работе были рассмотрены два метода изготовления образцов Mn_4Si_7 : 1) метод электроискровой плазменной сварки (ИПС) 2) диффузионный метод в высокотемпературной печи. Методами растровой электронной микроскопии и Рентгеновская спектроскопия (Scios FEI; обнаружена Quanta 200 3D). При нагреве покрытия Mn_4Si_7 -146 нм, полученного первым способом, от 300K до 800K было обнаружено снижение сопротивления с 250 Ом до 25 Ом, увеличение коэффициента Зеебека на 30 мкВ/К, что свидетельствует о характерном характере полупроводники. (UBH-75P) выращенного покрытия Mn_4Si_7 -113,3 нм наблюдалось изменение сопротивления с 500 Ом до 525 Ом, коэффициент Зеебека 12,5 мкВ/К при нагреве от 300K до температуры 800K. В результате исследований было установлено, что он отражает характерные для металлов изменения.

Ключевые слова: постоянная Холла, тонкое покрытие, силицид марганца, электропроводность, наноструктура, удельное сопротивление, объемная концентрация.

In this paper, two methods for manufacturing Mn_4Si_7 samples were considered: 1) the method of electric spark plasma welding (SPW) 2) the diffusion method in a high-temperature furnace. Scanning electron microscopy and X-ray spectroscopy (Scios FEI; detected by Quanta 200 3D). When the Mn_4Si_7 -146 nm coating obtained by the first method was heated from 300K to 800K, a decrease in resistance from 250 Ω to 25 Ω was found, an increase in the Seebeck coefficient by 30 μV/K, which indicates the characteristic nature of semiconductors. (UVN-75R) of the grown Mn_4Si_7 -113.3 nm coating, a change in resistance from 500 Ohm to 525 Ohm, a Seebeck coefficient of 12.5 μV / K was observed when heated from 300K to a temperature of 800K. As a result of research, it was found that it reflects changes characteristic of metals.

Key words: Hall constant, thin coating, manganese silicide, electrical conductivity, nanostructure, resistivity, volumetric concentration.

I. Кириш

Ҳозирги вақтда дунё бўйича энергия тежамкорлик масаласига катта эътибор берилмоқда, шунинг учун юқори термоэлектрик хоссаларга эга бўлган материалларга (металл-силицид, жумладан марганец олий силициди (Mn_4Si_7)) қизиқиш ошиб бормоқда.

Mn₄Si₇ пленкалари ва кристаллари микро- ва наноэлектроника, оптоэлектроника, микросенсорикада катта амалий аҳамиятга эга. Бундан ташқари улар асосида термогенераторлар, термобатареялар ва бошқа термоэлементлар яратилади. Керакли хоссаларга эга бўлган Mn₄Si₇ пленкаси асосида янги асбобларни ҳосил қилиш учун плёнканинг микро- ва наноструктураси, фазавий ва кимёвий таркиби ҳамда Mn–Si системасида юқори температураларда кузатиладиган қаттиқ фазали реакцияларни батафсил ўрганишни талаб қилади.

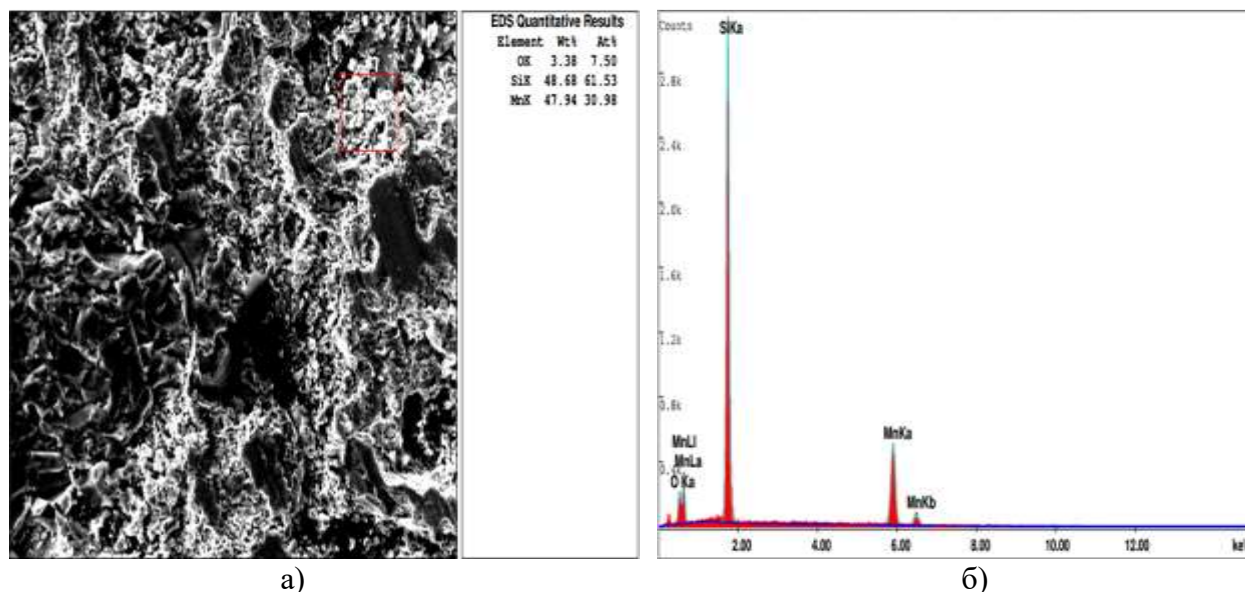
Жаҳоннинг етакчи олимлари фикрича термоэлектрик айлантиргичларнинг эффективлигини оширишнинг энг яхши усули деб наноструктурланган материалларни ҳосил қилиш ҳисобланади. Материалларни наноструктурлаш орқали электрон тузилишини бошқариш уларнинг термоэлектрик хоссаларини ўзгартиришга имконият беради.

II. Тадқиқот методологияси

Ушбу ишимизда Mn₄Si₇ намуналарини икки усулда ҳосил қилиш танлаб олинган. 1) Биринчи намуна электр учкунли плазма пайвандлаш (SPS) намуналарини олиш учун дастлаб (HERZOG HSM-100P) тегирмонда Соф монокристалли кремний ва марганец 100 нм ўлчамда кукун ҳолатга келтириб олинди. Сўнгра 52,89% Mn ва 47,1% Si (оғирлик бўйича) аралаштирилди. Сўнгра (SPS) қурилмасида ўлчами 7.6 см гача бўлган диск шаклда Mn₄Si₇ нишон тайёрлаб олинди. 2) Иккинчи намуна юқори ҳароратли печда (Диффузия усул) учун Si намунаси кенглиги 1 см², қалинлиги d=0.5см ўлчамда тайёрланди. 1100°C ҳароратда марганец билан кремнийнинг ўзаро таъсирлашиш давомида 20-50 нм ўлчамдаги Mn₄Si₇ кичик оролчалари ҳосил бўлишини кўриш мумкин. Кейинчалик бу оролчалар катталашиб (1 мкм гача), овал шаклга ёки кристалл шаклга эга бўлиб, монокристаллик тузилишига ўтади. Кремний тагликдаги катта ороллар бир-бирлари билан қўшилиши натижасида Mn₄Si₇ 1-5 микрон қалинликда яхлит қатлам ҳосил қилади. Таглик учун SiO₂/Si тузилмалари танлаб олинди. Танлаб олинган SiO₂ таглик 300°C ҳароратда қиздириш йўли билан таглик сиртидаги органик моддалардан тозалаш ишлари олиб борилди. (SPS) тайёрлаб олинган Mn₄Si₇ 76 мм нишон ва тозалаб олинган SiO₂/Si таглик (EPOS-PVD-DESK-PRO) қурилмасига жойлаштирилиб магнетрон ёрдамида Mn₄Si₇ юпқа қопламаси ўстириш ишлари олиб борилди. Магнетрон чанглатиш жараёни тахминан 10⁻⁵ Торр бошланғич вакуум даражасига етгандан кейин амалга оширилди (2-4). Магнетронли чанглатиш пайтида ишчи газнинг 10⁻³ Торр. (соф аргон) босими остида 450-550 В кучланишда, ток оқими 200-300 мА бўлган. Mn₄Si₇ қопламасини ўстириш вақти 2-10 минут давом этади. Бир вакуум сиклида 3 та таглик тузилмалари кетма-кет юпқа қатлам олиш имконини беради. Диффузия усулида Mn₄Si₇ ўстирилган намуналардан (UBH-75P) учун диаметри 110 мм латунь диск сиртига 1 см² ўлчамдаги Mn₄Si₇/Si кристаллар билан қопланди. Магнетронли чанглатиш пайтида ишчи газнинг 10⁻³ Торр. (соф аргон) босими остида 450-1000 В кучланишда, ток оқими 100-200 мА ташкил этади. Қопламани ўстириш вақти 2-5 минут эди. Икки усулда тайёрланган (биринчи) ва (иккинчи) намуналар диск ва квадратик шаклларда тайёрлаб олинган (EPOS-PVD-DESK-PRO) ва (UBH-75P) асбобларда ўстирилган юпқа қопламалар морфологияси, микро тузилиши ва кимёвий таркиби сканерлаш электрон микроскопия ва энергиядисперсион рентген спектроскопияси (Scios FEI; Quanta 200 3D) орқали аниқланди. Mn₄Si₇ қопламасининг электрофизик хоссалари ва Холл доимийси (ECOPIA .HMS-3000 VER3.53) қурилмаси ёрдамида аниқланди. Юпқа қатламнинг кимёвий боғ ҳосил булишлигини Роман спектрометр ёрдамида кузатилди.

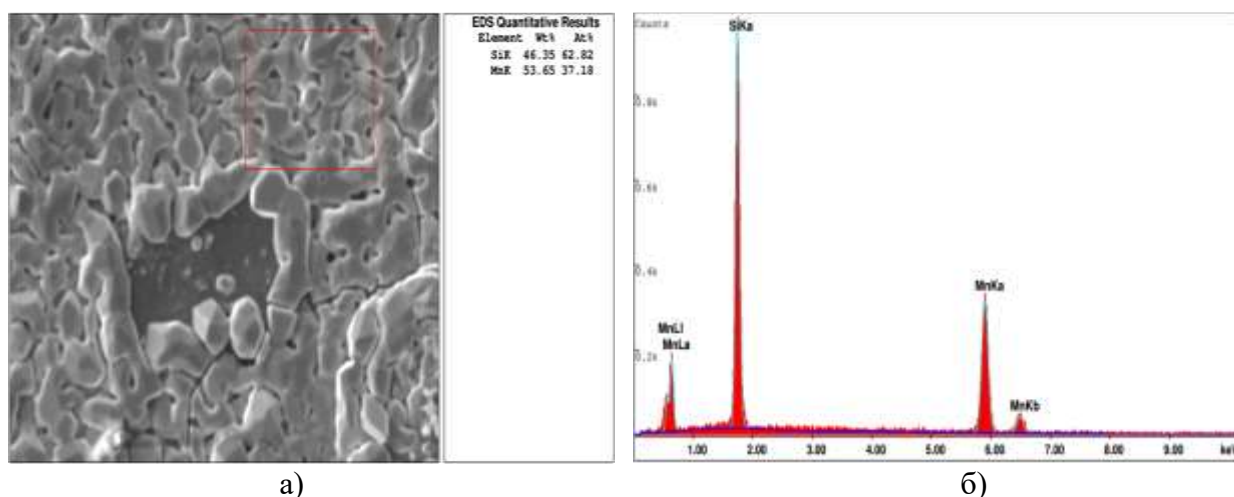
III. Тадқиқотлар ва натижалар

Биринчи усулда (SPS) тайёрланган намуна (Mn,Si) кукун ўлчами 100 нм, вакуум 10⁻² мм.сим.уст шароитида 1050 ° C ҳароратда, 2 соат давомида 6,5 × 10⁴ Н босим кучи остида ўлчами 76 мм бўлган диск намуналарини тайёрланди. (SPS) тайёрлаб олинган намуналарнинг морфологияси ,кимёвий таркиби энергиядисперсион рентген спектроскопия (Scios FEI; Quanta 200 3D) микроскопида аниқланди (1-расм) .



1-расм. (кристалл)биринчи намуна (Scios FEI; Quanta 200 3D) тасвири.

(Scios FEI; Quanta 200 3D) микроскопида олинган натижалар (SPS) тайёрланган Mn_4Si_7 намуна таркиби (O-7.5%, Mn-30.98%, Si-61.53%) аниқланди. Иккинчи намуна Диффузия усули билан тайёрланган Mn_4Si_7 юпка қопламаси 0,1 дан 1 микрометр гача бўлган қоплама ўсиш рўй беради. бу механизм ($\mu > 0$; $\gamma_o > 0$) Волмер-Вебер механизми бўйича содир бўлишини кўрсатди. Марганец атомлари буғ-газ фазасидан тагликга ўтириб, кремний атомлари билан ўзаро таъсирлашади, марганец силицидининг зародишлари ва кичик ороллари ҳосил қилади. Кейинчалик кичик ороллар катталашиб молекулаларнинг таглик бўйлаб кўчиши туфайли ўсиб боради ва катта оролларни ҳосил қилади. Кремний ва Mn_4Si_7 молекулалари ҳосил бўладиган оролларга диффузион ўтиши натижасида тагликнинг баъзи жойларида поғонали кратерлар пайдо бўлиб, катталашади ва яхлит Mn_4Si_7 қопламасини ҳосил қилади. олинган натижани (Scios FEI; Quanta 200 3D) микроскопида морфологияси ва кимёвий тахлили ўрганилди (2-расм).



2-расм. Иккинчи намуна (Scios FEI; Quanta 200 3D) тасвири.

(2-расм) а) Mn_4Si_7 юпка қатламларнинг шаклланиши келтирилган. б) намунанинг кимёвий тахлили энергиядисперсион рентген спектрлари орқали аниқланди. Mn_4Si_7 намуналари дифракцион тасвир тахлили, уларнинг текисликлар орасидаги масофаси ва тескари панжара векторлари орасидаги бурчаклари бизга маълум бўлган Mn_4Si_7 қопламасининг параметрлари билан солиштирганимизда, олинган қопламаларимиз элементар ячейка доимийлари $a=0,552$ нм, $c=1,751$ нм тенг бўлган ($P4c2$) тетрагонал

тузилишга эга бўлганлиги аниқланди. Mn_4Si_7 (SPS) тайёрланган намуна асосида (EPOS-PVD-DESK-PRO) қурилмасида қоплама қалинлиги 146 нм, ҳамда магнетрон чанглатишдан (олдин ва кейин) ҳолатдаги таркиби (Scios FEI; Quanta 200 3D) микроскопда ўрганилганда натижалар бир-бирига мос келиши аниқланди. (УВН-75Р) қурилмасида олинган Mn_4Si_7 юпқа қопламасининг (Scios FEI; Quanta 200 3D) тахлили магнетрон чанглатишдан (олдин ва кейин) намуналарининг кимёвий таркиби таққосланди.

(1-жадвал)

Mn ₄ Si ₇ кристалл Микдорий натижалар			EDS юпқа қоплама Микдорий натижалар		
Элемент	оғирлик %	ат. %	Элемент	оғирлик %	ат. %
SiK	46.35	62.82	СК	2.95	8.86
MnK	53.65	37.18	OK	4.59	10.37
			CuL	16.94	9.63
			ZnL	0.00	0.00
			GeL	1.07	0.53
			SiK	35.72	45.92
			SnL	2.16	0.66
			MnK	36.57	24.03

(УВН-75Р) қурилмасида ўстирилган Mn_4Si_7 юпқа қопламалари (1-жадвал) келтирилган (Scios FEI; Quanta 200 3D) натижалардан кузатишимиз мумкинки Mn_4Si_7 кристалларида 110 нм латундан тайёрланган диск сиртига қоплаш вақтида кристаллар орасида микро тирқишлар мавжудлиги сабаб Ag^+ ионлари латунь сиртидан ҳам магнетрон чанглатилгани сабаб (Sn, Cu, O, C, Zn, Ge) элементлар бирга аралашган ҳолда юпқа қоплама ҳосил бўлганини (Scios FEI; Quanta 200 3D) энергодисперсион рентген таҳлилдан кузатишимиз мумкин. (SPS) усулда тайёрланган кристалдан ва шу асосда тайёрланган дискдан (EPOS-PVD-DESK-PRO) қурилмасида ўстирилган Mn_4Si_7 қопламасининг электрофизик хоссалари ва Холл доимийси (ECOPIA .HMS-3000 VER3.53) қурилмаси ёрдамида аниқланди. олинган натижалардан маълум бўлдики магнетрон чанглатишдан (олдин ва кейин) ҳолатлар (р-тип) эканлиги аниқланди. Таққослаш натижаси таркибда ўзгаришлар диярли фарқ қилмаслигини кузатамиз (2-жадвал). Юқори хароратли печда тайёрланган кристалл намунаси ва (УВН-75Р) қурилмасида ўстирилган Mn_4Si_7 қопламасининг электрофизик хоссалари ва Холл доимийси таққосланган келтирилган натижадан хулоса шуки магнетрон чанглатишдан олдин (р-тип) эканлиги, Mn_4Si_7 қопламасидан олинган натижа эса (р-тип) эканлиги кузатишимиз мумкин.

(2-жадвал)

Вариантлар	(1-намуна) хажмий Mn_4Si_7	(1-намуна) юпқа қоплама Mn_4Si_7	(2-намуна) хажмий Mn_4Si_7	(2-намуна) юпқа қоплама Mn_4Si_7
Солиштирма қаршилик, $\rho, \text{Ом} \cdot \text{см}$	$7.826 \cdot 10^{-4}$	$6.409 \cdot 10^{-4}$	$2.075 \cdot 10^{-3}$	$7.803 \cdot 10^{-4}$
Холл доимийси, $R, \text{см}^3/\text{C}$	$1.285 \cdot 10^{-3}$	$1.597 \cdot 10^{-3}$	$1.370 \cdot 10^1$	$-5.035 \cdot 10^{-4}$
Электр ўтказувчанлик, $\sigma, 1/\text{Ом} \cdot \text{см}$	$1.278 \cdot 10^3$	$1.560 \cdot 10^3$	$4.819 \cdot 10^2$	$1.282 \cdot 10^3$
Юзаки концентрация, $n, \text{см}^{-2}$	$1.215 \cdot 10^{17}$	$9.770 \cdot 10^{16}$	$4.556 \cdot 10^{16}$	$-3.100 \cdot 10^{17}$
Ҳажмий концентрацияси, $n, \text{см}^{-3}$	$4.859 \cdot 10^{21}$	$3.908 \cdot 10^{21}$	$4.556 \cdot 10^{17}$	$-1.240 \cdot 10^{22}$
р-тип Ташувчининг ҳаракатчанлиги, $\text{см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$	$1,642 \cdot 10^0$	$2,492 \cdot 10^0$	$6,620 \cdot 10^3$	$6,453 \cdot 10^{-1}$

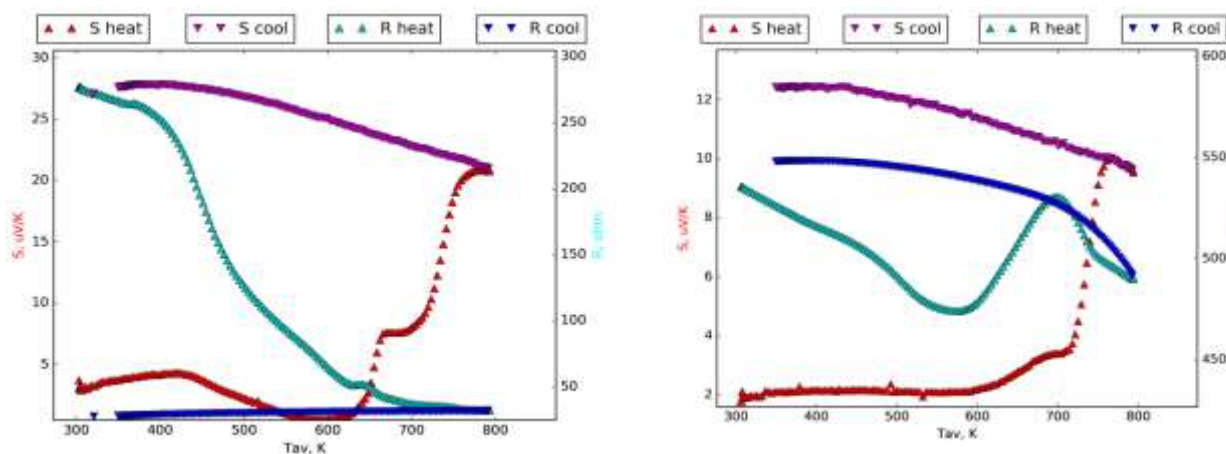
(1) (1-намуна) хажмий Mn_4Si_7

(3) (2-намуна) хажмий Mn_4Si_7

(2) (1-намуна) юпқа қоплама Mn_4Si_7

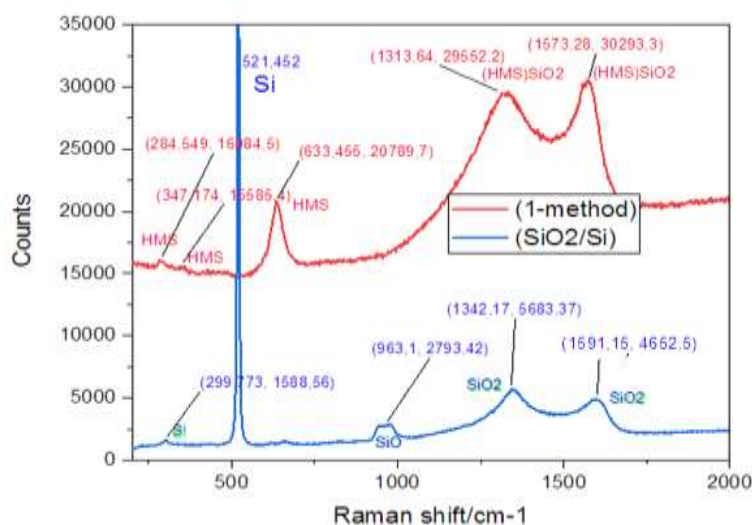
(4) (2-намуна) юпқа қоплама Mn_4Si_7

(ЕСОPIA .HMS-3000 VER3.53) қурилмасида натижаларни олишда (I-V) ва (I-R) боғлиқлик графиклари таққосланди.



а б
3-расм. а)(биринчи намуна) (S) ва (R) ҳароратга боғлиқлиги.
б) (иккинчи намуна) (S) ва (R) ҳароратга боғлиқлиги.

(биринчи намуна) Mn_4Si_7 -146 нм қоплама 300K дан 800 K Ҳароратгача қиздирилганда қаршиликнинг 250 Ω дан 25 Ω гача камайиши кузатилади, бу эса ўз навбатида ушбу материалнинг хусусиятларининг ўзгаришини кўрсатади. Зеебек коэффициенти 300 K дан 620 K Ҳароратгача қиздирилганда 2мкВ/К ташкил қилади. Ҳарорат 620 K дан 800 K гача ўзгаришда Зеебек коэффициенти 22 мкВ/К ўзариши кузатилди. Бу жараён нанокластерларнинг тартибланиши туфайли нанокластер-аморф фаза чегарасида заряд ташувчилар учун энергия тўсиқларининг йўқолиши билан изоҳланади. Совутилиш жараёнида 22 мкВ/К дан 28 мкВ/К га ўзгариши аниқланди (3а-расм). (иккинчи намуна) Mn_4Si_7 -113.3 нм қопламаси 300K дан 800 K Ҳарорат гача қиздирилганда қаршиликнинг 500 Ω дан 525 Ω гача ўзгариши кузатилади, қаршиликнинг бундай ўзгаришига олинган қоплама таркибида (Sn, Cu,O,C,Zn,Ge) аралашган ҳолда кузатилиши билан тушунтирилади. Зеебек коэффициенти Ҳарорат 300 K дан 710 K гача қиздирилганда 2мкВ/К дан 4 мкВ/К ўзгарувчан ортишини, Ҳарорат 710 K дан 800 K гача ўзгаришда Зеебек коэффициенти 4мкВ/К дан 11 мкВ/К ошиши нанокластерларнинг тартибланиши билан изоҳланади. Совутганда 11 мкВ/К дан 12.5мкВ/К га ўзгариши аниқланди (3б-расм).



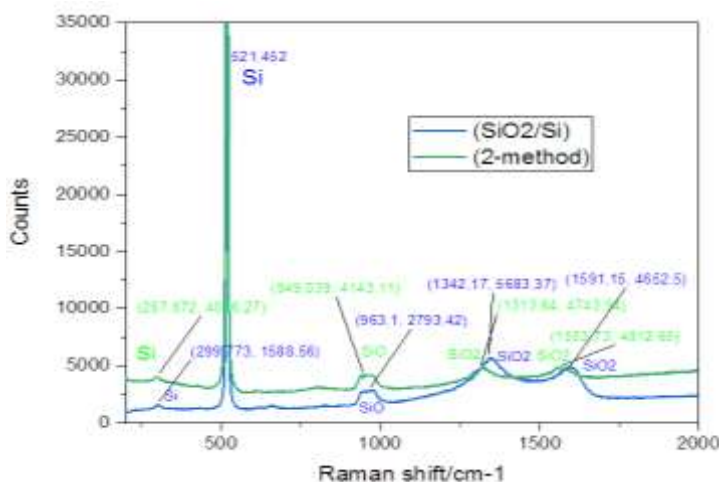
4-расм.Биринчи намуна ва SiO_2/Si тағлиқ Раман чўққилари.
 cm^{-1}) чўққилари ҳосил бўлди. SiO_2/Si тағлиқдан олинган (1342.17 cm^{-1} , 1592.15 cm^{-1}) чўққилари Mn_4Si_7 юпқа қопламаси қоплангандан сўнг улкан раман чўққиларини (1313.64

Юпқа қатламнинг кимёвий таркиби ва кимёвий бог ҳосил булишлигини Роман спектрометр ёрдамида кузатилди.таҳлил натижасида Mn_4Si_7 -146 нм қоплама нанокластерларнинг тартибланиши туфайли Mn ва Si ўртасида кимёвий ўзгариш бўлганини 8-расмда кузатишимиз мумкин .бу ерда SiO_2/Si тағлиқдан олинган (299.773 cm^{-1} , 521.452 cm^{-1} , 963.1 cm^{-1} , 1342.17 cm^{-1} , 1592.15 cm^{-1}) раман чўққилари аниқланди. Mn_4Si_7 юпқа қопламасидан раман чўққиларини таққослаганимизда (284.549 cm^{-1} , 347.174 cm^{-1} , 633.455

cm^{-1} , 1573.28 cm^{-1}) хосил қилди. раман чўққилардан олинган натижа (3-расм) келтирилган фикрлар тўғри эканлигини кўришимиз мумкин. (иккинчи намуна) Раман спектрометр ёрдамида олинган таҳлил натижасида Mn_4Si_7 -113.3 нм қоплама (Sn, Cu, O, C, Zn, Ge) аралаш тартибланиши туфайли Mn ва Si ўртасида кимёвий ўзгариш металлларга хос юпка қоплама олинганини (10-расм)да кузатамиз бу ерда SiO_2/Si тагликдан олинган раман чўққилари (299.773 cm^{-1} , 521.452 cm^{-1} , 963.1 cm^{-1} , 1342.17 cm^{-1} , 1592.15 cm^{-1}) (иккинч намуна) юпка қопламасидан раман чўққиларини таққослаганимизда диарли ўзгаришлар аниқланмади. Олинган намуна таркиби металлларга хос эканлигини (5-расм) келтирилган фикрларни тўлдиради.

IV. Хулосалар

(биринчи намуна) SiO_2/Si таглик сиртига ўстирилган Mn_4Si_7 -146 нм қоплама 300K дан 800 K Ҳароратгача қиздирилганда қаршилик 250 Ω дан 25 Ω гача камайиши, Зеебек коэффициенти 30 мкВ/К ўзгариши кузатилди. Таҳлиллар асосида аниқландики намуна ярим ўтказгичларга хос табиатни ўзида намаён этди. (иккинчи намуна) Mn_4Si_7 -113.3 нм қопламаси 800 K Ҳароратгача қиздирилганда қаршиликнинг 500 Ω дан 525 Ω гача ортиши, Зеебек коэффициенти 12.5 мкВ/К ўзгариши аниқланди. Иккинчи намуна натижаси металлларга хос ўзгаришларни ўзида акс этганлиги Раман спектрлари ёрдамида икки усулда хосил қилинган намуналар орасида фарқ мавжудлиги кузатилди.



5-расм. Иккинчи намуна ва SiO_2/Si таглик Раман чўққилари.

V. Адабиётлар

- [1]. Марков, В. Ф. Материалы современной электроники: В. Ф. Марков, Х. Н. Мухамедзянов, Л. Н. Маскаева; [под ред. В.Ф. Маркова] М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 272 с.
- [2]. Weissmuller J. Synthesis and Processing of Nanocrystalline Powder / под ред. D. L. Bourell. TMS, Warrendale, PA: 1996.
- [3]. Hicks L. D., Dresselhaus M. S. Effect of quantum-well structures on the Thermoelectric figure of merit // Phys. Rev. B. 1993. T. 47. C. 12727–12731.
- [4]. Enhanced thermoelectric performance of rough silicon nanowires / Allon I. Hochbaum, Renkun Chen, Raul Diaz Delgado [и др.] // NAT. 2008. T. 451, № 7175. C. 163–167.
- [5]. V.V. Klechkovskaya, A.S. Rysbaev, T.S. Kamilov, I.R. Bekpulatov, B.D. Igamov, I.Kh. Turapov. Uzbek J. Physics 22, No.3, 43-48 (2021).
- [6]. Burkov A.T., Novikov S.V., Schumann J. Nanocrystallization of Amorphous M-Si Thin Film Composites (M=Cr, Mn) and Their Thermoelectric Properties // AIP Conference Proceedings, 9th European Conference on Thermoelectrics. 2012. V.1449. P.219-222.
- [7]. Novikov S.V., Burkov A.T., Schumann J. Enhancement of thermoelectric properties in nanocrystalline M–Si thin film composites (M = Cr, Mn) // Journal of Alloys and Compounds. 2013. V.557. P.239–243.
- [8]. T.S. Kamilov, A.S. Rysbaev, V.V. Klechkovskaya, A.S. Orekhov, B.D. Igamov, I.R. Bekpulatov. Solar engineering materials science 55, No.6, 380-384 (2019).
- [9]. B.D. Igamov, A.I. Kamardin, T.S. Kamilov, I.R. Bekpulatov, I.Kh. Turapov, D.D. Igamova. Technical Science and Innovation 4, No.10, 255-263 (2021).
- [10]. А.С. Орехов, В.В. Клеchkовская, Е.В. Ракова, Ф.Ю. Соломкин, С.В. Новиков, Л.В. Бочков, Г.Н. Исаченко Установление взаимосвязи микроструктуры и термоэлектрических свойств кристаллов ВСМ, легированных германием Физика и техника полупроводников, 2017, том 51, вып. 7 с.925-928.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА НА ОСНОВЕ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ ЗА СЧЕТ СЛОЕВ SiO_2

С.С. Насриддинов¹, Н.Т. Мовлонов², М.А. Муйдинова³, Г.Д. Маматова³,
Г.А. Умарова¹, Ф.С. Саидова¹

¹Филиал «Астраханского государственного технического университета в Ташкентской области»

²АО «Ўзбекгидроэнерго»

³«Андижанский государственный педагогический институт»

(Получена 21.05.2024 г.)

Monokristalli yarimo'tkazgichli fotoelektrik qurilmalar va p-n tuzilmalar yuzasining optik xususiyatlarini optimallashtirish usullari keltirilgan. Kremniy fotoelektrik qurilmaning samaradorligi nur qaytishiga qarshi qatlamlar tufayli 13,06% dan 18,58% gacha ko'tarilishi isbotlangan.

Tayanch so'zlar: fotoelektrik qurilmalar, kremniy, monokristal, samaradorlik, p-n o'tish, quyosh energiyasi.

Приводятся методы оптимизации оптических свойств поверхности монокристаллических полупроводниковых фотоэлектрических устройств и p-n-структур. Доказана что, эффективность кремниевого фотоэлектрического устройства увеличивается с 13,06% до 18,58% за счет слоев, предотвращающие отражения.

Ключевые слова: фотоэлектрические устройства, кремний, монокристалл, эффективность, p-n-переход, солнечная энергия.

Methods for optimizing the optical properties of the surface of single-crystal semiconductor photovoltaic devices and p-n structures are presented. It has been proven that the efficiency of a silicon photovoltaic device increases from 13.06% to 18.58% due to layers that prevent reflections.

Keywords: photovoltaic devices, silicon, single crystal, efficiency, p-n junction, solar energy.

Производство солнечных элементов на протяжении поколений претерпело множество стадий совершенствования. Солнечные элементы выращенными на пластинах Si были солнечными элементами первого поколения. Дальнейшее развитие тонких пленок, солнечных элементов, сенсibilизированных красителями, и органических солнечных элементов повысило эффективность элементов. Развитие этих элементов в основном сдерживается стоимостью и эффективностью. Для конкретного географического местоположения, требуется понимать фундаментальные механизмы и функции нескольких широко изучаемых солнечных технологий. Так как солнечная энергия свободно доступна, для сбора этой энергии существуют первоначальные затраты на оборудование. Несмотря на многочисленные преимущества, эта энергия также имеет мало ограничений. Во-первых, солнечная энергия не излучается ночью. Во-вторых, солнечная энергия почти не постоянна все время. Кроме того, солнечная энергия затрудняется достичь Земли в плохих климатических условиях. Например, количество солнечного света, достигающего земной поверхности, зависит от местоположения, времени и погоды, поскольку оно выпадает в зимний сезон по сравнению с летним, а солнечное излучение менее интенсивно. Чтобы преодолеть эти недостатки этой технологии, солнечную энергию необходимо разработать высокоэффективные солнечные элементы и модули [1].

Монокристаллический солнечный элемент, как следует из названия, изготавливается из монокристаллов кремния с помощью процесса, называемого процессом Чохральского [2-4]. В процессе производства кристаллы Si вырезаются из слитков большого размера. Эти крупные производства монокристаллов требуют точной обработки, поскольку процесс «перекристаллизации» ячейки более дорогой и много процессный. КПД солнечных батарей из монокристаллического кремния находится в пределах 17–18% [5].

Для повышения эффективности солнечных элементов в настоящее время проводятся различные исследования по созданию технологии изготовления. Один из технологий это PERC (Passivated Emitter and Rear Contact) – пассивированный эмиттер задний контакт, это новая технология, направленная на достижение более высокой эффективности

преобразования энергии путем добавления диэлектрического пассивирующего слоя на задней части ячейки. В обычном фотоэлементе для съема тока на тыльной стороне наносится слой алюминия. Алюминий наносят по всей задней поверхности кремния, что обеспечивает сплошной контакт. При изготовлении PERC элемента между кремнием и алюминием наносится диэлектрический слой с микроотверстиями, сделанными с помощью лазера. В результате контакт происходит именно через эти микроскопические отверстия.

А слой диэлектрика обеспечивает функцию экрана отражателя [6].

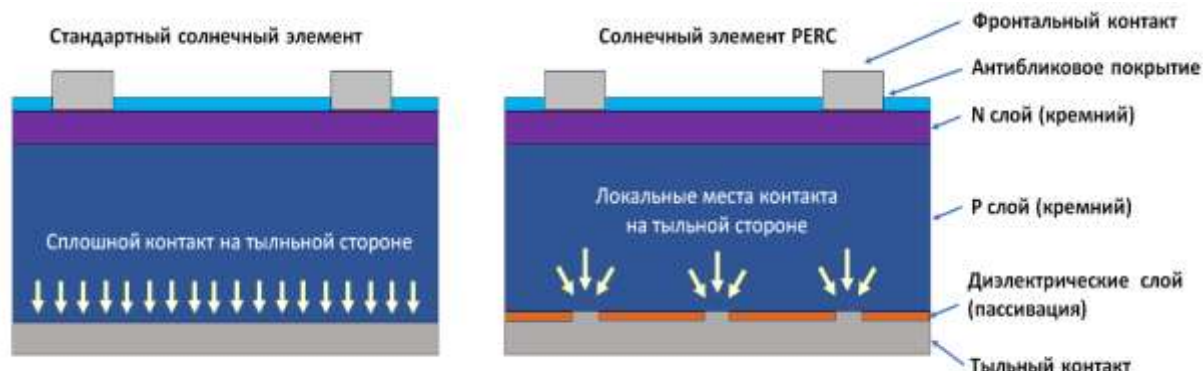


Рис.1.

Нанесённый на задней части солнечного элемента диэлектрический слой отражает свет, который проходит через солнечный элемент, обратно внутрь слоёв кремния, увеличивая количество сгенерированных электронов. Различные длины волн спектра солнечного света генерируют электроны на различных уровнях структуры солнечной ячейки. Так, например, короткие волны (синий цвет) генерируют электроны возле передней поверхности фотоэлемента, а длинные волны (красный свет) генерируют больше электронов у тыльной стороны ячейки. За счет этого солнечные батареи больше вырабатывают в пасмурную погоду, а также в утренние и вечерние часы. Увеличение производительности модулей происходит вследствие того, что большее количество коротковолнового излучения синего света (в спектре длин волн от 450 до 495 нм) в это время поглощается в атмосфере. Для улучшения оптических характеристик солнечных элементов мы провели ряд экспериментальных работ [6-7].

Мы проводим расчеты, используя теоретические знания и технологии численного моделирования. С целью контроля совместимости полученных результатов с реальными исследованиями также был проведен ряд экспериментальных исследований. В качестве объекта экспериментальных исследований были выбраны фотоэлектрические устройства с р-п-переходом на основе пластин монокристаллического кремния. Преимущество таких фотоприёмников в том, что они получают технологически более простым методом распыления и не имеет значения, под каким углом падает световой луч. Чтобы уменьшить отражения света и процесс рекомбинации, используются слои, предотвращающие отражения от кремниевой пластины. При использовании такого слоя, как слои, предотвращающие отражения от кремниевой пластины, законы интерференции играют ключевую роль в перекрытии оптических лучей, возвращающихся с первой - «воздух слои, предотвращающие отражения от кремниевой пластины» и второй – «слои, предотвращающие отражения от кремниевой пластины кремний» граничных поверхностей. Толщина слоёв, предотвращающие отражения должны быть такими, чтобы выполнялось условие минимума интерференции для луча, возвращающегося в воздух. Графики зависимости их ВАХ и максимальной мощности от напряжения холостого хода для случаев с слоями, предотвращающие отражения и без слоёв, предотвращающие отражения приведены на рис.4. ВАХ и максимальной мощности монокристаллического солнечного элемента с оптическим слоем SiO₂ и состояния такого слоя в зависимости от напряжения холостого хода представлены на серии рисунков ниже. Фотографии поверхности исследованных образцов

до и после покрытия слоями, предотвращающие отражения показывают радикальное изменение ее поверхности и изменение цвета за счет покрытия оптического слоя рис 2.

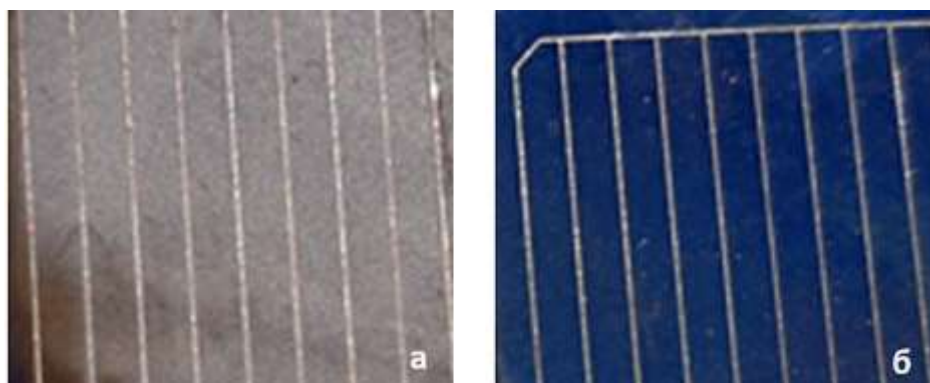


Рис.2. Фотография кремниевого фотоэлектрического устройства с слоями, предотвращающие отражения (без покрытия а и с покрытием б).

Кремниевые фотоэлектрического устройства без покрытия слоями, предотвращающие отражения (рис. 2, а) и с покрытием (рис. 2, б) корпусов были определены по результатам автоматических измерений на приборе «Sinton Instrument WCT-120». Одним из важных аспектов измерения характеристик фотоэлектрических устройств в этом приборе является то, что процесс измерения осуществляется в импульсном режиме. Это гарантирует минимальные экспериментальные ошибки.

Полученные результаты - а	
Voc (V)	0,6712
pVmp	0,5596
pJmp (A/cm ²)	0,0243
pPmp (W/cm ²)	0,0136
pFF (%)	75,92
pEfficiency (%)	13,6
Apparent Rs (Ω-cm ²)	0,693
Ideality (n) @ 1 sun	1,518
Ideality (n) @ 0,1 sun	2,134
Voc @ 0,1 sun	0,5655
Jo1 (A/cm ²)	3,52E-14
Jo2 (A/cm ²)	4,08E-08
Fitted Rsh (Ω-cm ²)	5050,26
Lifetime @ pVmp (μs)	43,57

Полученные результаты - б	
Voc (V)	0,6962
pVmp	0,5826
pJmp (A/cm ²)	0,0319
pPmp (W/cm ²)	0,0186
pFF (%)	76,27
pEfficiency (%)	18,58
Apparent Rs (Ω-cm ²)	0,897
Ideality (n) @ 1 sun	1,57
Ideality (n) @ 0,1 sun	2,195
Voc @ 0,1 sun	0,5892
Jo1 (A/cm ²)	13,E-14
Jo2 (A/cm ²)	3,72E-08
Fitted Rsh (Ω-cm ²)	133763,13
Lifetime @ pVmp (μs)	82,06

Рис.3. Результаты автоматических измерений «Sinton Instrument WCT-120» для случаев, когда кремниевые фотоэлектрические устройства не покрыты слоями, препятствующими отражению а) и покрыты слоями, препятствующими отражению б).

Из рис.3. можно определить, что эффективность кремниевого фотоэлектрического устройства увеличивается с 13,06% до 18,58% за счет слоев предотвращающие отражения. Или относительное увеличение эффективности на 36% за счет слоев, предотвращающих отражение. В приведенных выше расчетах в основном использовались программы «PVlighthouse» и «SRGraphs». С целью проверки результатов и проведенных экспериментальных исследований в программе «Сентаурус» было смоделировано фотоэлектрические устройства с р-п переходом на основе кремния и построен его ВАХ.

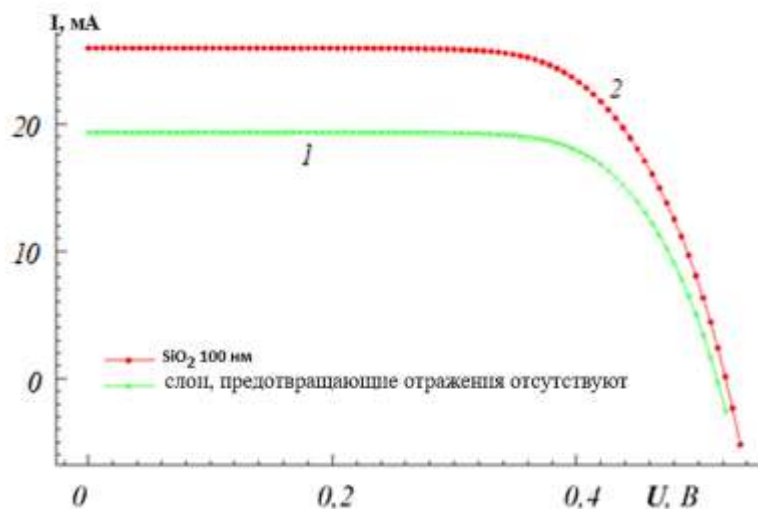


Рис.4. ВАХ кремниевых фотоэлектрических устройств не покрытые слоями, препятствующими отражению и покрытые слоями, препятствующими отражению.

Список литературы

- [1]. Шрути Шарма, Камлеш Кумар Джайн, Ашутос Шарма. Солнечные элементы: в исследованиях и применениях-обзор. Материаловедение и приложения. Том 6 № 12, декабрь 2015 г.
- [2]. Сринивас Б., Баладжи С., Нагендра Бабу М. и Редди Ю.С. (2015) Обзор существующих и перспективных материалов для солнечных элементов. Международный журнал инженерных исследований в Интернете, 3, 178–182.
- [3]. Вурфель П. и Вурфель У. Физика солнечных элементов: от основных принципов к передовым концепциям. Джон Уайли и сыновья, Хобокен. (2009)
- [4]. Дмитриев, С. Принципы полупроводниковых приборов. Издательство Оксфордского университета, Оксфорд. (2006)
- [5]. Бертолли, М. Материалы для солнечных батарей. Курс: Твердое тело II. Факультет физики Университета Теннесси, Ноксвилл. (2008)
- [6]. <https://realsolar.ru/article/solnechnye-batarei/tehnologiya-i-preimuschestva-solnechnyh-elementov-perc/>
- [7]. <https://www.solarhome.ru/basics/solar/pv/perc-solar-cells.htm>.

УДК.621.315.592

СПЕКТР ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКИХ ПЛЕНОЧНЫХ СТРУКТУР ХАЛЬКОГЕНИДОВ КАДМИЯ И ПОВЫШЕНИЕ ИХ МОЩНОСТИ

А.О. Абдуназаров, В.Т. Мирзаев, Б.К. Туйчибаев

Ферганский политехнический институт
(Получена 27.01.2024 г.)

Abstract. Technologies have been developed for producing photovoltaic film structures of CdTe, CdTe:In, CdTe/CdS by thermal vacuum deposition, which allows for increasing their operating power. Analysis of their low-temperature photoluminescence spectra shows a significant increase in spectral sensitivity. Using the proposed method, it is possible to purposefully control the manufacturing technology of

photovoltaic film structures. The results obtained are of interest for film optoelectronics and solar technology.

Keywords: photovoltaic film structures, CdTe, CdTe:In, CdTe/CdS, low-temperature photoluminescence.

Аннотация: Разработаны технологии получения фотоэлектрических пленочных структур CdTe, CdTe:In, CdTe/CdS методом термовакuumного осаждения, что позволяет повысить их эксплуатационную мощность. Анализ их спектров низкотемпературной фотолюминесценции показывает значительное увеличение спектральной чувствительности. Используя предложенный метод, можно целенаправленно контролировать технологию изготовления фотоэлектрических пленочных конструкций. Полученные результаты представляют интерес для пленочной оптоэлектроники и солнечной техники.

Ключевые слова: фотоэлектрические пленочные структуры, CdTe, CdTe:In, CdTe/CdS, низкотемпературная фотолюминесценция.

Annotatsiya. CdTe, CdTe: In, CdTe/CdS fotovoltaik plyonkali strukturalarni vakuumda termik bug'latish usulining texnologiyalari ishlab chiqilgan bo'lib, bu ularning ishlash quvvatini oshirish imkonini beradi. Ularining past haroratli fotoluminesensiya spektrlarini tahlil qilish, spektral sezgirlikning sezilarli darajada oshishini ko'rsatadi. Taklif etilgan usuldan foydalanib, fotovoltaik plyonkali strukturalarni ishlab chiqarish texnologiyasini maqsadli ravishda nazorat qilish mumkin. Olingan natijalar plyonkalar optoelektronika va quyosh texnologiyasi uchun qiziqish uyg'otadi.

Tayanch so'zlar: fotovoltaik plyonkali tuzilmalar, CdTe, CdTe:In, CdTe/CdS, past haroratli fotoluminessensiya.

Введение. Работа посвящена вопросам оптической спектроскопии и повышения мощности аномально фотовольтаических пленочных структур в качестве солнечных фотопреобразователей и фотогенераторов напряжения на основе изучения спектров низкотемпературной фотолюминесценции поликристаллических пленочных структур *CdTe*, *CdTe:In*, *CdTe/CdS* [1-6]. Исследования относятся к области физике полупроводников и получения материалов оптоэлектроники и гелиотехники, в частности, к технологии получения тонких пленок и пленочных структур, генерирующих аномально большое фотонапряжение (АФН) на основе халькогенидов кадмия. Рассматриваются следующие основные задачи: 1. Разработка технологии получения фотовольтаических пленочных структур *CdTe*, *CdTe:In*, *CdTe/CdS* методом термовакuumного напыления, позволяющая увеличить их мощности. 2. Анализ спектров низкотемпературной фотолюминесценции пленочных структур *CdTe*, *CdTe:In*, *CdTe/CdS* с целью повышения их спектральной чувствительности и рабочей мощности.

Среди оптических методов исследования полупроводниковых структур наиболее информативным и чувствительным к содержанию дефектов является метод низкотемпературной фотолюминесценции (ФЛ). Детальный анализ спектров люминесценции позволяет не только изучать зонную энергетическую структуру и механизмы формирования излучения, но и непосредственно использовать его как неразрушающий метод контроля и диагностики различных полупроводниковых материалов. Известно [7-9], что спектр ФЛ монокристалла *CdTe* при не больших мощностях возбуждающего света простирается лишь в область частот $\hbar\omega < E_g$ и состоит из экситонной, донорно-акцепторной линий и их *LO* - фононных повторений, а также примесной полосы излучения. Эти компоненты ФЛ очень чувствительны к любым несовершенствам кристаллической структуры полупроводника [10,11]. Как раз это обстоятельство используется для целенаправленного изучения аномально фотовольтаических свойств пленочных структур *CdTe*, *CdTe:In*, *CdTe/CdS* методом низкотемпературной ФЛ с целью повышения их мощности, что ранее в литературах практически не рассматривалась.

Технология. Нами разработана технология изготовления тонких ($d \leq 1,0$ мкм) аномально фотовольтаических (АФВ) пленок *CdTe:In* методом вакуумного испарения, позволяющая 10^3 раз увеличить мощности фотогенератора напряжения. Это достигнуто за счет повышения эффективности генерации фотонапряжения пленкой *CdTe* с помощью

легирования её примесью индия и в результате того, что процесс легирования тонких слоев $CdTe$ осуществляется непосредственно во время их выращивания методом термического испарения в вакууме $10^{-3} - 10^{-5}$ мм.рт.ст. путем испарения $CdTe$ и In из отдельных тиглей [12,13]. При этом исходная масса напыляемой примеси составляла $3 - 7$ масс.% от массы основного полупроводникового соединения. Напыление In задерживалась на $2 - 3$ мин по отношению к началу напыления $CdTe$ и прекращалась на $3 - 5$ мин раньше, чем заканчивается напыление $CdTe$. Температура стеклянной подложки варьировалась в пределах $250 - 300$ °C.

Экспериментальные результаты и их обсуждение. Свежеприготовленные поликристаллические образцы $CdTe$ с толщиной $d \approx 0,8 - 1,0$ мкм и площадью 5×20 мм², со скоростью конденсации $v_k \approx 1,5 - 2,0$ нм/с, углом напыления $40 - 50^\circ$, оказались более низкоомными и относительно слабо выражались АФВ свойствами ($V_{АФН} = 50 - 100$ В). В результате термической обработки (ТО) на воздухе в присутствии паров соактиватора $CdCl_2$ при температуре $250 - 300$ °C в течение $2 - 4$ мин образцы $CdTe:In$ при комнатной температуре генерировали максимальное фотонапряжение до значений $(2 - 4) \cdot 10^3$ В, т.е. на порядок больше, чем специально нелегированные образцы $CdTe$ (где $V_{АФН} = 200 - 600$ В). При этом фототок короткого замыкания увеличивался более чем на два порядка и достигал до значения $I_{кз} \approx 10^{-8}$ А. Световые сопротивления при интенсивности света $L \approx 10^3$ лк пленок $CdTe$, $CdTe:In$ –свежеприготовленной и $CdTe:In$ – термообработанной имели значения $R_{св} = 2 \cdot 10^{12}$, $3 \cdot 10^{10}$ и $2 \cdot 10^{11}$ Ом, соответственно. Они генерировали $V_{АФН} \approx 200$ В, 60 В и 2000 В, следовательно, мощности этих фотогенераторов, пропорциональной $V_{АФН}^2/R_{св}$, относились как, 2:12:2000. Таким образом, мощность легированной АФВ пленок $CdTe:In$ после ТО увеличивается более чем на два порядка, а по сравнению с нелегированной пленкой - в 10^3 раза. Это объясняется тем, что атомы замещения In в кристаллической решетке полупроводника $CdTe$ создают мелкий донорный уровень компенсируя акцепторные уровни собственных дефектов и во время ТО пленки в результате термополевой миграции (диффузии) увеличивают асимметрию потенциальных барьеров на границе кристаллических зерен, что повышает эффективность генерации АФН пленки $CdTe:In$. Показано, что электрофизические и АФВ свойства термообработанных пленок $CdTe:In$ существенно стабилизируются.

Экспериментально исследована форма спектров низкотемпературной фотолюминесценции косонапыленных поликристаллических пленок $CdTe$, $CdTe:In$ с АФВ свойствами [14-16]. Для измерения спектров низкотемпературной фотолюминесценции пленочные образцы непосредственно погружались в откачиваемый жидкий гелий при $4,2$ К. Спектры регистрировались на установке, собранной на базе спектрометра ДФС-24, работающим в режиме счета фотонов при минимальной ширине щели $0,04$ мэВ.

Возбуждение собственной люминесценции осуществлялось на длине волны $\lambda = 476,6$ нм светом непрерывного газоразрядного Ar^+ -лазера, сфокусированным на поверхность слоя $CdTe$ в пятно размером $0,4 \times 4$ мм² при мощности светового потока ~ 7 мВт. Эксперимент проводился в геометрии нормального освещения и почти нормального излучения и установлено следующие.

Спектр фотолюминесценции (ФЛ) поликристаллической пленки с АФВ свойством и монокристалла $CdTe$ качественно отличаются (рис.1а). Основной вклад в ФЛ пленки дает излучательная рекомбинация $e - h$ свободных носителей (А-линия с полушириной $14,2 \pm 0,1$ мэВ) и краевая люминесценция с широкой дублетной структурой (В- и С – линии с полуширинами $18,5 \pm 0,1$ мэВ и $32,2 \pm 0,1$ мэВ). В области частот $\hbar\omega > 1,65$ эВ наблюдалась горячая фотолюминесценция, обусловленная излучательной рекомбинацией релаксирующих по энергии горячих электронно-дырочных пар (частота лазерного излучения $\hbar\omega = 2,60$ эВ). Резкая длинноволновая граница $\hbar\omega = 1,627$ эВ собственной полосы излучения подтверждает совершенную поликристаллическую структуру пленки.

Максимумы A - и B - линий излучения отличаются на энергию продольно оптического фонона $\hbar\omega_{LO} = 0,021\text{эВ}$ монокристалла CdTe . Значит симметричная B -линия заведомо является LO -повторением горячей полосы излучения A , которая отсутствовала в спектре монокристалла при заданной интенсивности лазерного возбуждения $\sim 0,44\text{ Вт/см}^2$.

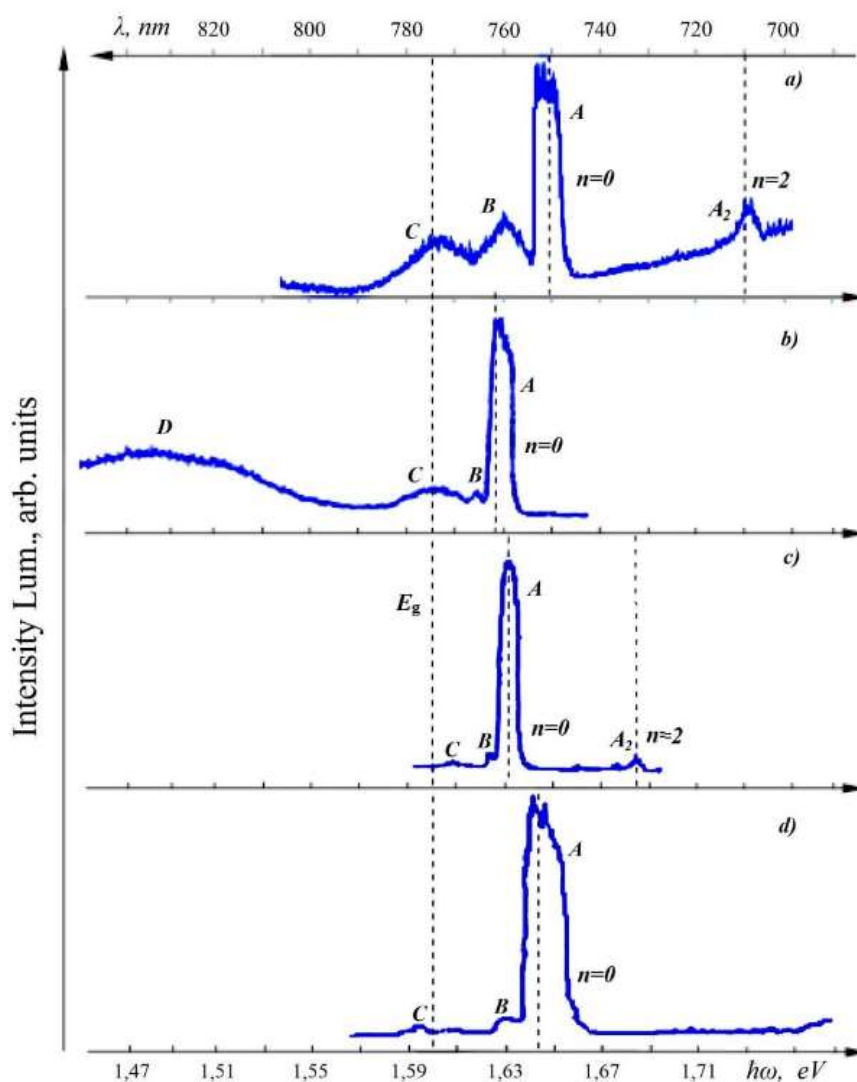


Рис. 1. Спектры фотолюминесценции микрокристаллического слоя CdTe : а) - на стеклянной подложке, б) - в гетероструктуре CdTe/CdS , в) - легированный CdTe:In , г) CdTe:In после термообработки.

Пологий максимум C -линии излучения отстает от A -линии более чем на $2\hbar\omega_{LO}$ и она формируется в результате рекомбинации зона-зона с излучением $2LO$, $3LO$ и т.д. фононов.

Предварительный количественный анализ спектров A -линии излучения показывает, что её приближенно можно описать следующей эмпирической формулой:

$$I(\nu) = A\sqrt{\hbar\nu - (E_g + \Delta E_0)} \cdot \exp\left(-\frac{\hbar\nu - (E_g + \Delta E_0)}{kT_3}\right), \quad (1)$$

где A - постоянная, зависящая от типа пленки, частоты и интенсивности возбуждающего света, E_g - ширина запрещенной зоны монокристалла CdTe , k - постоянная Планка, T_3 - величина, имеющая размерность температуры и сильно отличающаяся от температуры решетки, $\Delta E_0 = \hbar\nu_{кр} - E_g$ - разность между красной границей A -линии и E_g . Второй и третий множители в правой части (1) соответствуют плотностям состояний в некоторых простых псевдо-зонах и неравновесным эффективным функциям распределений фотоносителей.

В спектре $\PhiЛ$ слоя CdTe в гетероструктуре CdTe/CdS (рис.1б), выращенной в идентичных технологических условиях как и монослой CdTe , появляется широкая D -линия

(обусловлена гетерограницей), перестраивается *B*- и *C*-линии, исчезает супергорячая область, а также несколько сужается *A*-линия излучения ($\Delta E_A \approx 11.2 \pm 0.1$ мэВ), что существенно отличает исследованной нами пленочных структур от гетеросистем других авторов CdS/CdTe [17-20].

Анализом спектра ФЛ легированной *In* пленки *CdTe* без ТО (рис.1с) показано, что введение примесных атомов индия сильно деформирует спектр ФЛ: во-первых, существенно сужается полуширина *A*-линии (до 6 мэВ), что и коррелируется падением

(почти на порядок) максимального значения V_{AFH} у свежеприготовленной пленки *CdTe:In*; во-вторых, полоса краевой люминесценции (*B*- и *C*- линии), также как и канал горячей ФЛ исчезают; в-третьих, резкая красная граница собственного излучения сдвигается в длинноволновую сторону на ≈ 3 мэВ. Донорные примеси замещения *In_{Cd}* создают мощный канал безызлучательной рекомбинации, тем самым, сильно уменьшают роль *LO* – фононов и увеличивают электропроводность пленки *CdTe:In*, чем и определяется ухудшение её АФВ свойства. После оптимальной ТО пленки *CdTe:In* спектр ФЛ качественно не претерпевает сильного изменения (рис.1d). Однако ТО приводит к уширению линии *A* почти в три раза (полуширина достигает значения ~ 17 мэВ, а значение V_{AFH} - почти $3 \cdot 10^3$ В). Процесс ТО стимулирует наряду с АФВ свойством легированной пленки, также и её собственной полосы ФЛ.

Заключение. Таким образом, наблюдается четкая корреляция между АФВ свойством и формой полосы собственной ФЛ косонапыленных пленок *CdTe*, при легировании *In* и ТО спектр ФЛ сильно трансформируется в соответствии с изменением АФВ свойств пленки. Это позволяет целенаправленно управлять технологией изготовления фотовольтаических пленочных структур методом низкотемпературной фотолюминесценции. Полученные результаты представляют интерес для пленочной оптоэлектроники и гелиотехники.

Список литературы

- [1]. Tuteja M., Koirala P., Soares J., Collins R., Rockett A. Low temperature photoluminescence spectroscopy studies on sputter deposited CdS/CdTe junctions and
- [2]. Durose K., Asher S.E., Gaegermann W., Levi D. and et al. Physical Characterization of Thin-film Solar Cells // Journal: Progress in Photovoltaics Research and Applications. 2004. Issue 2-3. Vol.12, pp. 177-217.
- [3]. Potter M.D., Halliday D.P., Cousins M., Durose K. A study of the effects of varying cadmium chloride treatment on the luminescent properties of thin film solar cells // Thin Solid Films. 2000, Vol.361–362, pp. 248–252. Ikhmayies Sh. J., Ahmad-Bitar R. N. Interface photoluminescence of the thin film solar cells prepared partially by the spray pyrolysis technique // Journal of Luminescence. 2012, Vol.132, Is.2, pp. 502–506.
- [4]. Okamoto T., Matsuzaki Y., Amin N., et al. Characterization of highly efficient CdTe thin film solar cells by low-temperature photoluminescence // Japanese Journal of Applied Physics. 31 Jan. 1998, Phys. Pt 1, vol: 37, num: 7, P.3894-3899, published: JP.
- [5]. Nakamura K., Gotoh M., Fujihara T., Toyama T. and et al. Electromodulated Photoluminescence Study of Thin-Film Solar Cell // Japanese Journal of Applied Physics. 2001, Vol. 40, pp. 4508-4511.
- [6]. Bagaev V.S., Klevkov Yu.V., Kolosov S.A., Krivobok V.S., Shepel A.A. Optical and electrophysical properties of defects in high-purity CdTe // Phys. Solid State. 2010, 52, pp. 37-42.
- [7]. Akhmalaliev B.Zh., Yuldashev N.Kh., Yulchiev I.I. Surface-Radiative Modes and Longitudinal Excitons in the Spectra of Exciton–Polariton Luminescence // Optika i Spektroskopiya, 2018, 125(3), pp. 330–338.
- [8]. Caraman, S. Vatavu, G. Rusu, P. Gasin. The luminescence of CdS and CdTe thin films, components of photovoltaic cells. // Chalcogenide Letters, 2006. Vol. 3, No. 1, January, pp. 1-7.
- [9]. Kosyachenko L.A., Savchuk A.I., Grushko E.V. Influence of a thickness of an absorbing layer on efficiency of CdS/CdTe solar cells. // Semiconductors, 2009. Vol. 43, No. 8, pp. 1060- 1064.
- [10]. Akhmalaliev B.J., Mamatov O.M., Polvonov B.Z., Yuldashev N.Kh. Correlation between the low-temperature photoluminescence spectra and photovoltaic properties of thin polycrystalline CdTe films // JAMP (USA), 2016, 4(2), pp.391-307. Karimov M.A., Yuldashev N.X. Kosonapilennie plenki CdTe:In s anomalnimi fotovoltaičeskimi svoystvami // Izv. RAN. Seriya Fizicheskaya - Moskva. 2007. -№ 8. - S.1182-1185.
- [11]. Akhmalaliev, B.Zh., Polvonov, B.Z., Yuldashev, N.Kh. Influence of exciton decay on the polariton luminescence spectra of CdTe crystal // Optics and Spectroscopy (English translation of Optika i Spektroskopiya), 2014, 116(2), p. 244–248.

- [12]. Mamatov O. M., Yuldashev N. Kh. Feature of technology for obtaining by thermovacuum evaporation method of film n-CdS / p-CdTe heterostructures with photovoltaic and photoresistive properties. // *European Sciences Review*. – Vienna, 2021. – No. 1 - 2. – PP. 97 - 100.
- [13]. Akhmadaliev, B.J., Polvonov, B.Z., Yuldashev, N.K. On the low-temperature photoluminescence and photovoltaic properties of fine-grained CdTe films // *Journal of Surface Investigation*, 2016, 10(6), p.1173–1178.
- [14]. Polvonov, B.Z., Yuldashev, N.K. Spectra of low-temperature photoluminescence in thin polycrystalline CdTe films // *Semiconductors*, 2016, 50(8), p.1001–1004.
- [15]. Akhmadaliev, B. J., Mamatov, O. M., Polvonov, B. Z., & Yuldashev, N. K. (2017). Low-Temperature Photoluminescence of Fine-Grained CdTe Layer in nCdS/p-CdTe Film Heterostructure. *International Journal of Modern Physics and Application*, 4(5), 28-33.
- [16]. Yuldashev N. Kh. Low-temperature luminescence spectrum of a fine-grained CdTe layer in a film heterostructure n-CdS/p-CdTe // *Scientific-technical journal*. 2022. T. 5. №1. – С. 72-82.
- [17]. Razykov T. M., Kuchkarov K. M., Ergashev B. A., and Esanov Sh. A.. Fabrication of Thin-Film Solar Cells Based on CdTe Films and Investigation of Their Photoelectrical Properties. // *Applied Solar Energy*, 2020, Vol. 56, No. 2, pp. 94–98.
- [18]. Dharmadasa M., Bingham P., Echendu O., Salim H., and at. all. Fabrication of CdS/CdTe-based thin film solar cells using an electrochemical technique // *Coatings*, 4 (3) (2014), pp. 380-415.
- [19]. Mirsagatov SH.A., Kabulov R.R., Maxmudov M.A. Injektsionniy fotodiod na osnove geterostrukturi n-CdS/ p-CdTe // *FTP*. 2013. T.47. Vip. 6. - S.815-820.
- [20]. Xripunov G.S. Strukturnie mexanizmi optimizatsii fotoelektricheskix svoystv plenochnix geterosistem CdS/CdTe // *FTP*. 2005. T.39. Vip.10.SS. 1266-1270.

КИМЁ САНОАТИ КОРХОНАЛАРИДА МАШИНА ВА АППАРАТЛАРНИ КОРРОЗИЯДАН ҲИМОЯ ҚИЛИШ

К.Д. Мухамадсодиқов

Фарғона политехника институти
(Қабул қилинди 26.09.2023 й.)

Мақолада кимё саноати корхоналаридаги металллар коррозияси ва ундан ингибиторлар ёрдамида ҳимоялаш масаласи кўтарилган бўлиб, дунё бўйича металл коррозиясидан келадиган зарар, коррозиянинг юзага келиш шароитлари унга қарши кураш усуллари ва корхона шароитида ингибиторлар ёрдамида коррозияга қарши кураш масаласи баён қилинган.

Калит сўзлар: коррозия, машина, аппарат, агрессив муҳит, жараён, термодинамик беқарорлик, Гиббс энергияси, реагент, концентрация, электрод потенциал, анион, катион, оксид парда.

В статье поднимается вопрос коррозии металлов на предприятиях химической промышленности и защиты от нее с помощью ингибиторов, , причиняемый коррозией металлов в мире, условия возникновения коррозии, методы борьбы с ней, а также вопрос борьбы с коррозией. с помощью ингибиторов в условиях предприятия.

Ключевые слова: коррозия, машина, аппарат, агрессивная среда, процесс, термодинамическая неустойчивость, энергия Гиббса, реагент, концентрация, электродный потенциал, анион, катион, оксидная пленка.

The article raises the issue of corrosion of metals in the chemical industry and protection against it with the help of inhibitors, provides data on the damage caused by corrosion of metals in the world, the conditions for the occurrence of corrosion, methods of combating it, as well as the issue of combating corrosion. using inhibitors in the enterprise.

Key words: corrosion, machine, apparatus, aggressive environment, process, thermodynamic instability, Gibbs energy, reagent, concentration, electrode potential, anion, cation, oxide film.

Халқ хўжалигининг барча соҳаларида шу жумладан, кимё ва нефтни қайта ишлаш саноати корхоналарида барча машина жиҳозлар коррозияга учрайди. Коррозия (коррозия, емирилиш) - бу металл маҳсулотнинг фазалар чегарасида атроф-муҳит моддалари билан ўзаро таъсири натижасида маҳсулотнинг функционал хусусиятларини йўқотишига олиб келадиган ўз-ўзидан емирилиш жараёни. Бундай ҳолда, металллар оксидланади ва коррозия маҳсулотлари ҳосил бўлади, уларнинг таркиби коррозия шароитларига боғлиқ.

Коррозия қувурларни, машиналарнинг металл қисмларини, кема корпусларини, халқ хўжалигидаги барча саноат корхоналари машина ва апаратларини йўқ қилиш натижасида катта йўқотишларга олиб келади. Металл коррозиясидан келиб чиқадиган иктисодий йўқотишлар жуда катта. Америка Қўшма Штатларида коррозиядан кўрилган зарар ва унга қарши кураш харажатлари ЯИМнинг 3,1 фоизини (276 миллиард доллар) ташкил этади. Германияда бу зарар ЯИМнинг 2,8 фоизини ташкил этди.

Коррозиядан йўқотишларни шартли равишда икки тоифага бўлиш мумкин: бирламчи ва иккиламчи [1, 2]. Бирламчи йўқотишлар металлларнинг қайтариб бўлмайдиган йўқотишлари билан боғлиқ бўлиб, улар йиллик пўлат ишлаб чиқаришнинг 10 дан 20% гача, Россияда эса коррозия натижасида металлларнинг йиллик йўқотилиши металл фондининг умумий массасининг 12% гача йўқолишига тўғри келади. Турли мамлакатлар экспертларининг фикрига кўра, саноати ривожланган мамлакатларда бу йўқотишлар яппи миллий маҳсулотнинг 2% дан 6% гачасини ташкил қилади [1].

Худди шунингдек, мамлакатимиздаги кимё ва нефтни қайта ишлаш саноати корхоналарида ҳам коррозия муаммоси мавжуд ва у ҳал қилиниши керак бўлган долзарб муаммолардан бўлиб ҳисобланади. Саноат корхоналаридаги барча қурилмалар уларда бораётган технологик жараёни агрессивлик даражасига кўра турли даражада коррозияга учрайди. Айниқса юқори хароратда, юқори босимда, турли кимёвий моддалар иштирокида

турли даражадаги агрессив муҳитда борадиган жараёнларда коррозия катта тезликда амалга ошади.

Коррозияга қарши курашнинг мақсади бутун дунёда шу жумладан мамлакатимизда ҳам чекланган металл ресурсларини сақлаш, машина ва механизмларнинг хизмат муддатини узайтиришдан иборатдир.

Нефт ва нефт кимёси саноати корхоналарида (мисол учун ФАРФОНААЗОТ ва Фарғона нефтни қайта ишлаш МЧЖ) даги барча машина ва аппаратлар у ёки бу даражадаги агрессив муҳитда ишлайди.

Мисол учун: масса алмашилиш аппаратлари, гидравлик машиналар, иссиқлик ва кимёвий жараёнлари машиналари, насослар, компрессорлар, қувур ўтказгичлар, резервуарлар, қозонлар, печлар ва печ арматуралари, иссиқлик алмаштиргичлар, буғлатгичлар ва шу каби бошқа машина ва аппаратлар барчаси турли даражадаги агрессив муҳитда ишлайди ва узоқ вақт фойдаланиш натижасида улар юқори сифатли зангламас пўлатлардан тайёрланган бўлса ҳам муҳит таркибидаги CH_3SH , CH_3SCH_3 , H_2S , SO_2 , CO_2 , CO , H_2 , CH_4 , NaOH , Na_2SO_4 , Na_2CO_3 , Na_2SO_3 , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ каби газлар, буғлар, углеводородлар, кислоталар таъсирида коррозияга учрайди.

Металллар коррозиясининг сабаби коррозион муҳитда уларнинг термодинамик бекарорлигидир. Термодинамик бекарорликнинг ўлчови металлнинг атроф-муҳит моддалари билан ўзаро таъсирида кузатиладиган Гиббс энергиясининг (ΔG) ўзгаришидир. Термодинамика нуқтаи назаридан коррозия жараёни $\Delta G < 0$ бўлгандагина мумкин бўлади, металлнинг ички энергияси ёки электрод потенциали Гиббс энергиясидан (ΔG) кичик бўлганда коррозия амалга ошади катта бўлганда эса коррозия бўлмайди ёки секинлашади.

Нефтни қайта ишлаш, кимё саноати корхоналарида, шунингдек, қурилиш материаллари саноати корхоналари машина ва аппаратлардаги коррозия кўплаб факторларга боғлиқ: Мисол учун реагентлар ва уларнинг концентрациясига, сероводород (H_2S), углеводородлар ва тузлар концентратсиясига, эритмаларнинг тўйинганлик даражасига, ҳароратга, абразив қўшимчаларнинг мавжудлигига, муҳитнинг агрессивлик даражасига ва бошқа шу каби параметрларга боғлиқ. Технологик машина ва жиҳозлардаги нордон газлар асосий агрессив модда бўлиб ҳисобланади. Сероводороднинг пўлат билан ўзаро таъсири эритмада эримайдиган темир сульфидни ҳосил бўлишига олиб келади. Сув мавжуд бўлганда углерод икки оксиди темир билан реакцияга киришиб темир бикарбонатини ҳосил қилади ва у эритма қизиганда эримайдиган темир карбидга айланади. Темир карбид эса аппаратлар ва қувур ўтказгичлар деворида ўрнашиб қолади. Коррозия буғ-томчи эрозияси ва пайванд чок ҳудудида тезлашади. Машина ва аппаратлардаги коррозия ҳимоя плёнкаларини емирадиган қаттиқ заррачаларни эритмада йиғилишига ва метал эрозиясини юзага келишига сабаб бўлади. Темир сульфиди, темир оксиди, чанг, қум, окалина ана шундай қаттиқ заррачалардан бўлиб, улар колоннага нефт маҳсулотлари, турли реагентлар ва жараёнда иштирок этувчи бошқа элементлар билан бирга киради.

Металлни ишлаб чиқариш шароитида коррозиядан ҳимоя қилишнинг асосий моҳияти ички электрод потенциали кимёвий жараён бораётган муҳитдаги элементларнинг агрессивлик даражасига бардош бераоладиган ички энергияга эга бўлган қопламалар билан метал юзасини қоплашдан иборатдир, яъни метал юзасидаги қоплама электрод потенциали $\Delta G > 0$ бўлиши керак.

Машина ва жиҳозларни коррозиядан ҳимоя қилишнинг муҳим жиҳати ҳимоя усули коррозион муҳитга мос келиши керак. Бундан келиб чиқиб металлларни коррозиядан ҳимоя қилишнинг қуйидаги усуллари мавжуд:

- ҳимоя қилувчи: асосий метални коррозиядан ҳимоя қилувчи;
- ҳимоя манзарали (декоратив): коррозиядан ҳимоя қилиш билан бирга пардоз берувчи;
- махсус мақсадларда қўлланиладиган: мисол учун қаттиқликни, иссиққа чидамлилиқни, иссиққа бардошлилиқни ва антифрикцион хусусиятларни оширувчи.

Фойдаланиш шароити бўйича қопламалар агрессив муҳитда, атмосфера шароитида, юқори ҳароратда фойдаланувчиларга бўлинади.

Қоплаш усули бўйича металл қопламалар галваник, иссиқ, термодиффузион, металлизатсион, икки томонламага бўлинади.

Юқорида келтирилган химоя усуллари ичида ишлаб чиқариш корхоналарида татбиқ қилишга энг қулайи ингибиторли химоядир.

ИСО 8044-1986 стандарти бўйича коррозия ингибиторлари деб, коррозион тизимда етарли концентрацияда бўлиб, ҳар қандай коррозион реагентни концентрациясини унча муҳим бўлмаган ўзгартириш билан коррозия тезлигини пасайтирувчи кимёвий бирикмага айтилади [1]. Кимёвий бирикма композицияси ҳам коррозия ингибитори бўлиши мумкин. Коррозион муҳитда ингибитор миқдори унча катта бўлмаслиги керак.

Коррозия ингибиторларининг асосий таъсир механизмлари қуйидагилардан иборат:

- физик қоплама: Ингибиторлар металл юзасида химоя плёнка ҳосил қилиши мумкин, бу эса агрессив воситаларнинг металлга етиб боришига тўсқинлик қилади;

- қисман қоплаш: Ингибиторлар фақат фаол коррозия жойларини қоплаши мумкин, қолган металл сиртини агрессив муҳитлар учун қолдиради;

- ион алмашинуви реакциялари: Ингибиторлар металл ионлари билан ўзаро таъсир қилувчи ионларни ҳосил қилиши ва унинг фаоллиги ва кимёвий хусусиятларини ўзгартириши мумкин, бу эса коррозияни олдини олади;

- анион алмашинуви реакциялари: Ингибиторлар атроф-муҳитдаги анионлар билан ўзаро таъсир қилиши ва уларнинг фаоллиги ва кимёвий хусусиятларини ўзгартириши мумкин, бу эса коррозияни олдини олади;

Коррозия ингибиторларини танлаш металлнинг турига, иш шароитларига ва муҳитнинг кимёвий хусусиятларига боғлиқ. Ингибиторларнинг самарадорлиги вақт ўтиши билан камайиши мумкинлигини ҳисобга олиш керак, шунинг учун коррозия жараёни металл химоясини сақлаб туриш учун доимий мониторинг ва техник хизмат кўрсатишни талаб қилади.

Ингибиторли химоя қоплаш усулидан қатъий назар қуйидаги талабларга жавоб бериши керак:

- асос билан юқори даражадаги адгезия (ёпишувчанлик), фойдаланишнинг ҳар қандай шароитида қатламга ажралмаслик;
- зич бўлиши, буюмни коррозия бардошлигини таъминлаши, майда кристалли бўлиши;
- минимал ғовақилик;
- махсус талабларни қондириши, мисол учун каттиқликни ошириш, иссиққа чидамлиликини ошириш, иссиққа бардошлиликини ошириш, антифрикцион хусусиятларни ошириш.

Кимё саноати корхоналаридаги кўплаб технологик жараёнлар ёпиқ тизимларда амалга ошади ва бу тизимлар даврий равишда жорий ёки мукаммал таъмирланади. Ана шу таъмирлашдан сўнг қурилма ишга туширилишида системага турли хилдаги ингибиторлар қўшилади.

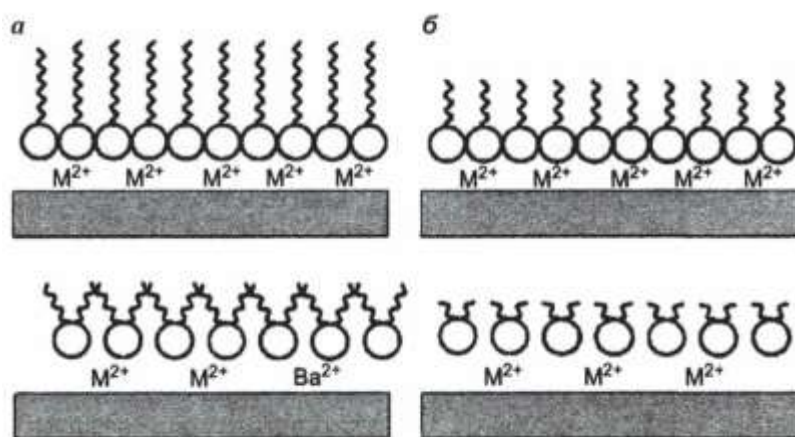
Ингибиторларнинг ишлаш механизми қуйидагича. Металлар коррозияси ташқи кучлар таъсири остида электрокимёвий табиатга эга бўлиб, қўшимчаларнинг таъсир механизми қуйидагича бўлади: металлларни емирувчи анод ва катод жараёнларини тормозлананади, металл юзасидан сув (электролит) сиқиб чиқарилади.

Коррозияга қарши қўшимчалар металл юзасида мустаҳкам инерт химоя плёнкаси ҳосил қилиб металлни коррозион фаол муҳит билан алоқасини узади, уни электрокимёвий потенциалини ўзгартириб коррозияни олдини олади. Металл юзасида плёнка оддий адбсорбсия ёки хемосорбсия натижасида ҳосил бўлади. Қўшимчани металл билан алоқасидан келиб чиқиб, қўшимчалар хемосорбсион ва кимёвийларга бўлинади.

Хемосорбсион турдаги қўшимчалар amino-, amido-, imido-, nitro каби узун алкил занжирли молекулалар ва кутбли гуруҳлардан иборат. Қўшимчалар металл юзасида зич қатлам ҳосил қилиб адсорбсияланади.

Кимёвий коррозияда металлни емирилиш тезлиги кимёвий реакция тезлигига пропорционал ва шу тезлик билан оксидловчи металл юзасини қоплаб турган плёнкани

тешиб ўтади. Металлар юзасидаги оксид плёнкаларни ҳимоялаш ва ҳимоя қила олмаслик хусусияти мавжуд, бу хусусият плёнканинг яхлитлигига боғлиқ.



1-расм. Адсорбцияланган плёнкаларни ҳосил бўлиш схемаси: а-юқори молекуляр чизикли ингибиторлар; б – паст молекуляр чизикли ингибиторлар.

Металлардаги коррозия жараёни тўхтатиш шартларидан бири яхлит парда ҳосил бўлишидир. Агар металл билан кислород таъсирида ҳосил бўладиган оксид ҳажми реакцияга киришувчи металл ҳажмидан катта бўлса бу шарт бажарилади. Бу ҳолат Пиллинг Бедвордис омили сифатида маълум бўлиб, у қуйидагича ёзилади:

$$\alpha = V_0 / V_M =$$

$$M_{opM} / (n A_{Mpo}) > 1$$

Бу ерда: V_0 -оксиднинг моляр ҳажми, V_M - оксидланган

металл ҳажми, M_0 ва ρ_0 моляр вазн ва оксид зичлиги; n - бир мол оксидни ҳосил бўлиши учун реакцияга кирадиган металл моллари сони; A_M -металлнинг атом оғирлиги; ρ_M -металл зичлиги [3].

$\alpha < 1$ бўлган плёнкалар яхлит бўлмайди ва кислород уни осон тешиб ўтиб металл юзасига етиб боради. Бундай плёнкалар металлни коррозиядан ҳимоя қилмайди. Улар ишқорий ва ишқорий ер металлларни кислород билан оксидланишида ҳосил бўлади (бериллий бундан мустасно).

$1 < \alpha < 2,5$ бўлганда оксид пардаси яхлит бўлиб ҳисобланади ва металлни коррозиядан ҳимоя қилиш хусусиятига эга.

$\alpha > 2,5$ бўлганда оксид парда яхлитлиги сақланмайди, плёнка металлни ҳимоя қила олмайди.

Жадвалда баъзи металллар учун V_0 / V_M нинг қиймати берилган.

1-жадвал

Металл	Оксид	V_0 / V_M	Металл	Оксид	V_0 / V_M
Li	Li ₂ O	0,57	Zn	ZnO	1,55
Na	Na ₂ O	0,59	Cr	Cr ₂ O ₃	2,07
Mg	MgO	0,81		CrO ₃	5,10
Al	Al ₂ O ₃	1,28	Co	CoO	1,86
Sn	SnO ₂	1,32		Co ₃ O ₄	2,01
Pb	Pb ₂ O	1,29	Ni	NiO	166
	PbO	1,31	Ag	Ag ₂ O ₃	1,58
	PbO ₂	1,37	Pt	PtO	1,56
Cu	Cu ₂ O	1,64			
	CuO	1,72			

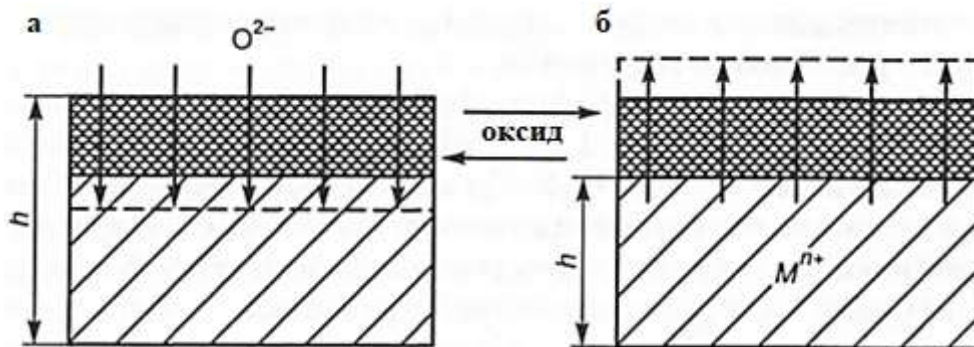
Оксид парда ҳосил бўлишида оксидланиш жараёни қуйидаги босқичларни ўз ичига олади:

1. Кислород молекулаларини газ фазасидан металл юзасига адсорбцияланиши;
2. Адсорбцияланган кислород атомларини $O_2 \rightarrow O + O$ атомларга ажралиши;
3. Адсорбцияланган кислород атомларини $O + 2e \rightarrow O^{2-}$ ионларга ажралиши;
4. Металл юзаси йўналишида кислород анионларининг диффузияси;
5. Металл атомларининг ионлашуви ва металл катионлари ва электронларининг металл фазадан оксид фазага ўтиши ($M \rightarrow M^{n+} + ne$);
6. Металл катионлари ва электронларининг буғ-газ бўлиниш чегарасидаги

диффузияси;

7. Катион ва анионларнинг ўзаро таъсири ва металл оксидларнинг ҳосил бўлиши.

Оксид металл юзасида, оксид парданинг ички ёки юза қисмида ҳосил бўлиши мумкин. Биринчи оксид ҳосил бўлиши кислород диффузияси тезлиги устун келганда амалга ошади. Оксид қатлами асосан металл қатламини камайиши ҳисобига ортади, намунанинг умумий қалинлиги сезиларсиз даражада ўзгаради (2 а-расм).



2-расм. Металл юзасида оксид пардаларнинг ҳосил бўлиши.

Оксид металл юзасида, оксид парданинг ички ёки юза қисмида ҳосил бўлиши мумкин. Биринчи оксид ҳосил бўлиши кислород диффузияси тезлиги устун келганда амалга

ошади. Оксид қатлами асосан металл қатламини камайиши ҳисобига ортади, намунанинг умумий қалинлиги сезиларсиз даражада ўзгаради (2а-расм). Иккинчи ҳолат металл ионлари диффузияси тезлиги устунлик қилганда амалга ошади. Бунда, парда қалинлиги газ фаза йўналишида ўсади ва намуна ҳажми ортади (2 б-расм). Кўпчилик ҳолларда диффузия тезлигини ўлчаш имкони бўлади ва ўсиш ҳудуди парданинг ичида, парда юзасига яқин жойда бўлади.

Ингибиторнинг адсорбцияси натижасида икки қаватли электр қатламини структураси ва шу билан бирга потенциалнинг адсорбцион ирғиши ўзгаради. Ингибитор ёппа плёнкаси юзани экранлаштиради, у юзада кечадиган коррозия жароёнга йўл қўймайди.

Катод ва анод ингибиторлар мос келувчи электрод реакцияларни секинлаштиради, аралашган ингибиторлар иккала реакциялардаги коррозия тезлигини ўзгартиради. Металл юзасида адсорбция ва химия қатламини шаклланиши ингибитор заррачалари заряди ва юза билан кимёвий алоқа боғлаш хусусияти билан боғланган.

Сувда эрувчи ингибиторлар ҳам металлларни коррозиядан химоялашда яхши самара беради. Сувда эрийдиганларга нитрит натрий, молибден кислота тузлари ва бошқа шу каби бирикмалар киради. Бу ингибиторлар фойдаланишга қулай, полимерлар билан яхши аралашади. Уларнинг камчилиги: сувда ювилиб кетиш эҳтимоли катта ва бунинг натижасида атмосфера таъсирига бардош бера олмайди. Мойда эрийдиган ингибиторларга АКОР присадкаси, ёғли кислота амидлари, сулфидланган ва нитратланган мой ва бошқа бирикмалар киради. Мойларнинг сув юқтирмаслиги бу ингибиторларнинг сувда ва сувли эритмаларда юқори барқарорлигини, уларни кутбсиз полимерлар билан яхши қўшилишини таъминлайди. Бундай ингибиторлар атмосфера таъсирига ўта мустаҳкам. Баъзи ингибиторлар сувда ва мойда эрувчан. Мисол учун: МСДА-1, МСДА-2, ВИТАЛ. ИКС-1.

Сувда эрийдиган ингибиторлар сувда макбул даражада эриш керак. Юқори эрувчанлик плёнкаларни тўсиқлик хусусиятларини кучсизлантиради, сувни диффузиясини енгиллаштиради, химояни давомийлигини қисқартиради, эрувчанликнинг озлиги фаолсизлантирувчи агентнинг керакли концентрациясини таъминламайди.

Коррозия ингибиторларидан фойдаланиш бир қатор афзалликларни беради:

-тузилмаларнинг узоқроқ хизмат қилиш муддати: Ингибиторлар металл юзаларда коррозиянинг пайдо бўлиши ва ривожланишининг олдини олишга ёрдам беради, бу асбоб-ускуналар ва иншоотларнинг хизмат қилиш муддатини ошириш имконини беради;

-таъмирлаш ва алмаштириш харажатларини камайитириш: коррозиядан химояланган ҳолда, металл қисмлар ва конструксиялар камроқ таъмирлаш ва алмаштиришни талаб қилади, бу эса техник хизмат кўрсатиш харажатларини камайтиради;

-жараён самарадорлигини ошириш: ингибиторлардан фойдаланиш металл юзаларига зарар етказилмайди, бу эса асбоб-ускуналар ва жараёнларнинг янада самарали ишлашига ёрдам беради.

Коррозия ингибиторлари турли соҳаларда қўлланилади, жумладан:

-нефт ва газ саноати: нефт ва газ саноатида ингибиторлар қувурларни, резервуарларни, сув омборларини ва бошқа ускуналарни агрессив муҳит ва кимёвий бирикмалар таъсиридан келиб чиқадиган коррозиядан ҳимоя қилиш учун кенг қўлланилади.

-кимё саноати: Кимёвий ишлаб чиқариш жараёнларида коррозия ингибиторлеридан фойдаланиш ускуналар ва реакторларни агрессив кимёвий моддалар таъсиридан келиб чиқадиган коррозиядан ҳимоя қилишга ёрдам беради.

-энергетика саноати: Энергетика соҳасида коррозия ингибиторлари буғ генераторлари, иссиқлик алмашинувчилари ва бошқа ускуналарни юқори ҳарорат, намлик ва кимёвий элементлар таъсиридан келиб чиқадиган коррозиядан ҳимоя қилиш учун ишлатилади.

-автомобил саноати: коррозия ингибиторларидан фойдаланиш автомобилларнинг металл қисмларини атмосфера шароитлари ва йўл тузлари таъсиридан келиб чиқадиган коррозиядан ҳимоя қилишга ёрдам беради.

Коррозия ингибиторларидан фойдаланиш ўзига хос металл тури, иш шароитлари ва кимёвий муҳит учун мос ингибиторни тўғри танлашни талаб қилади. Ингибиторнинг нотўғри танлови исталган эффектни келтирмаслиги ва ҳатто коррозия муаммосини янада кучайтириши мумкин.

Коррозия ингибитори қандай танланади ва қўлланилади?

Коррозия ингибиторлари - коррозия жараёнларини олдини олиш ёки секинлаштириш учун турли материаллар ёки воситаларга қўшиладиган моддалар. Коррозияга қарши воситани танлаш ва қўллаш бир неча омилларга боғлиқ:

-материаллар тури: Коррозия ингибитори қўлланиладиган структуранинг ёки сиртнинг материалига қараб, тегишли ингибитор тури танланади. Мисол учун, азот ёки фосфат ўз ичига олган ингибиторлар пўлат учун мос келади.

-ишлаш шароитлари: ҳарорат, намлик, агрессив муҳит мавжудлиги каби омиллар коррозия ингибитори самарадорлигига таъсир қилади. Ингибиторни танлашда ушбу шартларни ҳисобга олиш ва берилган шароитларда энг самарали ва барқарор бўлган композицияни танлаш керак.

Қўллаш усули: Коррозия ингибиторлари турли йўллар билан қўлланилиши мумкин: жумладан чўтка билан ёки пуркаш орқали сиртни қоplash, материал ёки воситага қўшиш, материални ингибитор эритмаларига ботириш ва ҳоказо. Қўллаш усулини танлаш ингибитор турига ва фойдаланиш шаротларига боғлиқ.

Коррозия ингибиторини танлаш ва қўллашда қуйидаги тавсияларга амал қилиш тавсия этилади:

-тўғри дозалаш: Ишлаб чиқарувчининг тавсиялари ва қўллаш талабларига мувофиқ коррозия ингибиторининг оптимал концентрацияси аниқланади. Жуда паст бўлган концентрация коррозиядан етарли даражада ҳимоя қилмаслиги мумкин ва жуда юқори концентрация кон то'планишига ёки заҳарланишга олиб келиши мумкин.

-мунтазам текшириш: мунтазам сирт текширувлари ёки атроф-муҳит мониторинги орқали коррозия ингибитори ҳолати ва самарадорлигини текшириш. Агар керак бўлса, ингибиторнинг дозасини ўзгартириш ёки уни янада самаралироқ тури билан алмаштириш.

Муайян ҳолат учун ингибиторни танлаш: Очик ҳавода, сув остида ёки оғир муҳитда коррозиядан ҳимоя қилиш каби махсус шароитга қараб, керакли барқарорлик ва ишлашга эга бўлган ингибиторни танлаш.

Коррозия ингибиторлари турли материалларни коррозий жараёнлар таъсиридан ҳимоя қилиш учун муҳим воситадир. Ингибиторни тўғри танлаш ва ишлатиш материалларнинг ишлаш муддатини узайтиради ва уларни таъмирлаш ёки алмаштириш харажатларини камайтиради.

Металл коррозиясини бартатараф қилиш учун сарфланган маблағ металлни тежашга, ишлаб чиқариш самарадорлигини оширишга, ишлаб чиқаришда бахтсиз ходисаларни камайитиришга ва яна бир қатор ишлаб чиқариш кўрсаткичларини яхшиланишига сабаб бўлади.

Юқорида келтирилган маълумотлардан қуйидаги хулосаларни чиқариш мумкин:

1. Хозирда комплекс хусусиятларга эга бўлган, ҳар қандай муҳитда металлни коррозиядан химоя қиладиган универсал ингибитор ишлаб чиқарилмаган.

2. Ҳар қандай турдаги ингибиторлар тўғри танланганда коррозия жараёнини маълум даражада секинлаштиради.

3. Кимёвий ишлаб чиқариш корхоналарида қурилмаларни коррозия ҳолатини ўрганиш бўйича коррозия мониторингини ташкил қилиш металл коррозиясини олдини олишга имкон яратади.

4. Техника олий ўқув юртларидаги мутахассисликлардан келиб чиқиб металллар коррозияси ва коррозиядан химоялаш фанини мукамал ўқитишни ташкил қилиш, илмий тадқиқот ишларини амалга ошириш саноатнинг долзарб муаммоларини ҳал қилишга асос бўлади.

Адабиётлар

- [1]. Перелигин Ю.П., Лось И.С., Киреев С.Ю. Коррозия и защита металлов от коррозии. Учебное пособие для студентов технических специальностей 2-е издание, дополненное Пенза Издательство ПГУ 2015 88 стр.
- [2]. Семёнова, И. В. Коррозия и защита от коррозии / И. В. Се-мёнова, А. В. Хорошилов, Г. М. Флорианович. – М. : Физматлит, 2006. – 376 с
- [3]. Тожиев Р.Ж., Мухамадсадиқов К.Ж., Ахунбаев А.А. «Коррозиядан химоялаш». Фергана. «Технология», 2019. – 180 стр.

ПАХТАНИ ТОЗАЛАШ ЖАРАЁНИД А АЖРАЛИБ ЧИҚАН ЧИҚИНДИЛАР ТАРКИБИНИ ТОЗАЛАГИЧ СЕКЦИЯЛАРИ БЎЙИЧА ЎЗГАРИШИНИНГ ТАДҚИҚИ

Ж.Ш. Мардонов, А.П. Парпиев, Х.А. Гатаев, Т.О. Тўйчиев

Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти
(Қабул қилинди [5.01.2024](#) й.)

Мақолада пахта чиқиндилари таркибидаги бир чигитли пахта бўлакчалари ва ифлосликларнинг УХК тозалаш мажмуасининг аррали барабанлар секцияларида ўзгаришини аниқлаш бўйича олиб борилган тадқиқотларнинг натижалари келтирилган. Пахтанинг С-6524 селекция навидаги намлиги 8,14%, ифлослиги 7,51% хомашёда УХК тозалаш мажмуасининг аррали барабанлар секциялардига колосникларнинг ораси 14 мм, диаметри 10 мм ҳамда аррачали барабан ва колосник панжара орасидаги масофа 10 мм бўлганда, аррачали барабанлар секциялар ошиб борган сари бир чигитли пахта бўлакчаларининг миқдори ошиб бориши аниқланди. УХК тозалаш мажмуасининг аррали барабанлар секциялардига колосникларнинг ораси 14 мм бўлганда эса, бир чигитли пахта бўлакчалар миқдори камайиши аниқланди.

Kalit so'zlar: пахта, чиқинди, чигит, бўлакча, ифлослик, тозалаш, мажмуа, селекция, диаметр, арра, барабан.

В статье представлены результаты исследований по определению изменения летучки хлопка-сырца и примесей в секциях пыльного барабана очистительного комплекса УХК. Влажность хлопка отборного сорта С-6524 составляет 8,14 %, засоренность сырья 7,51 %, при расстоянии между колосниками 14 мм, диаметре 10 мм и расстоянии между пыльным барабаном и колосниковой решетки 10 мм. Установлено, что количество летучки хлопка-сырца увеличивается, при расстоянии 10 мм между колосниками в секций пыльных барабанов очистительного комплекса УХК, а при расстоянии 14 мм количество летучки хлопка-сырца уменьшается.

Ключевые слова: хлопок, отходы, семена, хлопья, грязь, очистка, комплекс, отбор, диаметр, пила, барабан.

The article presents the results of studies to determine the change in raw cotton volatility and impurities in the sections of the saw drum of the UHK cleaning complex. The moisture content of selected

cotton grade S-6524 is 8.14%, the weed content of the raw material is 7.51%, with a distance between the grates of 14 mm, a diameter of 10 mm and a distance between the saw drum and the grate of 10 mm. It has been established that the amount of raw cotton flying increases with a distance of 10 mm between the grates in the saw drum sections of the UXK cleaning complex, and with a distance of 14 mm the amount of raw cotton flying decreases.

Keywords: cotton, waste, seeds, flakes, dirt, cleaning, complex, selection, diameter, saw, drum.

Кириш

Пахта хом ашёсини қайта ишлаш жараёнида пахта бўлақларини бир чигитли пахта бўлақчаларига ажралиши ва баъзан бир нечта чигитли пахта бўлақчаларининг мустахкам боғланиши кузатилади. Пахта бўлақчаларининг ўзаро боғланиш кучлари анча паст бўлиб, бир биридан осон ажралади.

Пахтанинг тузилмавий таркибини тозалаш жараёнида ўзгариши, унинг тозалаш самарадорлигига таъсирини аниқлаш бўйича кўплаб илмий тадқиқотчилар изланишлар олиб боришган. Жумладан, Г.И. Мирошниченко, Р.З.Бурнашев, А.Е.Лугачев, А.Я. Ямпольский, А.Парпиев, И.Д.Мадумаров ва бошқалар томонидан пахтанинг эркин уюмдаги миқдори, ғоваклиги, эквивалент диаметри, бир чигитли пахта бўлақчалари орасидаги боғланиши, табиий уюлиш бурчаги, силжишга қаршилиги, ёнлама босим, титилганлик даражаси ва бошқа хусусиятлари тадқиқ этилган.

Тозалаш жараёнининг технологик кўрсаткичлари билан пахта хом ашёси тузилмавий таркибининг чамбарчас боғланиши тадқиқ этилиб тозалаш объекти сифатида пахта хом ашёси тузилмавий таркибини аниқлаш учун махсус услуб ишлаб чиқилган. Пахта тузилмавий таркиби коэффицентини аниқлаш учун 100 гр намуна олиниб 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ва 8тали пахта бўлақчаларини бир биридан ажралишига йўл қўймасдан эҳтиёткорлик билан қўл ёрдамида ажратилади [1]. Тузилмавий таркиб коэффицентини ажратилган бир чигитли пахта бўлақчалари N (летучкалар) миқдорининг тузилмавий бирлик M (пахта қисмлари сонига) нисбати орқали аниқланади:

$$m = \frac{N}{M}$$

Пахта тузилмавий таркиби пахта далаларидан бошлаб майда бўлақчаларга бўлинади. Пахта чаноғида хом ашё селекция навиға қараб 4-5 та бўлақлардан ва ўз навбатида пахта бўлағи 7-9 та чигитли пахта бўлақчаларидан иборат бўлади. Пахтанинг вегетация даврида ғўза гули ва барглари қуриб пахтанинг юза қисмига илашади. Пахтани териш, пахта тайёрлов пунктларига ва пахта тозалаш корхоналарига ташиш, ғарамлаш ва ундаги пахтани ишлаб чиқариш бўлимларига узатиш мобайнида пахта бўлақлари оз миқдорда чўзилиб ёйилади ҳамда қуруқ ифлосликлар ташқи кучлар таъсирида кичиклашади ва пахтанинг ички қисмларига кириб тола билан боғланиши мустахкамланади. Натижада, пахта таркибидаги ифлосликлар унинг юза ва ички қисмида жойлашиб, тола билан ҳар хил боғланишга эга бўлади.

Тадқиқотчи томонидан бир хил намлик ва ифлосликлардаги пахтани тозалаганда усқунанинг ҳар хил тозалаш самарадорлиқда бўлиши ҳамда пахта билан ифлосликнинг боғланишига толанинг ҳарорати ва намлиги таъсир этишини аниқлаган. Шунингдек, пахта тузилмавий таркибини тозалаш жараёнига таъсирини тадқиқ этган [2]. Пахта тузилмавий таркибини майда бўлақчалардан иборат бўлиши, тозалаш самарадорлигини юқори бўлишига ва бутун технологик жараёнларни асосий кўрсаткичларига ижобий таъсир этишини тадқиқот ишларида аниқланган [3,8].

Пахтани майда ва йирик ифлосликлардан тозалаш жараёнларида пахта бўлақчасининг тўрли юза ва колосникли панжара билан ўзаро таъсири ўрганилган. Йирик ифлосликлардан тозалаш усқунасининг колосникли панжараси конструкциясини таҳлиллари асосида енгил ҳажмдаги эластик таянчлардаги композицион колосниклар ишлаб чиқилган. Колосникларни ҳаракатланиши ва материалларни тайёрланиш жараёнларини ҳамда функционал-техник

ҳолатларини эътиборга олган ҳолда колосникли панжараларнинг классификацияси ишлаб чиқилган [9].

Пахта тозалаш ускуналарининг колосникли панжарасини таҳлил қилиб, жараённинг монотонлигини бартараф этадиган кўп қиррали конструкциядаги колосникли панжаралар таклиф этилган. Пахтани колосникли панжаранинг турли юзларига импульс таъсирини йўналтирувчи кучларининг катталиги даврий равишда ўзгариб туради, бу эса сезиларли даражада ифлос аралашмаларни ажратишга имкон берган [10].

“Пахтасаноат илмий маркази”АЖ олиб борилган тадқиқотларда пахта регенераторларининг ишлаш жараёнларини таҳлил қилиниб, янги 2РХ-М пахта регенератори ишлаб чиқилган ҳамда ишлаб чиқаришда тажриба синовлари ўтказилган. Тадқиқот натижаларига кўра, ишлаб чиқилган 2РХ-М пахта регенераторида қайта ишланган пахтани умумий пахта оқимида қўшилган тақдирда ҳам тозалаш самарадорлик $2,3 \div 3,4$ % га юқори бўлишига эришилган [11]. Флора селекция навини турли технологик жараёнларда тозаланиш самарадорликларини тадқиқ этилган изланишда аррали барабанли секцияларни технологиянинг бошланғич қисмига ўрнатиш орқали пахтани алоҳида пахта бўлакчаларига ажратиш натижасида умумий тозалаш самарадорлигини ошириш имконияти яратилиши аниқланган [12].

Пахтани тозалаш ускунасининг колосникли панжарасини такомиллашган янги конструкция ишлаб чиқилган [13]. Назарий тадқиқотлар асосида колосникнинг тебраниш қонунияти аниқланган бўлиб, тозалагичнинг энг мақбул технологик кўрсаткичлари асосланган. Аррали барабан секцияси остида жойлашган кўп қиррали колосниклар 7 та ўрнатилиб, биринчи колосникнинг қирраси 4та ундан кейингиларники кўпайиб бориб 7 чи колосникнинг қирраси 12 тани ташкил этган ҳолда янги колосникли панжара ишлаб чиқилган [14]. Чигитни механик шикастлантirmасдан тозалаш самарадорлигини ошириш имконияти яратилган.

Эластик таянчларда колосникли панжара стерженини мажбурий тебранишларининг дифференциал тенгламаларини тузиш, мустақамлик масалаларини назарий эчиш, панжаранинг оптимал параметрларини аниқлаш ва машинанинг металл сарфини камайтириш бўйича таклифларни ишлаб чиқиш бўйича тадқиқотлар олиб борилган [15].

Пахта чиқиндилари таркибидаги бир чигитли пахта бўлакчалари ва ифлосликларнинг аррали барабанлар секцияларида ўзгаришини тадқиқ қилиш мақсадида тадқиқотлар олиб борилди.

Амалий тадқиқотлар

Пахта чиқиндилари таркибидаги бир чигитли пахта бўлакчалари ва ифлосликларнинг аррали барабанлар секцияларида ўзгаришини тадқиқ қилиш учун пахтанинг С-6524 селекция навидаги намлиги 8,14%, ифлослиги 7,51% хомашёда тадқиқотлар олиб борилди. УХК тозалаш мажмуасининг аррали барабанлар секциялардига колосникларнинг ораси 14 мм, диаметри 10 мм ҳамда аррачали барабан ва колосник панжара орасидаги масофа 10 мм қилиб, пруддан колосник панжаралар таёрланиб, ўрнатилди.

1-расмдаги графикдан кўриниб турубдики, УХК тозалаш мажмуасининг 1-аррачали барабан секциясидан ажралиб чиққан пахта чиқиндиларининг 64,30 %ни бир чигитли пахталар ташкил этган бўлса, 36,08 %ни ифлосликлар ташкил этмоқда. Аррачали барабанларнинг 2-секциясидан ажралиб чиққан



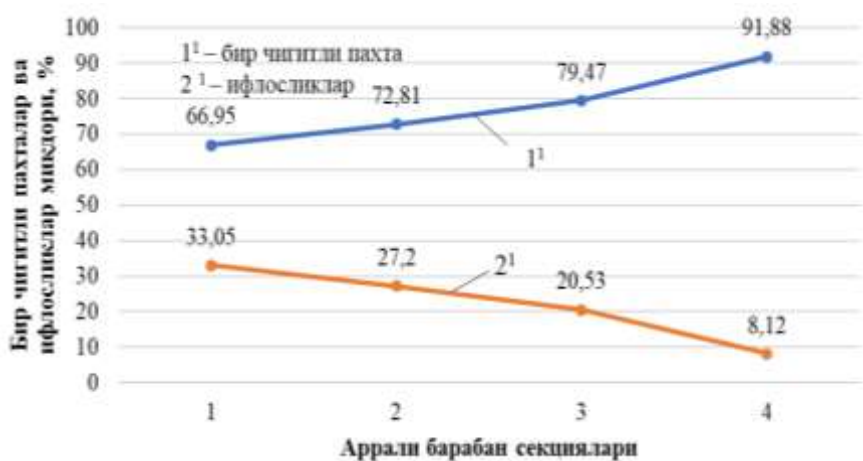
1-расм. Пахта чиқиндилари таркибидаги бир чигитли пахталар ва ифлосликларни аррачали барабан секциялари бўйича ўзгариши.

пахта чиқиндиларини 73,27 % бир чигитли пахта бўлакчалари ва 26,73 %ни ифлосликлар ташкил этган бўлса, 3 ва 4 аррачали барабанлар секциясидан 80,27 % ҳамда 86,21 % бир чигитли пахталар бўлакчалари ва 19,73 ва 13,79 % ифлосликлар ажралиши кузатилмоқда.

Демак, олиб борилган тадқиқот натижаларидан кўриниб турубдики, чигитли пахтанинг тузулмавий таркиб кўрсаткичи, яъни аррачали барабан секцияларининг сони ортиб бориши билан пахта чиқиндилари таркибидаги бир чигитли пахта бўлакчаларини миқдори ортиб бориши кузатилган бўлса, пахта чиқиндилари таркибидаги ифлосликлар камайиб бориши кузатилмоқда.

Пахтанинг С-6524 селекция навидаги намлиги 8,14%, ифлослиги 13,1% бўлган хомашёда юқорида келтирилган технологик кўрсаткичларни ўрнатган ҳолда тадқиқотлар олиб борилди.

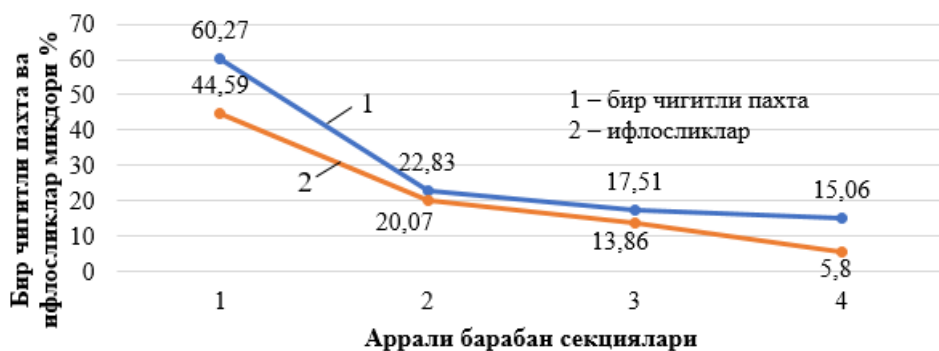
2-расмдаги графикдан кўриниб турубдики, УХК тозалаш мажмуасининг 1-аррачали барабан секциясидан ажралиб чиққан пахта чиқиндиларининг 66,95 %ни бир чигитли пахта бўлакчалари ташкил этган бўлса, 33,05 %ни ифлосликлар ташкил этмоқда. Аррачали барабанларнинг 2-секциясидан ажралиб чиққан пахта



2-расм. Пахта чиқиндилари таркибидаги бир чигитли пахталар ва ифлосликларни аррачали барабан секциялари бўйича ўзгариши.

чиқиндиларини 72,81 % бир чигитли пахта бўлакчалари ва 27,2 %ни ифлосликлар ташкил этган бўлса, 3 ва 4 аррачали барабанлар секциясидан 79,47 % ҳамда 91,88 % бир чигитли пахта бўлакчалари ва 20,53 ва 8,12 % ифлосликлар ажралиши кузатилмоқда. Демак, чигитли пахтанинг тузулмавий таркиб кўрсаткичи, яъни аррачали барабан секцияларининг сони ортиб бориши билан пахта чиқиндилари таркибидани бир чигитли пахта бўлакчалари миқдори ортиб бориши кузатилган бўлса, пахта чиқиндилари таркибидаги ифлосликларни камайиб бориши кузатилмоқда.

Пахтанинг С-6524 селекция навининг намлиги 8,14%, ифлослиги 7,51%, ва колосниклар ораси 10 мм, диаметри 10 мм пруддан колосник панжаралар таёрланиб, аррачали барабан ва



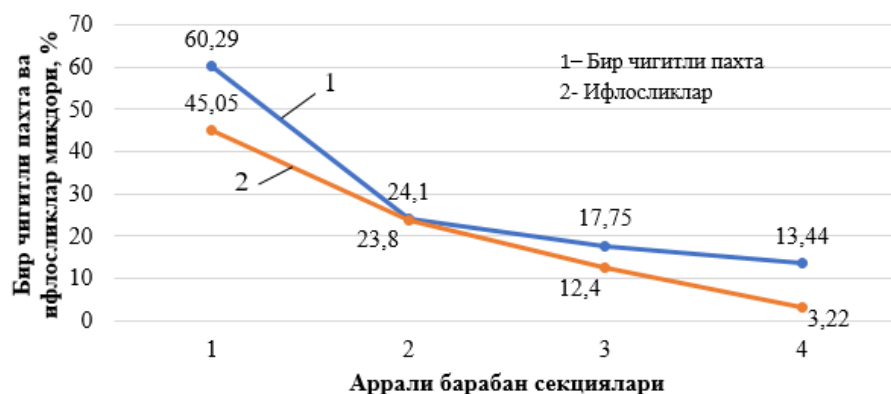
3-расм. Бир чигитли пахта ва ифлосликларни аррачали барабан секцияларидаги улушлари.

колосник панжара орасидаги масофа 10 мм қилиб ўрнатилди ва тажрибалар ўтказилди. Бу тажрибалар натижасида аррачали барабан секцияларидан ажралиб чиққан ифлосликлар фракциялари келтирилган.

3-расмда УХК тозалаш мажмуасининг аррачали барабан секцияларидан ажралиб чиққан пахта чиқиндилари таркибидаги бир чигитли пахта бўлакчалар ва ифлосликларни

аррачали барабан секцияларидаги улушлари келтирилган. 6-расмдаги графикдан кўриниб турубдики (1-эгри чизик) жами ажралиб чиққан чиқиндилари таркибидаги бир чигитли пахта бўлакчалар миқдори 1-аррачали секцияда 44,59 %ни ташкил этган бўлса, 2-аррачали секцияда бу кўрсаткич 22,83 %ни, 3-аррачали секцияда 17,51%ни ва 4-аррачали секцияда эса 15,06 %ни ташкил этмоқда. Пахта чиқиндилари таркибида ифлосликларни аррачали барабан секциялари бўйича улушларини таҳлил қиладиган бўлсак, қуйидагиларни гувоҳи бўламиз (2-эгри чизик): пахта чиқиндилари таркибидаги ифлосликларни 1-аррачали барабан секциясидаги улуши 60,27 %ни ташкил этган бўлса, 2, 3 ва 4-аррачали барабан секцияларида улушлари ўз навбатида 20,07; 13,86; ва 5,80 %ларни ташкил этмоқда.

Пахтанинг С-6524 селекция навининг намлиги 8,14% ва ифлослиги 13,1% хомашёда юқоридаги технология бўйича тадқиқотлар олиб борилди.



4-расм. Бир чигитли пахта ва ифлосликларни аррачали барабан секцияларидаги улушлари.

эса 13,44 %ни ташкил этмоқда. Пахта чиқиндилари таркибида ифлосликларни аррачали барабан секциялари бўйича улушларини таҳлил қиладиган бўлсак, қуйидагиларни гувоҳи бўламиз (2-эгри чизик): пахта чиқиндилари таркибидаги ифлосликларни 1-аррачали барабан секциясидаги улуши 60,29 %ни ташкил этган бўлса, 2, 3 ва 4-аррачали барабан секцияларида улушлари ўз навбатида 23,8; 12,14; ва 3,22 %ларни ташкил этмоқда.

Хулоса

УХК тозалаш мажмуасининг колосниклари оралиқ масофа 10 ва 14 мм, диаметри 10 мм ҳамда аррачали барабанлар билан колосникларнинг оралиқ масофави 10 мм да пахтанинг С-6524 селекциясини I ва III навларида тадқиқотлар олиб борилди. Пахтанинг С-6524 селекция навидаги намлиги 8,14%, ифлослиги 7,51% хомашёда УХК тозалаш мажмуасининг аррали барабанлар секциялардига колосникларнинг ораси 14 мм, диаметри 10 мм ҳамда аррачали барабан ва колосник панжара орасидаги масофа 10 мм бўлганда, аррачали барабанлар секциялар ошиб борган сари бир чигитли пахта бўлакчаларининг миқдори ошиб бориши аниқланди. УХК тозалаш мажмуасининг аррали барабанлар секциялардига колосникларнинг ораси 14 мм бўлганда эса, бир чигитли пахта бўлакчалар миқдори камайиши аниқланди.

Адабиётлар

- [1]. Sharaxmedova M.D. Paxtani mayda iflosliklardan tozalagichlarni ishchi elementlarini takomillashtirish asosida tozalash samaradorligini oshirish // texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (Doctor of Philosophy) ilmiy darajasini olish uchun tayyorlangan dissertatsiya. Toshkent. – 2022, 120 b.
- [2]. Tuychiev, T., Madumarov, I., Bayxanov, B., & Raxmanova, M. (2022, November). Investigate the movement of cotton in the supplier. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2650, No. 1). AIP Publishing.
- [3]. Tuychiyev T.O. Povisheniye effektivnosti ochistiteley na osnove usovershenstvovaniya pitately pri podgotovke xlopka-sirsa k texnologicheskim protsessam ochistki. Dissertatsiya doktora filosofii po texn. nauk. Tashkent 2018.
- [4]. Tuychiev, T., Madumarov, I., Gapparova, M., & Ismoilov, A. (2022, May). Influence of the Direction of Movement of Cotton to Pile Drums on the Cleaning Efficiency. In International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry "Interagromash" (pp. 2084-2091). Cham: Springer International Publishing.
- [5]. Madumarov, I., Ruzmetov, R., Tuychiev, T., & Ismoilov, A. (2022). Experimental results of an improved supplier in the production process and transportation. Transportation Research Procedia, 63, 2998-3004.

- [6]. Мадумаров, И. Д., Мардонов, Б. М., & Туйчиев, Т. О. (2017). Исследование движения летучки хлопка-сырца в зоне его взаимодействия с сетчатой поверхностью. Журнал. Тўқимачилик муаммолари-2017,[3. с. 21-26].
- [7]. Madumarov, I., Ruzmetov, R., Tuychiev, T., & Ismoilov, A. (2022). Experimental results of an improved supplier in the production process and transportation. Transportation Research Procedia, 63, 2998-3004.
- [8]. Муродов О.Ж. Совершенствование технологических процессов сепарационно-очистительной зоны поточной линии переработки хлопка-сырца: Дис....док. техн. наук. – Кострома, 2023. 344 – с.
- [9]. Мадумаров И.Д. Пахтани иссиқлик-намлик ҳолатини муқобиллаштириш ва бир текис таъминлаш асосида тозалаш жараёнининг самарадорлигини ошириш // Техника фанлари докторлик диссертация, Тошкент-2019, 208-6.
- [10]. Нуриллаева Х. Т. Модернизированная конструкция колосников очистителей хлопка от крупного сора //Universum: технические науки. – 2021. – №. 5-3. – С. 31-34.
- [11]. Кулиев Т. М., Джамолов Р. К., Исмоилов У. М. Регенератор-очиститель хлопка-сырца //Universum: технические науки. – 2022. – №. 11-4 (104). – С. 21-24.
- [12]. Газиёва С. А. и др. Изменение структурного показателя хлопка-сырца по технологическим переходам его переработки //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013. – №. 5. – С. 131.
- [13]. Битус, Е. И., Джураев, А. Д., Плеханов, А. Ф., Разумеев, К. Э., & Ташпулатов, Д. С. (2018). Разработка колосниковой решетки для очистки волокнистой массы в виде хлопка-сырца. Материалы и технологии, (2), 34-39.
- [14]. Битус, Е. И., Джураев, А. Д., Плеханов, А. Ф., Разумев, К. Э., & Ташпулатов, Д. С. (2018). Колосниковая решетка очистителя волокнистого материала.
- [15]. Норбаева Д. В. Разработка и расчёт новой конструкции колосниковой решетки на упругих опорах очистителя хлопка-сырца // Техника и технологии: Пути инновационного развития. – 2019. – С. 29-34.

QAYTARGICH MOSLAMASINING KAMERADA JOYLAISH MASOFASINI TUTISH SAMARASIGA TA'SIRINI O'RGANISH

M.M. Ochilov, Sh.N. Xolyigitov, A.G'. Niyozov, N. Xoshimova

Toshkent to 'qimachilik va yengil sanoat instituti
(Qabul qilindi 5.01.2024 y.)

Annotatsiya. Maqolada paxta tarkibidagi og'ir aralashmalarni tutish uskunasi samaradorligini oshirish bo'yicha izlanishlar natijalari keltirilgan. Takomillashtirilgan tosh tutkichda og'ir aralashmalarni qaytargich (otrajatel) ning ikkala variantida uskunada o'rnatish balandligi h ni 400 mm, 350 mm, 300mm ga rostlanib tajriba o'tkazilgan va o'tkazilgan tajribalar natijalariga ko'ra ma'lumotlar keltirilgan.

Kalit so'zlar: paxta, chiqindi, chigit, bo'lakcha, ifloslik, tozalash, majmua, seleksiya, diametr, arra, baraban.

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по повышению эффективности оборудования для улавливания тяжелых примесей в хлопке. В обоих вариантах тяжелого смесеотталкивателя (отжигателя) на усовершенствованной каменной рукоятке были проведены опыты по регулировке высоты установки и на оборудовании на 400 мм, 350 мм, 300 мм и приведены данные по результатам проведенных опытов.

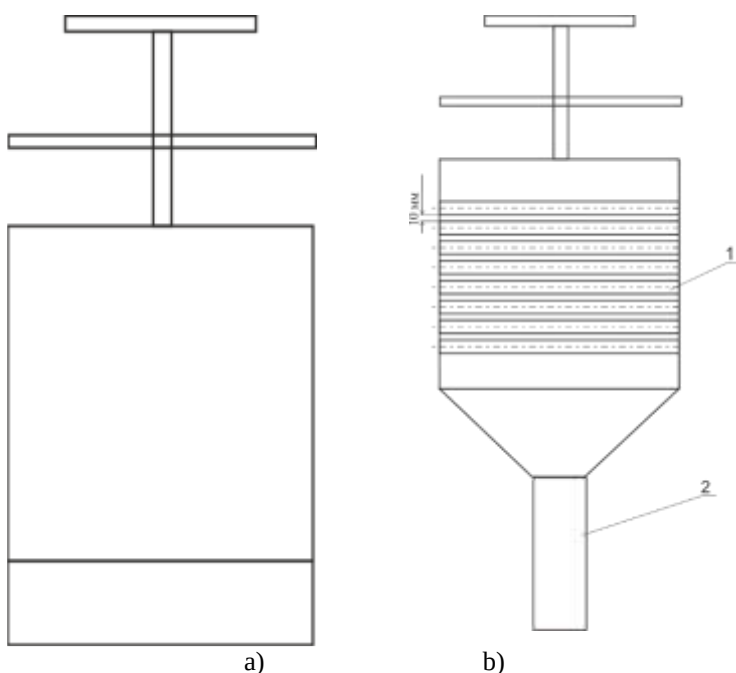
Ключевые слова: хлопок, отходы, семена, хлопья, грязь, очистка, комплекс, отбор, диаметр, пила, барабан.

Annotation. The article presents the results of research to improve the efficiency of the equipment for catching heavy impurities in cotton. Both variants of the heavy-duty mixture reducer (otrajatel) in the improved stone incense have data based on the results of experiments and conducted by adjusting the installation height h in the equipment to 400 mm, 350 mm, 300mm.

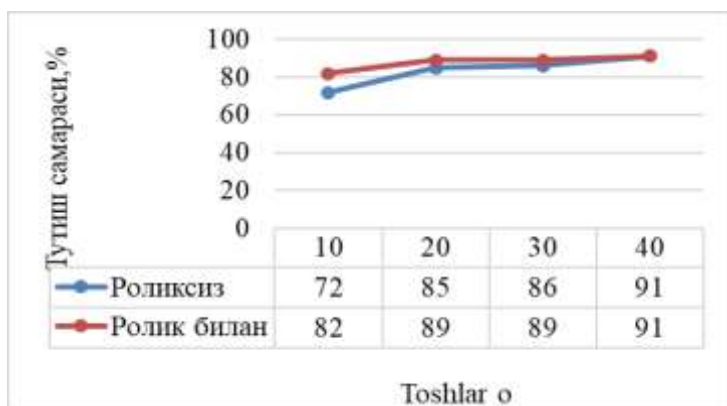
Keywords: cotton, waste, seeds, flakes, dirt, cleaning, complex, selection, diameter, saw, drum.

Paxta xom ashyosini terish, tayyorlash, saqlash va ishlab chiqarishga yetkazib berishda uning tarkibiga turli xil begona aralashmalar, shu jumladan mineral-chang, qum, tuproq bo'laklari, asfalt, g'isht, turli o'lchamdagi toshlar, metall-bo'ltlar, gaykalar, shaybalar, vintlar va mixlar, mashina va mexanizmlarning metall qismlari bo'laklari, organik – quruq va yangi barglar, g'o'za va boshqa o'simliklarning shoxlari, singan qismlari, lattalar va boshqa buyumlar paxta dalasi hududida va xirmon (maydonlar)da, paxta zavodlarining tayyorlash punktlarida qo'shib qoladi.

Ularning paxta massasidagi ulushi iflos aralashmali paxta deb ataladi. Biroq amalda g'ozaning iflosliklari qatorida og'ir katta toshlar, metall buyumlar tasodifiy hodisa sifatida xisobga olinmaydi, bunday buyumlar ayniqsa paxtaning past navlari tarkibida 3% gacha yetadi.



1-rasm. Otrajatel. a) roliksiz; b) rolilari bilan.
1-roliklar, 2-tosh yig'ish quvuri.



2-rasm. Otrajatelni kamerada o'rnatish masofasi 400 mmga o'rnatilganda tutish samarasiga ta'siri.



3-rasm. Ajralayotgan og'ir aralashmalar tarkibida paxta bo'laklarini o'tishi.

Paxtani dastlabki ishlash texnologiyasida tozalash mashinalari mayda (10 mm gacha o'lchamdagi iflosliklar) va yirik (10 mm dan katta iflosliklar) iflos aralashmalardan tozalashga mo'ljallangan. Biroq, paxta tozalagichlarda tozalash jarayoni urish rejimida ishlaydi, bunda o'lchamlaridan qat'iy nazar qattiq jismlarni urishda tozalagichlarning ishchi qismlariga jarohat yetkazishi va urilishi oqibatida uchqin chiqishi mumkin. Shuning uchun tozalagichlar va undan keyingi texnologik mashinalar kameralariga qattiq aralashmalarning kirib kelishiga yo'l qo'yilmaydi, bu pnevmatik tashish moslamalarining bir qismi sifatida chiziqli tozalagichlar - og'ir aralashmalar tutkichlaridan foydalanish bilan ta'minlanadi [1].

Otrajatelning kamerada joylashish masofasini tutish samarasiga ta'sirini o'rganish uchun qaytargich moslamasini ikki variantda tayyorlandi: birinchi oldi qismiga rolidlarni o'rnatilmagan (1-rasm a); ikkinchi oldi qismiga rolidlarni o'rnatib (1-rasm b).

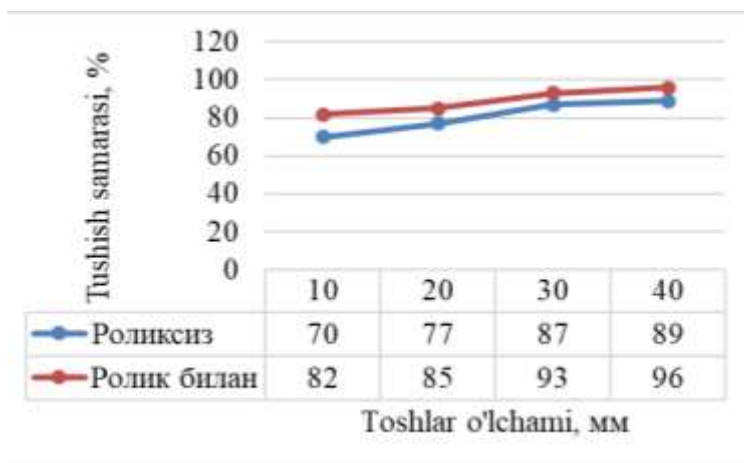
Qaytargich (otrajatel) ning ikkala variantida ham uskunada o'rnatish balandligi h ni 400 mm, 350 mm, 300mm ga rostlanib tajribalar o'tkazildi. Tajriba natijalari 2-4-rasmlarda keltirilgan.

Otrajatelni kamerada h masofasini 400 mm ga rostlanganda (2-rasm), uning oldi qismiga rolidlar o'rnatilmagan xolatidagi tajriba natijalaridan toshlarning o'lchami 10 mm gacha bo'lganda tutish samarasi 72% ni tashkil etdi, tosh o'lchamlari 20; 30; 40 mmgacha tutish samarasi 85; 86; 91% ni tashkil etdi. Otrajatelning oldi qismiga rolidlarni o'rnatib, o'tkazilgan tajribalar shuni ko'rsatdiki toshlar o'lchami 10; 20; 30; 40 mm gacha tutish samarasi 82; 89; 89; 91% ni tashkil etib, mayda toshlarni tutish samarasi 10 % gacha yuqori ekanligi

aniqlandi, lekin otrajatelni 400 mm masofaga tushirilishi kamerada paxta yo'lini to'silishidan paxtani tosh yig'ish mexanizmiga yaqin o'tishiga olib kelib, paxta bo'lakchalarini ham tosh bilan tushish xolatlari kuzatildi (3-rasm).

Ushbu xolatlarni kamaytirish maqsadida otrajatelni yuqoriroq ko'tarib, h masofasini 350 mm ga rostlandi va tajribalar o'tkazildi (4-rasm).

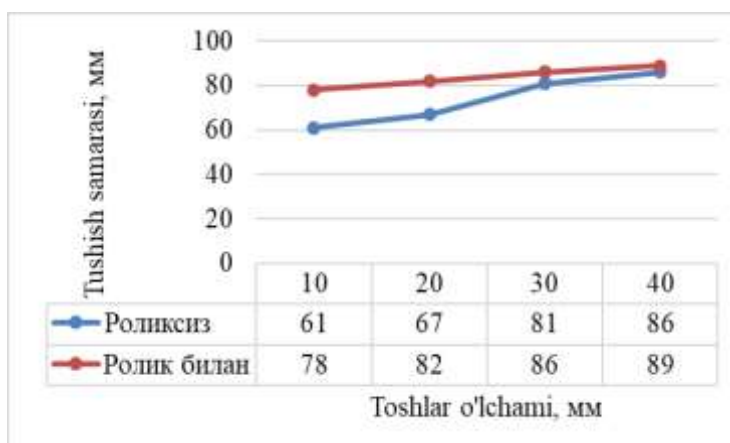
Yuqoridagi 4-rasmdan ko'rinadiki otrajatelni roliksiz xolatida tosh o'lchamlarining 10; 20; 30; 40 mm gacha xolatida tutish samarasi 70; 77; 87; 89% ni tashkil etdi. Otrajatelni rolikli ko'rinishi kameraga o'rnatilganida toshlarning o'lchami 10 mm gacha xolatida tutish samarasi 82% ni tashkil etib, roliksiz xolatiga nisbatan 12 % ga yuqori, toshlar o'lchamining 20; 30; 40 mmgacha esa tutish samarasi 85; 93; 96% ni tashkil etib, roliksiz otrajatelga nisbatan 9 % dan 7% gacha yuqori. Bu xolatda tosh yig'ish moslamasidan chiqayotgan toshlar bilan paxta bo'lakchalarining o'tishi deyarli kuzatilmadi (5-rasm).



4-rasm. Otrajatelni kamerada o'rnatish masofasi 350 mmga o'rnatilganda tutish samarasiga ta'siri.



5-rasm. Uskunadan ajralgan tosh bo'laklari.



6-rasm. Otrajatelni kamerada o'rnatish masofasi 300 mmga o'rnatilganda tutish samarasiga ta'siri.

Tosh yig'ish moslamasida tosh bilan paxta bo'lakchasini butunlay yoqotish uchun otrajatelni kamerada yuqoriga ko'tarib, 300 mm ga rostlab, paxta yo'lini yana ochildi 6-rasm.

6-rasmdagi grafiklardan ko'rinadiki, otrajatelning roliksiz xolatida tosh o'lchamlarining 10; 20; 30; 40 mmgacha xolatida tutish samarasi 61; 67; 81; 86% ni tashkil etib, rolikli xolatlarida esa tutish samarasi 78; 82; 86; 89% ni tashkil etib, roliksizga nisbatan 17; 15; 5; 3% ga yuqori ekanligi aniqlandi, lekin tosh yig'ish kamerasida bir necha dona paxta bo'lakchalari borligi ko'zatildi.

Tajribalardan ko'rinadiki otrajatelni kamerada rostlash masofasini qancha kattalashtirilsa mayda toshlarni ushlash samarasi oshadi, lekin paxta yo'lining to'silishidan tosh yig'ish moslamasiga paxta bo'lakchalarining tushib qolishi kuzatiladi, tajribalarda otrajatel masofasining 350 mm xolatida umumiy tutish samarasi yuqori ekanligi ko'rinadi.

Otrajatelning roliklari orasidan mayda toshlar bilan birga paxta tarkibidagi mayda iflosliklar ham tushganini kuzatildi va uskunada paxtani mayda iflosliklardan qisman tozalaniishi aniqlandi. Shuning uchun barcha tajribalarda tozalash samaradorligi va paxta tarkibidagi chigitning mexanik shikastlanishini oshishi taxlil qilindi 1-jadval.

Otrajatelni kamerada o'rnatish masofasini chigitning mexanik shikastlanishiga ta'siri

Otrajatelni o'rnatish balandligi, h, mm	Chigitning mexanik shikastlanishini oshishi, %		Tozalash samaradorligi, %
	Roliksiz	Rolik bilan	
400	0,3	0,4	3,5
350	0,2	0,2	3,2
300	0,1	0,1	2,8

Yuqoridagi 1-jadvaldan ko'rinadiki uskunada chigitning mexanik shikastlanishi deyarli oshmagan va chigitning mexanik shikastlanishi bo'yicha standart talabiga javob beradi [59]. Uskunada paxta tarkibidagi mayda iflosliklardan tozalash samaradorligi rolikli otrajatelda o'rnatish balandligi 400 mm da 3,5 % ni tashkil etdi, h balandlikning 350 mm da tozalash samarasi 3,2 % ni tashkil etsa, 300 mm da esa 2,8% ni tashkil etdi.

Bunda roliklarga titilgan paxtani kelib urilishidan uning tarkibidagi mayda iflosliklar roliklar orasidan uchib kirib, mayda toshlar bilan yig'iladi.

Xulosa. Tajribalardan ko'rinadiki otrajatelni kamerada rostlash masofasini qancha kattalashtirilsa mayda toshlarni ushlash samarasi oshadi, lekin paxta yo'lining to'silishidan tosh yig'ish moslamasiga paxta bo'laklarining tushib qolishi kuzatildi, tajribalarda otrajatel masofasining 350 mm xolatida umumiy tutish samarasi yuqori ekanligi ko'rinadi.

Uskunada paxta tarkibidagi mayda iflosliklardan tozalash samaradorligi rolikli otrajatelda o'rnatish balandligi 400 mm da 3,5 % ni tashkil etdi, h balandlikning 350 mm da tozalash samarasi 3,2 % ni tashkil etsa, 300 mm da esa 2,8% ni tashkil etdi. Bunda roliklarga titilgan paxtani kelib urilishidan uning tarkibidagi mayda iflosliklar roliklar orasidan uchib kirib mayda toshlar bilan patnisga yig'iladi.

Og'ir aralashmalarni uzluksiz chiqarish cho'ntak moslamasining yangi konstruksiyasi taklif etildi, ushbu moslamadagi yuqori va pastki patnislarining ochilish vaqtlarini ketma ketlik rejimlarini aniqlash bo'yicha tajriba ishlari olib borildi, natijada yuqori patnis bilan richag orasidagi burchagi $\beta_1=60^\circ$, qarshi og'irlik massasi $m=800$ gramm va og'irlikni richagda o'rnatish masofasi $L=300$ mm ni tashkil etib, xuddi shunday pastki patnisdagi o'lchamlar quyidagicha: $\beta_2=75^\circ$, $m=800$ gramm, $L=200$ mm ni tashkil etdi.

Adabiyotlar

- [1]. Akramjanov D., Boltabayev B., Khusanov S., Muradov R. On Determining The Conditions For Effective Operation Of The Vacuum Valve Of Cotton Separators// The American Journal of Engineering and Technology. Vol. —II, Issue —VII, July—2020. 2689—0984rr.
- [2]. Djamolov R.K., Xolyigitov SH. Paxta xom ashyosi tarkibidagi tosh va boshqa og'ir aralashmalarni tutish uskunasi ishlab chiqish. International journal of conference series on education and social sciences. (Online) November, December 2021. Vol 2 No 1.2. Bursa, Turkey. 2022. 39-41 u.
- [3]. Djamolov R.K., Kholyigitov Sh. EFFECTIVE STRUCTURE FOR CATCHING STONES AND OTHER HEAVY BODIES IN COTTON. International Journal for Innovative Engineering and Management Research. Vol 11 Issue 02, Feb 2022. ISSN 2456 – 5083. www.ijemr.org.
- [4]. Paxta xom ashyosi tarkibidagi tosh va boshqa og'ir aralashmalarni ushlash uskunasi yaratish. Ilmiy xisobot, №20-05. "Paxtasanoat ilmiy markazi" AJ, 2020 y. 30 v.
- [5]. Sh.N.Xolyigitov, M.M.Ochilov, N.E.Narzulloyeva, "Paxta tarkibidagi og'ir aralashmalarni tutish qurilmasining texnologik ko'rsatkichlarini asoslash". Tafakur manzili. Ilmiy-uslubiy jurnal. 4-son, 1-jild iyun 2022, 2-qism. 371-377 bet.
- [6]. Sh.N.Xolyigitov, R.K.Djamolov, "Paxtani titgich-yo'naltirgichning og'ir aralashmalarni tutish kamerasiga o'rnatish burchagini tutish samaradorligiga ta'sirini o'rganish". O'zbekiston to'qimachilik jurnali №2/2022 yil, 33-39b.
- [7]. SH.N.Xolyigitov, R.K.Djamolov, O.A.Xolyigitov "Takomillash-tirilgan tosh tutkich uskunasi qaytargich moslamasining kamerada joylashish masofasini tutish samarasiga ta'sirini o'rganish". O'zbekiston to'qimachilik jurnali №2/2022 yil, 27-34 b.
- [8]. Sh.N.Xolyigitov, R.K.Djamolov, M.M.Ochilov. Paxta tarkibidagi og'ir aralashmalarni tutish uskunasi takomillashtirish. Respublika ilmiy – amaliy anjuman materiallari to'plami. TTYeSI.2022 y. 61-63 b.

- [9]. Sh.N.Xolyigitov, R.K.Djamolov, M.M.Ochilov. Tosh tutish uskunasiining optimal parametrlarini matematik rejalashtirish usuli orqali aniqlash. “Yengil sanoat tarmoqlari, muammolari, tahlil va yechimlari” mavzusida vazirlik miqyosida ilmiy va ilmiy-texnik anjuman maruzalar toplami. FARGONA-2022, 601 b.
- [10]. Sh.N.Xolyigitov, R.K.Djamolov, M.M.Ochilov. Paxta tarkibidagi og‘ir aralashmalarni tutish uskunasiidan uzluksiz chiqarish cho‘ntak moslamasini ishlab chiqish. “To‘qimachilik va yengil sanoat sohalarida innovatsion texnologiyalarni joriy etishda oliy ta‘lim va ishlab chiqarish korxonalarining tutgan o‘rni” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiyasi. Termiz davlat universiteti. Termiz-2022 y. 47-51 b.

СУГЛИНОК ХОМ-АШЁСИНИ ҚУРИТИШНИНГ ТАЖРИБА САНОАТ СИНОВЛАРИ

А.А. Ахунбаев

Фаргона политехника институти

e.mail: a.ahunboyev@ferpi.uz ORCID:0000-0001-6764-3690

(Қабул қилинди 8.01.2024 й.)

Аннотация: Мақолада цемент ишлаб чиқариш жараёнининг хом-ашёси суглинокни қуритиш жараёни ва ишлатиладиган қурилмаларнинг конструкцияси таҳлил қилинган. «TURON ECO CEMENT GROUP» МЧЖнинг ишлаб чиқариш цехларидаги икки турдаги насадкаларнинг тажриба-саноат синовлари натижалари келтирилган. Синовлар асосида суглинок хом-ашёсини қуритиш учун материалнинг хусусиятларига қараб тавсия этилган насадкаларнинг шакллари ва ўлчамлари таклиф этилган.

Калит сўзлар: барабанли қуритгич, суглинок, материалнинг намлиги, иситувчи ҳаво ҳарорати, материал ҳарорати, дисперс таркиби.

Аннотация: В статье анализируется процесс сушки сырья процесса производства цемента и конструкция используемых устройств. Представлены результаты опытно-промышленных испытаний двух типов насадок в производственных цехах ООО «TURON ECO CEMENT GROUP». На основании испытаний предложены формы и размеры насадок, рекомендуемые для сушки суглинкового сырья в зависимости от характеристик материала.

Ключевые слова: барабанная сушилка, суглинок, влажность материала, температура греющего воздуха, температура материала, дисперсионный состав.

Abstract: The article analyzes the process of drying raw materials of the cement production process and the design of the devices used. The results of pilot tests of two types of nozzles in the production shops of TURON ECO CEMENT GROUP LLC are presented. Based on the tests, the shapes and sizes of nozzles recommended for drying loam raw materials were proposed, depending on the characteristics of the material.

Key words: drum dryer, loam, material moisture, heating air temperature, material temperature, dispersion composition.

Кириш

“TURON ECO CEMENT GROUP” МЧЖнинг цемент ишлаб чиқариш жараёни ва қурилмаларини такомиллаштириш орқали иш унумдорлиги, цементнинг сифат кўрсаткичлари ва жараёнга сарфланадиган энергия миқдорини тежаш масалалари бўлиб, уни ижобий ҳал қилиниши цементнинг экспортбоплигини яхшилаш, энергия тежамкорликни таъминлаш ва қурилмаларнинг иш режимларини оптималлаштириш имконини беради. Бунинг учун цемент ишлаб чиқариш жараёнидаги қуритиш қурилмалари иш режимларини тизимли таҳлил қилиш, унинг параметрларини асослаш ва конструкциясини такомиллаштириш ҳамда ишлаб чиқариш жараёнларида қўллаш керак [1].

Мамлакатимизда қурилиш индустриясининг интенсив ривожланиши цемент ишлаб чиқариш корхоналарнинг маҳсулотларга эҳтиёжнинг кескин кўпайиши билан бирга унинг сифатига ҳам талаб ошмоқда. Бунинг оқибатида, ишлаб чиқарувчиларнинг орасида конкуренциянинг кучайишига ва ишлаб чиқариш жараёнларини модернизация қилишга олиб келмоқда. Маҳсулот таннархини пасайтиришнинг усулларида бири, энергия сарфи катта жараёнларни оптималлаштириш ҳисобланади. Цемент ишлаб чиқариш саноатида бундай жараёнлардан бири – бу хом ашёни қуритиш барабанларида ишлов бериш ҳисобланади. Хом

– ашё таркибидаги суюқликни буғлатиш учун катта миқдорда энергия сарфланади. Шунинг учун мавжуд қуришти барабанларини иш режимларини таҳлил қилиш, қуришти жараёнининг оптимал режимларини танлаш орқали аппаратнинг энергетик эффективлигини ошириш актуал вазифа ҳисобланади [2].

Аналитик тадқиқот усуллари

Иссиқлик ва модда алмашинуви жараёнларининг назарий тавсифлари ва қуришти жараёнларини тадқиқ қилиш методикаси анализи, лаборатория қурилмаларини яратиш асосларини, жараёнларни интенсивлаштириш ва бошқариш бўйича таклифлар ишлаб чиқиш имконини яратди. Қуришти барабанларидаги иссиқлик ва модда алмашинуви жараёнлари бўйича тадқиқотлар аппаратда ўтаётган қуришнинг характеристикаси ва кинетикасининг ўзгаришини турли жихатларини тўлиқ қамраб олишни имконини бермоқда. Бу жараённинг математик моделини тузиш учун қуришти босқичларидаги материал температурасини ўзгаришини, нам материал билан қуришувчи агентнинг мувозанатини, барабан конструктив элементларидан иситувчи хаводан олинган иссиқликни материалга берилувчи қўшимча иссиқликни ва қуришувчи агентни материални аралаштиришини ҳисобга олиш керак. Бунинг учун жараённи ҳар бир қуришти босқичларида алоҳида ҳолатда қўриб чиқиш лозим. Қуришнинг биринчи босқичида, қуришувчи агент материал юзасида тўйинган ҳолда бўлиб, материал юзасидаги намлик эркин суюқликнинг буғ ҳолатига ўтиш қонунлари бўйича ўтади. Бу ҳолатда қуришти жараёнининг тезлиги иссиқликни қуришувчи агентдан нам материалга конвекция орқали ўтган иссиқлик миқдори билан белгиланади.

Муайян насадка турини танлаш материалнинг маълум физик-кимёвий хусусиятларига ва якуний маҳсулотга қўйиладиган талабларга боғлиқ.

Аппаратнинг оптимал юкланиш коэффициентини аниқлашда насадкадаги материал ҳажмини, насадкалардан сочилган материал миқдорини билиш жуда муҳимдир [2]. Барабандаги материал миқдори оптимал қийматдан кам бўлиши унинг унумдорлигини пасайишига олиб келади.

“TURON ECO CEMENT GROUP” МЧЖ нинг цементи ишлаб чиқариш технологик регламенти бўйича тегирмонда тўйилган ва қуришти барабанида қурилган ҳом ашёнинг намлиги 2,3 % бўлиши керак. Ҳом ашёнинг физик кимёвий кўрсаткичлари 1-жадвалда ва кимёвий таркиби 2-жадвалда келтирилган.

1- жадвал

Кўрсаткич	Қиймати
Тупроқнинг бошланғич намлиги	9...11,4 %
Қурилган тупроқнинг намлиги	2,3 %
008 мм элакдаги қолдиқ	54,4 %
Қуришнинг иш унумдорлиги	45 т/соат
Насадкалар сони	14 та
Барабан айланишлар сони	10 ... 31 айл/ мин
Электр юритма қуввати	55 кВт

2 жадвал

Тупроқнинг кимёвий таркиби									
Si	Fe	Al	Ca	Mg	K	Na	S	Cl	бошқалар
57,8	2,7	11,1	8,7	4,2	1,8	1,02	0,75	0,26	11,67

Натижалар шуни кўрсатдики, тегирмонда тўйилган ҳом ашёнинг намлиги 9...11,4% ташкил этади. Ушбу намликдаги ҳом ашё гомогенизация силосларида сақланиш ҳолатида унинг заррачалари бир-бирига ёпишиб, қаттиқ қатлам ҳосил қилади ва ҳом ашёни таъминлаш жараёнида муаммолар келтириб чиқаради. Шунинг учун тегирмонларда тўйилган ҳом ашё қўшимча равишда қуришти барабанида технологик регламент талаби бўйича 2,3...3% намликкача қуриштилади.

Экспериментал тадқиқотлар

Биз тажрибаларда маълум бир материал учун оптимал насадка шаклини аниқлаш учун, турли шакл ва ўлчамдаги насадкаларни таҳлил қилдик [3]. Бунда суглинок хом-ашёси модел материали сифатида танланди. Тадқиқотда насадка шаклининг материални сочилиш тезлигига ва қуритгичнинг кўндаланг кесимида материалларнинг тақсимланишини ўрганилди. Шундай тажрибалар турли хил насадка шакллари учун ўтказилди ва сочиб бериш самарадорлиги тарқатиш функцияси қийматлари билан баҳоланди. Тажрибалар натижасида суглинок хом-ашёсининг юқори намлигида икки қисмли, паст намлик ва сочилувчан ҳолатларига уч қисмли насадкаларни танладик.

Биз ўрганаётган суглинок хом-ашёсини қуритиш жараёни «TURON ECO CEMENT GROUP» МЧЖда олиб борилмоқда. «TURON ECO CEMENT GROUP» МЧЖ мажмуаси Ўзбекистон Республикасининг янги қурилиш материали ишлаб чиқарувчи корхонаси ҳисобланади. Жараёндаги барабанли қуритгич корпуси стандарт Г симон насадка билан таъминланган бўлиб, бу турдаги конструкция функцияга яхши мослашмаган ва уни танлашда ишлаб чиқарилаётган цементнинг физик хоссалари ҳисобга олинмаган. 1-расмда Г симон насадка билан жиҳозланган қуритгичнинг схемаси, материал билан барабан юза кесимини ёпиш пардаси ва очик зонанинг визуал кўриниши келтирилган.

1-расмдан кўринадики, иссиқлик агенти энг кам қаршилиқ йўлидан, яъни очик зона орқали ўтади. Бу қуйидаги салбий оқибатларга олиб келади:

- қуритгичда очик зонанинг ортиши иссиқлик агентида тўлиқ ва самарали фойдаланишни пасайтиради. Бу эса қуритиладиган материал оладиган иссиқлик миқдорини ва қуритиш жараёнининг интенсивлигини камайтиради;

- қуритгичда очик зонанинг ортиши ҳисобига иссиқлик агенти оқимининг тезлиги ортади. Бу эса ўз навбатида цементнинг майда зарраларини иссиқлик агенти оқими билан чиқиб кетишини кўпайтиради;

- қуритгичда очик зонанинг ортиши барабандан чиқаётган газларнинг температурасини ортишига сабаб бўлади. Бу ҳолат чанг тозалаш қурilmаларининг қизишига ва муддатидан олдин ишдан чиқишига олиб келади.



1 - расм. Г симон насадка билан жиҳозланган қуритгич юза кесимида очик ва ёпиқ зоналар схемаси ва барабан насадкаларининг кўриниши.

Барабанли қуритгичларни тадқиқ қилиш ва ишлаш амалиёти шуни кўрсатадики, қуритиш барабанида мавжуд стандарт насадкаларнинг барабан ўқ чизиги бўйича қиялик бурчагини ўзгартириш, барабан юза кесими бўйлаб сочилаётган материал парда майдонининг сезиларли даражада ортишини таъминламайди. Агар насадка барабан ўқ чизиги бўйича ўрнатилса парда майдони максимал бўлади, лекин у етарли бўлмайди. Барабан юза кесимининг ўнг ва чап

томонида очик зоналар ҳосил бўлади.

Парда майдонини кенгайтириш учун мўлжалланган бошқа техник тадбирлар қаторида насадкаларнинг шахмат тартиби ва насадканинг тароқсимон қиррасидан фойдаланилади. Лекин барабан кесим юзасининг 30 - 40 % очик қолади. Қуритгичдаги очик зонани йўқотишнинг мақбул ечими жараёнга мос насадкани танлаш ва унинг конструкцияси такомиллаштиришдир. Ҳозирда ушбу йўналишда кўплаб илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда ва икки қисмли насадка конструкциялари истиқболли вариант сифатида кўрсатилмоқда.

Барабанли қуритгичлар учун замонавий талабларнинг таҳлили шуни кўрсатдики, материални қуритишда намликни минимал энергия сарфи билан чиқариб олиш керак.

Бунинг учун қуритилган цемент ва иссиқлик ташувчининг максимал алоқасини таъминлаш керак, яъни иссиқ газлар энергиясидан тўлиқ фойдаланиш орқали эришилади. Бунга тўғридан-тўғри қуритиш барабанида газ ва қаттиқ фазалар ўртасида иссиқлик ва масса алмашинуви интенсивлигини ошириш орқали эришиш мумкин. Турли хил вариантларни таҳлил қилиш шуни кўрсатдики, ушбу муаммони ҳал қилишнинг бир неча усуллари мавжуд, улардан энг самаралиси:

- барабаннинг кўндаланг кесими бўйлаб насадкалардан тушган материалнинг тақсимланишининг бир хиллигини ошириш;
- барабан материалнинг тўлдириш коэффициентининг оптимал қийматини танлаш;
- заррачаларнинг қуритиш зонасида туриш вақтини ошириш.

Биринчи усулни таҳлил қилиш шуни кўрсатдики, материалнинг тақсимланишининг бир хиллигини оширишга фақат қуритилиши керак бўлган цементнинг физик-кимёвий хусусиятларига тўлиқ мос келадиган ички тақсимлаш мосламаларини қўллаш орқали эришиш мумкин.

Маълумки, қуритиш барабанининг узунлиги бўйлаб материал турли хил намликка эга бўлиб, бунинг натижасида турли хил физик-кимёвий хусусиятларга эга бўлади. Масалан, оқувчанлик, табиий қиялик бурчаги ва ёпишқоқлик хусусиятлари материалнинг намлигига қараб, барабан узунлиги бўйича ўзгаради. Қуритиш учун материалнинг хусусиятларига қараб, насадкаларнинг шакллари турлича бўлиши мумкин. Қаттиқ материал ёпишқоқ бўлса, насадка ва барабаннинг ички деворларига ёпишиб қолса, насадканинг текис шакллари қўлланилади. Қуритиш учун материаллар яхши сочиловчан бўлса, саноат қуритгичларда энг кўп ишлатиладиган турли бурчакли насадкалардан фойдаланиш мумкин.



2-расм. Насадкаларнинг қуритгичга ўрнатилган ҳолатидаги кўриниши.

Муайян насадка турини танлаш материалнинг маълум физик-кимёвий хусусиятларига ва якуний маҳсулотга қўйиладиган талабларга боғлиқ.

Аппаратнинг оптимал юкланиш коэффициентини аниқлашда насадкадаги материал ҳажмини, насадкалардан сочилган материал миқдорини билиш жуда муҳимдир. Барабандаги материал миқдори оптимал қийматдан кам бўлиши унинг унумдорлигини пасайишига олиб келади.

Аксинча, ортиқча материал аппаратда қуритиш жараёнида иштирок этмайдиган қатлам ҳосил бўлишига ва аппаратни ортиқча юклашга олиб келади. Бу қуритиш жараёнининг интенсивлигининг пасайишига ва кераксиз энергия сарфига олиб келади. Агар барабанли қуритгичда насадка формасини материалнинг хусусиятларини ҳисобга олмасдан танланса, унинг тузилиши қуритилиши керак бўлган маҳсулотга етарлича



3-расм. Насадкаларнинг ишчи ҳолатидаги кўриниши.

мослаштирилмаган бўлса, бу материални тақсимлашда бир қатор камчиликларга олиб келади. Одатда, бир қуритгичда бир неча турдаги насадкалар қўлланилади ва маълум бир материалнинг намлиги ва ёпиштирувчи хусусиятларига қараб, ҳар бир қуритиш зонаси учун кўпроқ мос келадиган насадка шакли қўлланилади. Шу муносабат билан адабиётларда қуритгичдаги насадканинг бурчак ҳолатига қараб, ундаги моддий юкни аниқлашга қаратилган бир қатор тадқиқотлар, шунингдек, барабандаги заррачалар оқимининг гидродинамикасини ўрганиш усуллари мавжуд.

Саноат синовларини ўтказиш кетма-кетлиги

1. Барабан кесим юзаси бўйлаб маҳсулотни тарқалишига насадканинг таъсирини визуал баҳолаш;

2. Насадканинг иссиқлик алмашиниш жараёнига таъсирини тажрибавий аниқлаш;

3. Насадканинг цемент гронулометриқ таркибига таъсирини тажрибавий аниқлаш.

1-Барабан кесим юзаси бўйлаб маҳсулотни тарқалиши ва очик ҳамда ёпиқ зоналарнинг ҳолатини ўрганиш мақсадида икки босқичли тажрибавий тадқиқотлар ўтказилди.

Биринчи босқичда MATLAB дастуридан фойдаланиб, мавжуд қуритгичнинг техник параметрлари асосида барабан кесим юзаси бўйлаб насадкалар шахмат тартибида 2 қатордан иборат қилиб жойлаштирилди. Жараённинг визуал ҳолати схемаси ишлаб чиқилди ҳамда очик ва ёпиқ зоналарнинг қийматлари биринчи қатор учун тақрибий аниқланди. Унга кўра ёпиқ зона $2,75 \text{ м}^2$ ва очик зона $0,95 \text{ м}^2$ ташкил этди.

Иккинчи босқичда таклиф этилаётган насадканинг ишчи ҳолати ўрганилди. Мавжуд қуритгичнинг техник параметрлари асосида барабан кесим юзаси бўйлаб насадкалар шахмат тартибида 2 қатордан иборат қилиб жойлаштирилди (3-расм). Иш жараёнининг фото суратлари олинди ва очик ва ёпиқ зоналарнинг қийматлари биринчи қатор учун тақрибий аниқланди. Унга кўра ёпиқ зона $2,71 \text{ м}^2$ ва очик зона $1,07 \text{ м}^2$ ташкил этди. Тажрибавий ҳамда тахлилий қийматлар орасидаги ҳатолик 7 % лан ошмади. Олинган натижалар белгиланган техник талабларни тўлиқ қаноатлантирди.

ХУЛОСАЛАР

Цемент ишлаб чиқариш жараёнида қўлланиладиган барабанли қуритгич, унинг иш параметрлари, насадкаларнинг турли конструкцияларининг тизимили тахлили шуни кўрсатдики, таклиф қилинган янги насадканинг такомиллашган конструкцияси фазалар оқими, фазаларнинг умумий контакт юзалари, ишламайдиган зоналарнинг мавжудлиги ва маҳсулотни аппаратда бўлиш вақтига сезиларли таъсир кўрсатди. Бунинг натижасида иссиқлик алмашиниш жараёни яхшиланди. Такомиллашган насадка конструкциясининг оптимал параметрларини аниқлаш мақсадида математик моделлаштириш усули танланди.

Тажриба синовларида олинган асосий натижалар: Ўтказилган саноат синовини натижаларига кўра қуритгичнинг иш унумдорлиги $12,5 \text{ кг/с}$ ташкил қилганда иссиқлик агенти тезлиги $10,27 \text{ м/с}$ дан $9,18 \text{ м/с}$ га камайди, барабандан чиқишда иссиқлик агенти температураси $73,1^\circ\text{C}$ дан $65,7^\circ\text{C}$ гача камайди. Бунда насадканинг иссиқлик алмашиниш юзасига таъсири $1,15$ баробарга ва жараёнга сарфланган энергия миқдори $1,07$ баробарга кам сарфланиши аниқланди. Иссиқлик агенти тезлиги $10,27 \text{ м/с}$ дан $9,18 \text{ м/с}$ га, яъни $1,12$ баробар камайиши ҳисобига барабандан чиқиб кетаётган ҳам ашё чанги миқдори 2065 мг/м^3 дан 1570 мг/м^3 га камайиши аниқланди.

Тажриба синовларида барабанли қуритгич учун таклиф этилган ички иссиқлик алмашувчи насадка конструкцияси белгиланган технологик жараённинг талабларига тўлиқ жавоб беради.

Адабиётлар

- [1]. Mujumdar, A. S. Mujumdar's Practical Guide to Industrial Drying / A.S.Mujumdar ; edited by S. Devahastin. - Exergex Corporation, 2000. -187 p.
- [2]. Ахунбаев Адил Алимович ОПТИМИЗАЦИЯ ФОРМЫ НАСАДКИ БАРАБАНЫХ СУШИЛОК // Universum: технические науки. 2023. №6-1 (111).
- [3]. Ахунбаев А.А., Хусанбоев М. Барабан насадкасининг оптимал шаклини тажрибавий аниқлаш. Науч.-

техн. Журнал ФерПИ Фергана. 2023 спец вып № 3, 23-27 стр.

- [4]. Akhunbaev, A. A., Rajabova, N. R., & Honkeldiev, M. (2022). DRYING OF CRYSTAL AND GRAIN MATERIALS IN A DRUM DRYER. INTERNATIONAL CONFERENCE DEDICATED TO THE ROLE AND IMPORTANCE OF INNOVATIVE EDUCATION IN THE 21ST CENTURY, 1(7), 27–35.
- [5]. A.A. Akhunbayev, & N.R. Rajabova. (2022). DRYING OF RAW MATERIALS OF CEMENT PRODUCTION IN THE DRUM DRYER. International Journal of Advance Scientific Research, 2(11), 50–59.

CLASSIFICATION OF ELECTRIC DRIVES USED IN LIGHT DUTY AND PASSENGER ELECTRIC VEHICLES (EV) AND HYBRID ELECTRIC VEHICLES

S.E. Asanov, F.Sh. Umerov

Turin Polytechnic University in Tashkent,
seyran.asanov@polito.uz, fikret.umerov@polito.uz

(Received on November 18 th, 2023)

Abstract. This review article provides an in-depth analysis of the classification and characteristics of electric drives used in modern electric and hybrid vehicles. It begins with a historical overview of electric and hybrid vehicle development, setting the stage for a detailed exploration of various electric drive types, including DC motors, AC induction motors, Brushless DC motors, Permanent Magnet Synchronous Motors, and Switched Reluctance Motors. The article establishes a comprehensive classification framework based on criteria such as motor type, power source, control methodology, efficiency, and cost. A comparative analysis, guided by these criteria, reveals the distinct advantages and limitations inherent in each type of electric drive. The study underscores the importance of selecting the appropriate electric drive to match specific vehicle requirements, balancing factors like performance, efficiency, and cost-effectiveness. Furthermore, the review highlights emerging trends and potential future directions in electric drive technology, emphasizing their critical role in advancing sustainable automotive solutions. This article not only serves as a thorough guide for understanding the diverse range of electric drives in the current market but also as a resource for anticipating future developments in this rapidly evolving field.

Keywords: electric drives, electric motors, EV, HEV, AC motor, DC motor, motor control

Аннотация. В этой обзорной статье представлен углубленный анализ классификации и характеристик электроприводов, используемых в современных электрических и гибридных транспортных средствах. Он начинается с исторического обзора развития электрических и гибридных транспортных средств, подготавливающего почву для детального изучения различных типов электроприводов, включая двигатели постоянного тока, асинхронные двигатели переменного тока, бесщеточные двигатели постоянного тока, синхронные двигатели с постоянными магнитами и реактивные двигатели с переключаемым сопротивлением. В статье устанавливается всеобъемлющая система классификации, основанная на таких критериях, как тип двигателя, источник питания, методология управления, эффективность и стоимость. Сравнительный анализ, основанный на этих критериях, выявляет явные преимущества и ограничения, присущие каждому типу электропривода. Исследование подчеркивает важность выбора подходящего электропривода в соответствии с конкретными требованиями транспортного средства, уравнивая такие факторы, как производительность, экономичность и рентабельность затрат. Кроме того, в обзоре освещаются новые тенденции и потенциальные направления развития технологий электроприводов на будущее, подчеркивается их важнейшая роль в продвижении устойчивых автомобильных решений. Эта статья служит не только подробным руководством для понимания разнообразного ассортимента электроприводов на современном рынке, но и источником информации для прогнозирования будущих разработок в этой быстро развивающейся области.

Ключевые слова: электроприводы, электродвигатели, EV, HEV, двигатель переменного тока, двигатель постоянного тока, управление двигателем

Annotatsiya. Ushbu sharh maqolasida zamonaviy elektr va gibrid transport vositalarida ishlatiladigan elektr yuritmalarining tasnifi va xususiyatlarining chuqur tahlili keltirilgan. Bu elektr va gibrid transport vositalarining rivojlanishini tarixiy ko'rib chiqish bilan boshlanadi, bu har xil turdagi elektr yuritmalarining, shu jumladan DC motorlari, AC asenkron motorlari, cho'tkasiz DC motorlari, doimiy magnit sinxron motorlar va o'zgaruvchan qarshilik reaktiv dvigatellarini batafsil o'rganish uchun zamin yaratadi. Maqolada dvigatel turi, quvvat manbai, boshqaruv metodologiyasi, samaradorlik va xarajat kabi

mezonlarga asoslangan keng qamrovli tasniflash tizimi o'rnatilgan. Ushbu mezonlarga asoslangan qiyosiy tahlil har bir elektr haydovchi turiga xos bo'lgan aniq afzalliklar va cheklovlarni ochib beradi. Tadqiqot avtomobilning o'ziga xos talablariga muvofiq to'g'ri elektr haydovchini tanlash muhimligini ta'kidlaydi, unumdorlik, samaradorlik va xarajatlar rentabelligi kabi omillarni muvozanatlashtiradi. Bundan tashqari, sharh kelajakda elektr haydovchi texnologiyasini rivojlantirishning yangi tendentsiyalari va potentsial yo'nalishlarini ta'kidlaydi, ularning barqaror avtomobil echimlarini ilgari surishdagi eng muhim rolini ta'kidlaydi. Ushbu maqola nafaqat zamonaviy bozorda turli xil elektr drayverlarini tushunish uchun batafsil qo'llanma, balki ushbu jadal rivojlanayotgan sohadagi kelajakdagi ishlanmalarni bashorat qilish uchun ma'lumot manbai bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: elektr yuritmalar, elektr motorlar, EV, HEV, AC motor, DC motor, elektrik dvigatelni boshqarish.

I. Introduction

Context and relevance

In the past decade, the automotive industry has witnessed a transformative shift towards sustainability, primarily driven by advancements in electric and hybrid vehicle technologies. This evolution marks a critical response to the growing environmental concerns and the urgent need to reduce carbon emissions globally[1]. The heart of this transformation lies in the adoption of electric drives, which are essential components in modern electric and hybrid vehicles, significantly influencing their performance, efficiency, and overall viability[2].

Electric and hybrid vehicles represent a beacon of innovation in automotive technology, offering a cleaner alternative to traditional internal combustion engine vehicles. Their growing popularity is not only a testament to technological progress but also reflects changing consumer preferences and stricter environmental regulations. As a result, these vehicles are increasingly becoming mainstream, necessitating a deeper understanding of their core technologies, especially electric drives[3], [4].

Electric drives, which include a range of electric motors and control systems, are pivotal in defining the driving dynamics, energy consumption, and efficiency of electric and hybrid vehicles. They vary significantly in terms of design, functionality, and performance, each tailored to meet specific requirements of different vehicle types. This diversity underscores the importance of classifying electric drives, as it provides clarity in understanding the strengths and limitations of each type, facilitating better design, selection, and application in vehicle manufacturing.

Moreover, the rapid pace of technological advancement in this field poses a challenge for automotive engineers, researchers, and enthusiasts to stay abreast of the latest trends and innovations. A comprehensive classification and analysis of electric drives used in modern electric and hybrid vehicles are not just academically enriching but also crucial for guiding future developments in this domain[5].

Therefore, this review article aims to shed light on the various types of electric drives employed in contemporary electric and hybrid vehicles. By classifying and comparing these drives, the article seeks to provide a detailed understanding of their characteristics, applications, and the technological nuances that set them apart. This endeavor is essential for anyone keen on delving into the world of modern automotive technologies, offering insights into one of the most pivotal aspects of electric and hybrid vehicle engineering.

II. Background and Technical Overview

History of Electric and Hybrid Vehicles

The evolution of electric and hybrid vehicles is a fascinating journey that mirrors the broader trends and advancements in automotive technology and environmental awareness. The history of electric vehicles (EVs) dates to the early 19th century, with the first electric carriage developed in the 1830s. These early EVs emerged as a quiet and clean alternative to the noisy and smoke-belching gasoline cars of that era. However, the limited range and battery technology of the time led to their overshadowing by gasoline-powered vehicles, particularly with the advent of mass-produced models like the Ford Model T[2].

The interest in electric vehicles saw a resurgence in the 1970s and 1980s, driven primarily by the oil crises and growing environmental concerns. This period marked the development of more efficient batteries and the exploration of hybrid technologies, which combined an internal combustion engine with an electric propulsion system. The hybrid concept aimed to leverage the best of both worlds: the high energy density of gasoline and the cleanliness and efficiency of electric power.

The late 1990s and early 2000s marked a significant milestone with the introduction of modern hybrid vehicles, such as the Toyota Prius. These vehicles demonstrated that combining electric and gasoline power could increase fuel efficiency and reduce emissions without sacrificing range or performance. The success of these hybrids laid the groundwork for the next wave of pure electric vehicles[4].

The advent of advanced lithium-ion batteries in the 2000s revolutionized the electric vehicle industry. These batteries offered higher energy densities, longer life cycles, and faster charging times, addressing many of the limitations of earlier EVs. The 2010s saw a rapid proliferation of EVs, with major automakers investing heavily in electric technology and rolling out a variety of models. This period also witnessed significant improvements in electric motor and power electronics technologies, enhancing the performance and efficiency of electric and hybrid vehicles.

Today, electric and hybrid vehicles are at the forefront of an automotive revolution, driven by advances in battery technology, governmental policies encouraging sustainable transportation, and a growing societal awareness of environmental issues. From luxury sedans to affordable compact cars, EVs and hybrids are increasingly becoming a common sight on roads, reflecting a paradigm shift in the way we think about personal transportation[5].

Types of Electric Drives

The realm of electric vehicles (EVs) and hybrid electric vehicles (HEVs) encompasses a variety of electric drive systems, each with unique characteristics and applications. Understanding these types is essential to grasp the technological diversity and sophistication inherent in modern electric and hybrid vehicles. The primary types of electric drives include[6]:

Direct Current (DC) Drives: Once the mainstay of electric vehicles, DC drives are known for their simplicity and ease of control. These drives utilize DC motors, which have been traditionally favored for their good torque characteristics and straightforward speed control. However, the advent of more efficient and robust alternatives has seen a gradual shift away from DC drives in modern EVs.

Alternating Current (AC) Drives: AC drives have become increasingly popular in electric and hybrid vehicles due to their efficiency, durability, and superior performance at high speeds. These drives typically use either synchronous or asynchronous (induction) motors. Induction motors, in particular, are widely used because of their robustness and the absence of brushes, which reduces maintenance requirements.

Brushless DC (BLDC) Motors: BLDC motors combine the benefits of both AC and DC motors, offering high efficiency, excellent speed-torque characteristics, and a long operating life due to the absence of brushes. These motors are controlled electronically and are highly favored in applications where reliability and efficiency are paramount.

Permanent Magnet Synchronous Motors (PMSM): PMSMs are known for their high efficiency, compact size, and excellent power-to-weight ratio. They utilize permanent magnets on the rotor, reducing energy losses and improving performance. These motors are particularly suitable for applications requiring precise speed and position control.

Switched Reluctance Motors (SRM): SRMs are gaining attention for their simplicity, robustness, and cost-effectiveness. They operate based on the principle of magnetic reluctance, and while they are less efficient than PMSMs or BLDC motors, their simple construction and lack of permanent magnets make them an attractive option for certain applications[7].

Each of these electric drive types offers distinct advantages and disadvantages, making them suitable for different applications within electric and hybrid vehicles. The choice of drive system is

influenced by several factors, including vehicle size, desired performance characteristics, cost constraints, and specific application requirements.

By understanding these different types of electric drives, one can better appreciate the engineering and design considerations that go into creating efficient and effective electric and hybrid vehicles. This diversity also highlights the ongoing innovation and development in the field, as manufacturers continually strive to improve performance, reduce costs, and meet the growing demand for sustainable transportation solutions.

III. Classification of Electric Drives

Criteria for Classification

To effectively classify electric drives used in modern electric and hybrid vehicles, it is essential to establish clear and relevant criteria. These criteria not only help in categorizing the drives but also in understanding their specific applications and performance characteristics in various vehicle types. The following criteria have been identified as the most pertinent for classifying electric drives:

Motor Type: The fundamental distinction in electric drives often comes from the type of motor used. This includes DC motors, AC induction motors, brushless DC motors, permanent magnet synchronous motors, and switched reluctance motors. Each motor type offers distinct operational characteristics and is suited to different vehicle applications. Brief description of main electric drive types used in the automotive industry was discussed in the previous section.

Power Source: Electric drives can be classified based on their power source, differentiating between battery-operated systems in pure electric vehicles and hybrid systems that combine batteries with internal combustion engines.

Battery-Powered Electric Drives: These drives are solely powered by batteries and are typically used in pure electric vehicles (EVs). They convert the stored electrical energy in the batteries into mechanical energy to drive the vehicle[8]. The efficiency, capacity, and type of battery (like lithium-ion) play a crucial role in determining the performance of these drives (Figure 1).

Hybrid Electric Drives: These systems combine an internal combustion engine with an electric drive that is powered by a battery. Hybrid electric drives can be further categorized into:

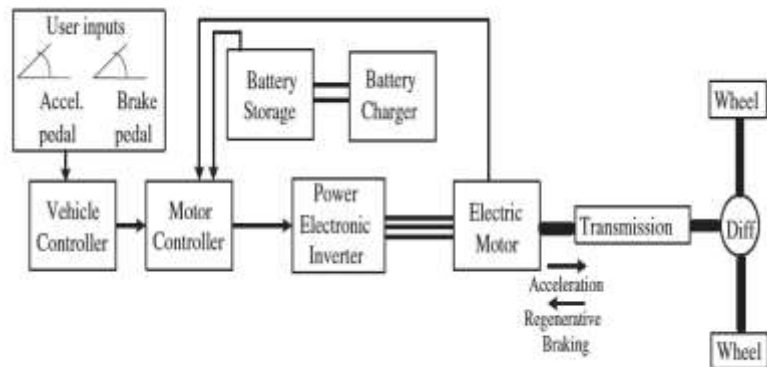


Figure 1. Schematic representation of an electric vehicle (EV) [13].

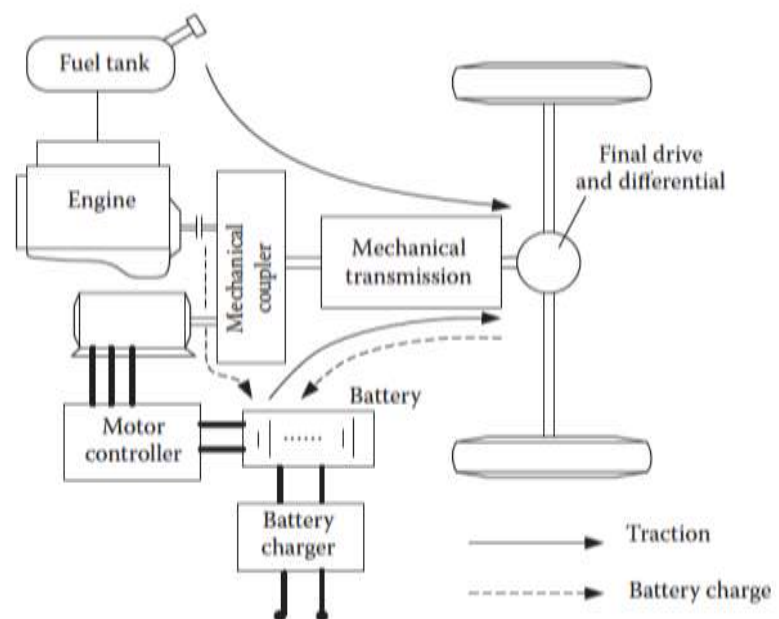


Figure 2. Schematic representation of a parallel HEV [14].

- *Series Hybrids*: Where the combustion engine generates electricity that powers the electric motor, with the motor being the sole source of propulsion.
- *Parallel Hybrids*: Where both the combustion engine and the electric motor can directly drive the wheels either together or independently (Figure 2).
- *Plug-In Hybrids (PHEVs)*: Similar to parallel hybrids but with larger batteries that can be recharged via an external power source, allowing them to operate as EVs over short distances.

Control Methodology: The method by which the electric drive is controlled — such as vector control, direct torque control, or scalar control — impacts its performance and suitability for different driving conditions. This criterion is particularly relevant for advanced vehicle applications where precise motor control is essential[9].

Scalar-Controlled Drives: Simple control method, primarily used in low-performance applications.

Vector-Controlled Drives: Provide precise control of motor speed and torque, suited for high-performance and demanding applications.

Direct Torque Control (DTC): a method used in electric drives to precisely control the torque and speed of the motor directly, without the need for a separate controller or feedback mechanism[10].

Energy Efficiency: Classifying drives based on their energy efficiency is crucial, especially in the context of electric and hybrid vehicles where energy conservation and range are key considerations[11].

High-Efficiency Drives: Typically PMSMs and BLDC motors, preferred in applications where efficiency and range are critical.

Standard Efficiency Drives: Such as induction motors, chosen for their cost-effectiveness and robustness.

Torque and Power Characteristics: The torque and power output of an electric drive determine its suitability for different types of vehicles, from small city cars to larger SUVs and performance vehicles.

High Torque Drives: Suitable for heavy-duty and performance-oriented vehicles.

Balanced Performance Drives: Offer a compromise between torque, power, efficiency, and cost, suitable for general-purpose vehicles.

Cost and Complexity: The economic aspect, including the cost of manufacturing and complexity of the drive system, is a vital criterion, especially from a commercial and practical standpoint.

Regenerative Capability: The ability of an electric drive to support regenerative braking — a process where the motor acts as a generator during braking to recharge the battery — is an important classification criterion, given its impact on the overall efficiency and range of the vehicle[8].

Integration and Modularity: Some electric drives are designed for easy integration and modularity, allowing for flexibility in various vehicle designs. This criterion is becoming increasingly important as the automotive industry moves towards more customizable and adaptable vehicle platforms[12].

Highly Integrated Drives: Designed for specific vehicle platforms, offering optimized performance and space utilization.

Modular Drives: Provide flexibility in application across different vehicle types and models.

By employing these criteria, electric drives can be categorized in a manner that highlights their strengths, weaknesses, and most suitable applications. This classification serves as a foundational step towards a more nuanced understanding of how different electric drives contribute to the performance, efficiency, and viability of modern electric and hybrid vehicles.

IV. Comparison and Analysis

Performance Metrics

In evaluating and comparing the various electric drives used in electric and hybrid vehicles, it is essential to define a set of performance metrics. These metrics provide a basis for assessing the effectiveness and suitability of different electric drives for specific applications. The key performance metrics include:

Efficiency: The ratio of the output power to the input power. Higher efficiency implies that more of the electrical energy is converted into mechanical energy, contributing to better overall vehicle performance and longer driving range.

Torque and Power Density: The ability of the drive to provide torque and power relative to its size and weight. Higher torque and power density are desirable for achieving better acceleration and handling, especially important in performance-oriented vehicles.

Thermal Management: The ability of the drive system to operate efficiently under varying thermal conditions. Effective thermal management ensures reliability and longevity of the drive system.

Durability and Reliability: The expected lifespan and robustness of the drive under typical operating conditions. This metric is crucial for assessing the long-term value and maintenance requirements of the vehicle.

Cost: The overall cost of the electric drive, including initial purchase, installation, and long-term maintenance expenses. Cost-effectiveness is a key consideration for both manufacturers and consumers.

Regenerative Braking Capability: The ability of the drive system to recover energy during braking and feed it back into the battery. This feature enhances the energy efficiency and range of the vehicle.

Responsiveness and Control Precision: The ability of the drive to respond accurately and swiftly to control inputs, which is vital for vehicle safety and driver experience.

Noise, Vibration, and Harshness (NVH) Levels: The level of noise and vibration produced by the drive, which affects the comfort of the vehicle's occupants.

Environmental Impact: The ecological footprint of the drive system, considering factors like manufacturing processes, materials used, and recyclability.

Comparative Analysis

Building upon the established performance metrics, a comparative analysis of the different types of electric drives used in electric and hybrid vehicles can be conducted. This analysis delves into how each drive type fares against the identified metrics, highlighting their respective advantages and limitations.

Efficiency: AC Induction Motors often demonstrate good efficiency levels, though they may lag slightly behind Permanent Magnet Synchronous Motors (PMSM) and Brushless DC Motors (BLDC) in this regard.

PMSMs and BLDC Motors excel in efficiency, making them ideal for applications where energy conservation and range are critical. An example of the efficiency performance characterized by the electric motor efficiency map is provided in Figure 3.

Torque and Power Density: PMSMs are known for their high torque and power density, benefiting performance vehicles with their superior acceleration capabilities. BLDC Motors also perform well in torque and power density, suitable for a wide range of vehicles.

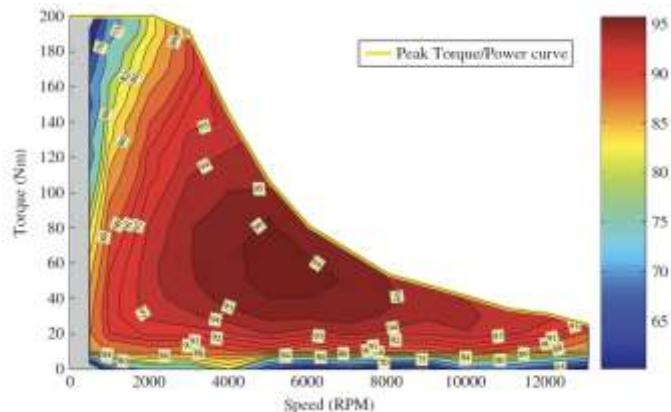


Figure 3. Efficiency map of a motor used in Toyota Prius [6].

Thermal Management: Induction Motors typically handle thermal stress well, owing to their robust construction. PMSMs while efficient, may require more sophisticated thermal management solutions due to their reliance on permanent magnets.

Durability and Reliability: Brushed DC Motors, with their mechanical commutation, may face more wear and tear, whereas BLDC Motors and Induction Motors are more durable due to the absence of brushes.

Cost: Induction Motors generally offer a cost-effective solution, in part due to the absence of expensive permanent magnets. PMSMs, while offering excellent performance, tend to be more costly, primarily due to the use of permanent magnets.

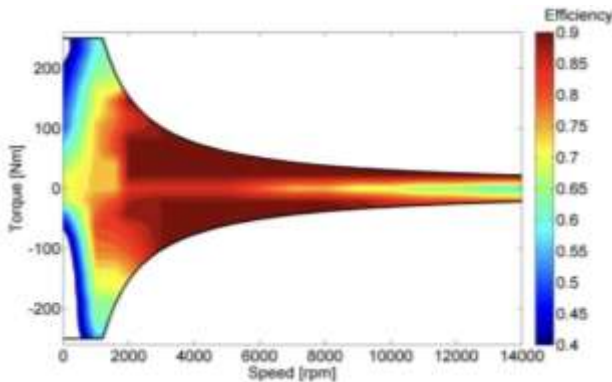


Figure 4. Efficiency map of a machine working in motor/generator mode [5].

Regenerative Braking Capability: Most modern electric drives, including AC, BLDC, and PMSM, support efficient regenerative braking, enhancing vehicle range and efficiency. It means that these machines can work in both motor and generator modes (Figure 4).

Responsiveness and Control Precision: Vector-controlled drives, often found in PMSMs and BLDC motors, provide high responsiveness and precision, essential for dynamic driving conditions.

Noise, Vibration, and Harshness (NVH) Levels: BLDC Motors are known for their

smooth operation with lower NVH levels, contributing to a more comfortable ride.

Environmental Impact: The manufacturing and recycling processes of PMSMs (due to rare-earth magnets) may have a higher environmental impact compared to other motor types.

This comparative analysis underscores the fact that there is no 'one-size-fits-all' solution in the realm of electric drives for vehicles. Each type of drive system offers a unique blend of attributes, making it more suited to specific applications and vehicle requirements. Understanding these nuances is key for automotive designers, engineers in selecting the appropriate electric drive for different types of electric and hybrid vehicles, aligning with both performance objectives and practical considerations.

V. Conclusion

In this comprehensive review, we have delved into the intricate world of electric drives used in modern electric and hybrid vehicles, revealing a landscape rich in diversity and innovation. Our journey through the classification and analysis of these drives underscores the pivotal role they play in the advancement of automotive technology, particularly in the context of sustainability and efficiency.

From the robust and reliable induction motors to the highly efficient and precise permanent magnet synchronous motors, each type of electric drive brings its own unique strengths to the table. This diversity is not just a testament to technological progress but also a reflection of the evolving demands and challenges in the automotive industry. As we have seen, the choice of electric drive is a critical decision that hinges on a balance of performance, efficiency, cost, and application-specific requirements.

The insights gained from this review highlight the importance of continued innovation and research in the field of electric drive technology. As environmental concerns grow and the push towards cleaner transportation strengthens, the role of these technologies becomes ever more significant. The future of electric and hybrid vehicles looks promising, with advancements in electric drives poised to play a central role in shaping this future.

In conclusion, the world of electric and hybrid vehicles is on a path of rapid transformation, driven by technological advancements in electric drives. As we look forward, the continued development and refinement of these technologies will be crucial in realizing the full potential of sustainable transportation. This review not only serves as a detailed guide through the current

landscape of electric drives but also as a beacon, illuminating the path towards a greener, more efficient automotive future.

References

- [1]. Z. Guo, T. Li, S.-T. Peng, and H. Zhang, 'Environmental and economic consequences of the incentive policy on electric vehicle industry: A CGE based study in China', *Resour Conserv Recycl*, vol. 169, p. 105542, Jun. 2021, doi: 10.1016/j.resconrec.2021.105542.
- [2]. R. N. Jazar, 'Vehicle Dynamics: Theory and Application', 2009.
- [3]. Y. Huang *et al.*, 'A review of power management strategies and component sizing methods for hybrid vehicles', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 96, pp. 132–144, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.07.020>.
- [4]. G. Genta and L. Morello, 'The Automotive Chassis : Volume 1 : Components Design', 2020.
- [5]. W. Liu, 'Introduction to Hybrid Vehicle System Modeling and Control: Liu/Introduction to Hybrid Vehicle System Modeling and Control', 2013.
- [6]. G. A. Goodarzi and J. G. Hayes, 'Electric Powertrain: Energy Systems, Power Electronics and Drives for Hybrid, Electric and Fuel Cell Vehicles', 2018.
- [7]. M. Ehsani, Y. Gao, K. M. Ebrahimi, and S. Longo, 'Modern electric, hybrid electric, and fuel cell vehicles, third edition', 2018.
- [8]. Y. Zhao and S. Behdad, 'Electric Vehicle Battery Simulation: How Electrode Porosity and Thickness Impact Cost and Performance', in *26th Design for Manufacturing and the Life Cycle Conference (DFMLC)*, Aug. 2021.
- [9]. Danov B.A., *Electronic control systems of foreign cars*, ISBN: 5-93517-085-X. Goryachay liniya- Telecom (in Russian), 2002.
- [10]. 'Direct Torque Control (DTC) and Encoderless Operation of Induction Motor Drives', in *Advanced Electric Drives*, John Wiley & Sons, Ltd, 2014, pp. 130–142. doi: <https://doi.org/10.1002/9781118910962.ch9>.
- [11]. S. Vidal-Bravo, J. de la Cruz-Soto, M. R. A. Paternina, M. Borunda, and A. Zamora-Méndez, 'Light electric vehicle powertrain: Modeling, simulation, and experimentation for engineering students using PSIM', *Computer Applications in Engineering Education*, vol. 28, pp. 406–419, 2020.
- [12]. F. Umerov, 'The PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF ELECTRIC VEHICLES IN UZBEKISTAN', *Acta of Turin Polytechnic University in Tashkent*, vol. 12, no. 2, Nov. 2022, [Online]. Available: <https://acta.polito.uz/index.php/journal/article/view/172>
- [13]. A. Khajepour, M. S. Fallah, and A. Goodarzi, 'Electric and Hybrid Vehicles: Technologies, Modeling and Control - A Mechatronic Approach', 2014.
- [14]. I. Husain, 'Electric and hybrid vehicles : design fundamentals', 2003.

UDK 621.433

UNIVERSAL YONILG'I TA'MINLASH TIZMIGA EGA GAZ BALLONLI AVTOMOBILLARNING EKSPLOATATSION KO'RSATGICHLARINI OSHIRISH USULLARI

B.I. Bazarov, A. Azimov, J.Z. Tojiyev

Toshkent davlat transport universiteti

e-pochta: Baxtbb@mail.ru, Tel: +998 94 649 92 75

e-pochta: akmaldotsent@gmail.com, Tel: +998995536014

e-pochta: tojiyevjamshid1992@gmail.com, Tel: +998 94 573 11 66

(*Qabul qilindi 25.01.2024 y.*)

Ushbu maqolada universal yonilg'i ta'minlash tizimiga ega gaz ballonli yangi avtomobillarining ekspluatatsion ko'rsatgichlarini yaxshilash va ekologik xavfsizligini yanada oshirish usullari keltirilgan. Bunda universal ta'minlash tizimiga ega ikkita yengil avtomobil tadqiq etilgan, tajriba-sinov jarayonida avtomobillar tortish-tezlik xususiyati tezlanish ko'rsatgichi bilan aniqlangan. Yonilg'i tejamkorlik xususiyatlari gaz ballon idishidagi mavjud gaz yonilg'isi miqdori bilan bosib o'tilgan masofani hisoblash orqali aniqlandi. Shuningdek dvigateldagi gaz-benzin rejimlarini ekspluatatsiya sharoitiga mos holatda sozlash orqali benzin sarfini kamaytirish va shu bilan avtomobilning ekologik xavfsizlik yanada oshirish usullari keltirib o'tilgan.

Kalit so'zlar: avtomobil, siqilgan tabiiy gaz, universal yonilg'i ta'minlash tizimi, ekspluatatsion ko'rsatgich, yonilg'i miqdori.

В данной статье представлены пути повышения эксплуатационных характеристик и экологической безопасности газобаллонных автомобилей с универсальной системой подачи топлива. При этом исследовались два легковых автомобиля с универсальной системой питания, а тягово-

скоростная характеристика автомобилей определялась по показателю ускорения в ходе опытно-промышленных испытаний. Характеристики экономии топлива определялись путем расчета пройденного пути по количеству газового топлива в баке газового баллона. Также за счет адаптации газобензиновых режимов в двигателе к условиям эксплуатации упоминаются способы снижения расхода бензина и повышения тем самым экологической безопасности автомобиля.

Ключевые слова: автомобиль, сжатый природный газ, универсальная система топливоподачи, эксплуатационный показатель, количество топлива.

This article presents ways to improve the performance characteristics and environmental safety of gas-cylinder vehicles with a universal fuel supply system. In this case, two passenger cars with a universal power system were studied, and the traction and speed characteristics of the cars were determined by the acceleration indicator during pilot tests. Fuel economy characteristics were determined by calculating the distance traveled based on the amount of gas fuel in the gas cylinder tank. Also, by adapting gas-gasoline modes in the engine to operating conditions, methods are mentioned to reduce gasoline consumption and thereby increase the environmental safety of the car.

Key words: car, compressed natural gas, universal fuel supply system, performance indicator, amount of fuel.

KIRISH

Avtomobilning sifati uning vazifasiga bog'liq holda aniq belgilangan ekspluatatsiyaviy talablarni ta'minlovchi xususiyatlarning mavjudligi bilan belgilanadi. Uning foydaliligi esa umumiy tannarx va sarf xarajatning past bo'lishi hisoblanadi [1]. Avtomobillarga qo'yilgan ekspluatatsiyaviy talablar bilan bir qatorda ekologik xavfsizlik talablari ham juda muhim hisoblanadi. Bunga sabab, bugungi kunda butun dunyo bo'yicha global darajada ekologik vaziyatning og'irlashib borishi va unda avtomobil transporti salbiy ta'sirining yuqori darajadaligini qayd etib o'tish lozim.

Hozirda mavjud avtomobillar parking asosiy qismi ichki yonuv dvigatellari bilan jihozlangan bo'lib, ular asosan dvigatel yonilg'ilari sifatida neftdan ajratib olinadigan benzin va dizel yonilg'ilaridan foydalanadi. Ushbu yonilg'ilarda ishlovchi avtomobillar harakati natijasida atrof-muhitga chiqadigan zaharli va zararli gazlar miqdori, qolgan barcha transport turlari ichida eng katta ulushga ega va umumiy 74,5 foizni tashkil etadi [2]. Avtomobillarning ekspluatatsiyasida an'anaviy neft yonilg'ilarining qo'llanilishi natijasida atrof-muhitga yetkazilayotgan salbiy ta'sirlarning oshib borishi ularga muqobil bo'lgan ekologik toza yonilg'i resurslaridan foydalanish zaruratini vujudga keltirmoqda.

Avtomobil transportida qo'llaniladigan muqobil yonilg'ilar sifatida bugungi kunda siqilgan tabiiy gaz (STG) dan foydalanish keng miqyosda ommalashib bormoqda. Ushbu yonilg'i turidan foydalanish avtomobillarning ekspluatatsion xususiyatlarini yaxshilabva ekologik xavfsizlikni ta'minlashda samarali hisoblanadi (1-jadval).

1-jadval.

Avtotransport vositalarini gaz yoqilg'isiga o'tkazishda zaharli moddalar chiqindilari va ularning kamayishi [3].

Zaharli moddalar nomi	Avtomobil benzin yonilg'isida ishlaganda zararli moddalarning miqdori. tonna/yil	Avtomobilning STGda ishlashi paytida zararli moddalarning miqdori. tonna/yil	Benzinli avtomobil bilan solishtirganda ifloslantiruvchi moddalar miqdorining kamayishi tonna/yil
CO	1,704	0,587	1,117 (65%)
CH	0,284	0,207	0,077 (27%)
NO ₂	0,113	0,138	0,025 (22%)
SO ₂	0,005	-	-
C ₂₀ H ₁₂	0,54 x 10 ⁻⁶	-	-
Jami:	2,106	0,932	1,174 (56%)

Bundan tashqari, Markaziy Osiyoda gaz konlari o'rganilganda tabiiy gaz zaxiralari va uni Markaziy Osiyoda gaz konlari o'rganilganda tabiiy gaz zaxiralari va uni qazib olish darajasi bo'yicha G'arbiy Sibirdan keyin ikkinchi o'rinda turadi. Potentsial gaz zaxiralari 16,5 trln. m³, o'rganilgan zaxiralari - 3,1 trln. m³. Bu zahiralarning 93% dan ortig'i O'zbekiston (40%) va Turkmaniston hisassiga to'g'ri keladi [4].

O'zbekistonda har yili taxminan 7...8 million tonna neft (gaz kondensati bilan birga), 64-66 milliard m³ tabiiy gaz va 5,5 million tonna ko'mir qazib olinadi, ya'ni umumiy yonilg'i-energetika balansida tabiiy gaz taxminan 65% ni, global miqyosda esa yoqilg'i-energetika balansida tabiiy gaz taxminan 22-24% ni tashkil qiladi [4]. Bu esa gaz yonilg'ilarining avtomobillar uchun ishlatiladigan benzin yonilg'isining muqobili sifatida juda qulay hisoblanadi.

Benzinli va dizel dvigatellarini gaz yonilg'isiga o'tkazishda avtomobil qayta jihozlanadi va dvigatel ta'minlash tizimiga qo'shimcha jihozlar va gaz ballon idishi o'rnatiladi. Qayta jihozlangan, gaz yonilg'isida ishlashga moslashtirilgan avtomobillar umumiy holatda gaz ballonli avtomobillar (GBA) deb nomlanadi.

AQSH, Kanada, Buyuk Britaniya, Germaniya, Fransiya, Skandinaviya mamlakatlari, Fors ko'rfazi arab davlatlari hamkorlik kengashi (GCC)ga a'zo davlatlar, Yaponiya, Janubiy Koreya va boshqa mamlakatlarni qamrab oluvchi siqilgan tabiiy gaz (STG)da ishlovchi gaz ballonli avtomobillar bozorini tahlili [8] shuni ko'rsatadiki, dunyo bo'yicha STG da ishlovchi avtomobillarga bo'lgan talab 2023-2033 yillarda o'rtacha 10,9 % o'sishi kutilmoqda (2-jadval). CTGda ishlovchi GBAlar istiqbolli transport vositalari hisoblanadi.

2-jadval

STGda ishlovchi GBAlar bozorining o'sish sur'atlari prognozi

Hisobot	Ko'rsatgichlar
STG avtomobillari bozori hajmi (2023)	110,5 milliard AQSH dollari
Prognoz qilinadigan bozor qiymati (2033)	312 milliard AQSH dollari
Global bozor yillik o'sish sur'ati (2023 yildan 2033 yilgacha)	10,9%
CNG avtomobillari ishlab chiqaruvchi asosiy kompaniyalar	▪ Ford Motor Com'any ▪ Suzuki Motor Cor'oration ▪ Hyundai Motor Grou' ▪ Fiat Chrysler Automobiles ▪ Honda Motor Com'any ▪ Great Wall Motors ▪ Iran Khodro ▪ Volkswagen ▪ General Motors

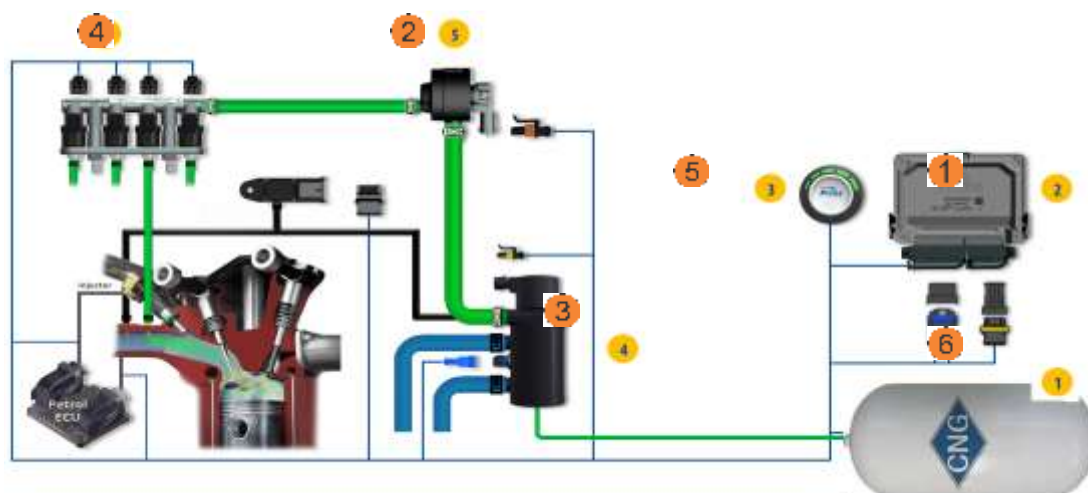
STG yonilg'isida ishlovchi avtotransport vositalari gaz ballon uskunalari (GBU) bilan qayta jihozlanadi va yonilg'i ta'minlash tizimida ma'lum o'zgarishlar, qo'shimcha jihozlar o'rnatiladi.

Avtomobillarni gaz yonilg'isiga qayta jihozlash (konvertatsiya qilish) ning bugungi kunda uch xil usuli mavjuddir [6]:

- ikki yonilg'i (bi-yonilg'i) - universal yonilg'i ta'minlash tizimi va uchqunli, shu jumladan gaz va benzin uchun ikkita ekvivalent yonilg'i ta'minlash tizimiga ega;
- aralash (gaz-dizel) – yonilg'i ta'minlash tizimiga ega, bunda dvigatel STGda ishlaganda dizel yonilg'isining bir qismi ichki yonuv dvigatelidagi gaz-havo aralashmasini yonish uchun boyituvchi doza sifatida ishlatiladi. ;
- gaz – faqat tabiiy gazda ishlash uchun konvertatsiya qilinadigan dvigatellar hisoblanib, gaz-havo aralashmasini silindrlarda o't shami yondiradi.

Bugungi kunda STGda ishlovchi avtomobillar uchun asosan битопливные ya'ni universal yonilg'i ta'minlash tizimi bilan qayta jihozlanishi keng ommalashmoqda. STGda ishlovchi universal yonilg'i ta'minlash tizimi bilan jihozlangan avtomobillarning hozirda GBUning to'rtta

avlodlari mavjud bo'lib, ular ichida nisbatan har tomonlama samarali va tejamkorlik ko'rsatgichlari yuqori bo'lgan turi bu 4-avlod GBU hisoblanadi (1-rasm).



1-rasm. STG da ishlovchi avtomobillarning 4 - avlod GBU
1-STG yonilg'isi elektron boshqaruv bloki; 2- gaz klapani; 3-gaz reduktori; 4-gaz injektorlari;
5- gaz-benzin rejimini o'zgartirish tugmasi; 6-gaz ballon idishi.

GBAning ekspluatatsion xususiyatlarini oshirishda gazli ta'minlash tizimidagi elektron boshqaruv blok(EBB)lari juda muhim ahamiyatga egadir, ularning ishlatilishi GBAning yonilg'i tejamkorligi va tortish-tezlik xususiyatlarining yanada yaxshilanishiga xizmat qilmoqda. Elektron boshqaruv tizimiga ega GBAning ekspluatatsion xususiyatlarini yaxshilashda gaz-benzin rejimlarining almashish ko'rsatgichlarini optimal tanlash va avtomobilning konstruktiv ko'rsatgichlariga shuningdek ekspluatatsiya sharoitlariga mos holatda kompyuter dasturlarining multiplikator xaritalarida sozlanishi GBA ekspluatatsion ko'rsatgichlarini yaxshilashda samarali natijani beradi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYAI

Siqilgan va suyultirilgan tabiiy gazda ishlovchi avtomobillarning ekologik va ekspluatatsion ko'rsatgichlarini tadqiq etish bo'yicha respublikamiz va xorijiy tadqiqotchilardan P.V. Bushuev, B.I.Bazarov, A.S.Gavaev, V.I. Erosov, A.A.Koryakin, A.I.Morev, Yu.V.Panov, N.G.Pevnev, A.L.Penkin, V.I.Rudskix, G.I.Samol, D.N.Snejko, R.M.Temirbaev, A.B.Trofimov, O.Arslan, Ch.Lai, Mk.Ch.Lim, M.Masi, L.J.Sitnik va boshqalar ko'plab ilmiy izlanishlar va tadqiqotlar olib borishgan.

P.V. Bushuev o'z ilmiy ishlarida gazda ishlovchi elektron boshqaruv sistemalari jihozlangan shahar avtobuslarini ishini optimallashtirish orqali ularning yonilg'i tejamkorligini me'yorlash metodikasi bo'yicha izlanishlar olib borgan. Gaz ballonli avtomobillarning tortish-tezlik xususiyatlari, yonilg'i tejamkorligi va ekologik xavfsizligini ta'minlash, shuningdek yonilg'ilarini maxsus tog'-kon sanoati va qishloq xo'jaligi avtomobillariga qo'llashdagi asosiy yechimlar, mavjud muammolar bo'yicha B.I.Bazarov ilmiy izlanishlar olib borgan. A.S.Gavayev o'z izlanishlarida past haroratli ish sharoitlarining avtomobil chiqindi gazining zaharliligi, uning yonilg'i sarfiga ta'sir qilish qonuniyatlarini aniqlash va shu asosida gaz ballonli avtomobillarning ishlash samaradorligini oshirish bo'yich izlanishlar olib borishgan.

Umumiy holatda, bugungi kunda ikki yonilg'ida ishlovchi universal yonilg'i ta'minlash tizimiga ega STGda ishlovchi gaz ballonli yengil avtomobillarning tortish tezlik xususiyatlari, yonilg'i tejamkorligi va ekologik ko'rsatgichlarini tahlil qilish va yaxshilash bo'yicha izlanishlar juda kam va mavjud manbalarda ham tor doirada o'rganilgan. Shu bilan birga gaz ballonli avtomobillarning yangi avlod elektron boshqaruv bloklarini bazaviy dasturlarini optimallashtirish bo'yicha ilmiy izlanishlar juda kam olib borilgan.

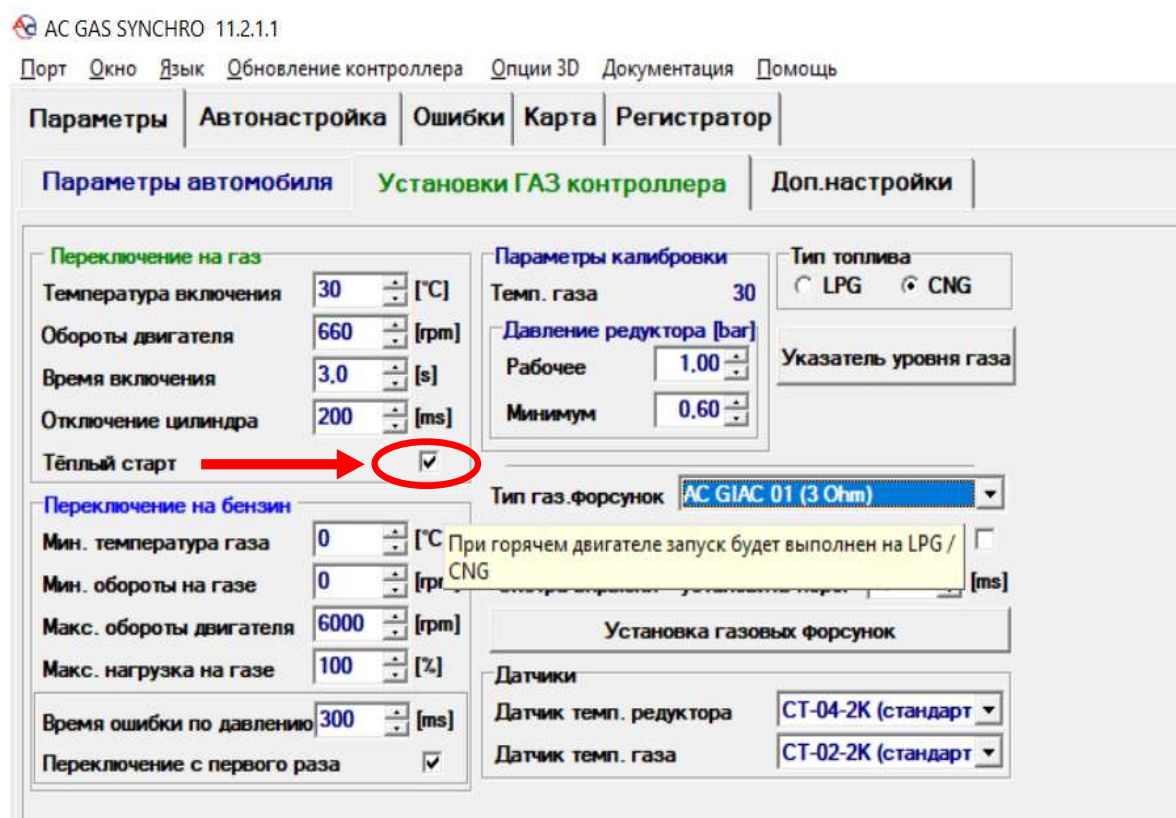
Universal yonilg'i ta'minlash tizimiga ega gaz ballonli avtomobillarga o'rnatilgan 4-avlod

GBUning ekspluatatsion samaradorligini oshirish va ekologik xavfsizligini ta'minlashda benzin va gaz yonilg'ilari uchun alohida o'rnatilgan elektron boshqaruv bloklarining "gaz-benzin" rejimlarini kompyuter dasturlari yordamida bazaviy ko'rsatgichlarini ekspluatatsiya sharoitlariga mos holatda optimallashtirish bilan yuqoridagi maqsadlarga erishish mumkin.

Toshkent transport universiteti va Jizzax politexnika instituti mutaxassislari hamkorligida universal yonilg'i ta'minlash tizimiga ega gaz ballonli yengil avtomobillarning ekspluatatsion ko'rsatgichlarini yaxshilash bo'yicha ikkita yengil avtomobil ustida eksperimental sinovi amalga oshirildi. Ushbu avtomobillar dvigatel quvvati 1,5 litr bo'lgan 2022-yil ishlab chiqarilgan Chevrolet Cobalt LTZ A/T avtomatik uzatmalar qutisi bilan jihozlangan va 2018-yil ishlab chiqarilgan Chevrolet Nexia-3 LTZ A/T mexanik uzatmalar qutisi bilan jihozlangan bo'lib, 80 litr hajmga ega gaz ballon idishlari o'rnatilgan, ikkala avtomobil ham universal yonilg'i ta'minlash tizimiga ega to'rtinchi avlod, Stag-200 modeli GBU bilan qayta jihozlangan

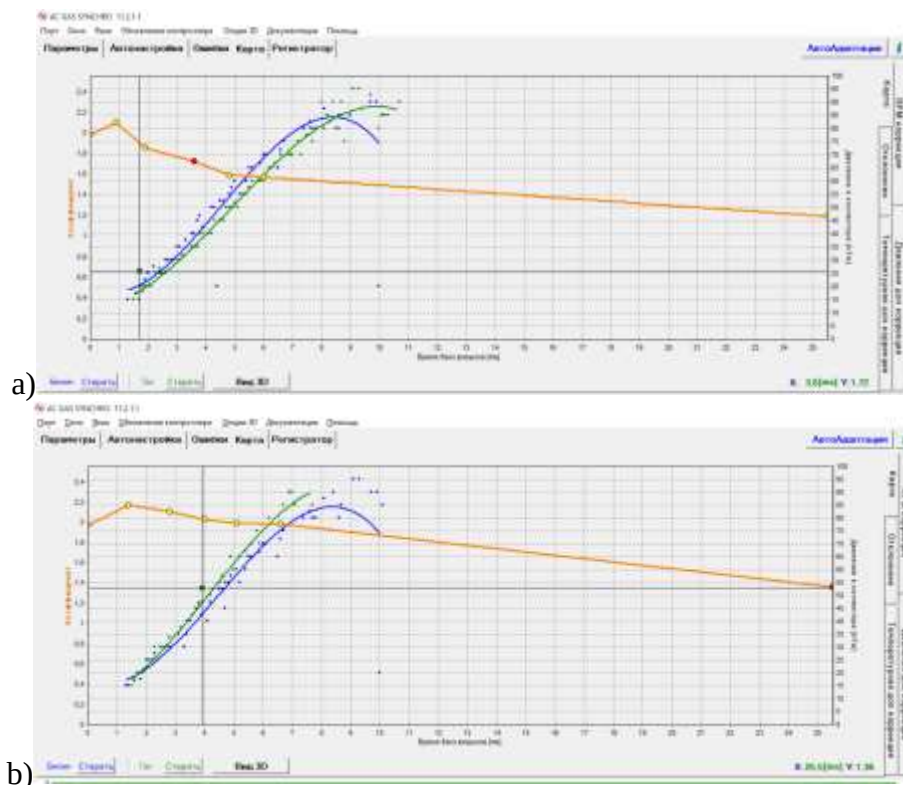
ТАХЛИЛ ВА НАТИЖАЛАР

Eksperimental sinov jarayonida avtomobillarning gaz EBBlari maxsus ulagich kabel orqali kompyuterga bog'landi. Kompyuterga o'rnatilgan ACGasSynchro dasturi yordamida gaz-benzin rejimlari optimal haroratga keltiriladi, bunda ekspluatatsiya sharoiti hisobga olinishi lozim (3-rasm). Havo harorati yoz mavsumida ACGasSynchro dasturining "Параметры автомобиля" bo'limidan "Тёплый старт" qatoridagi bo'sh katakcha ilmoqcha bilan belgilanadi va gaz reduktoridagi harorat harorati belgilangan gradusda bo'lsa doimo gazda ishga tushadi.

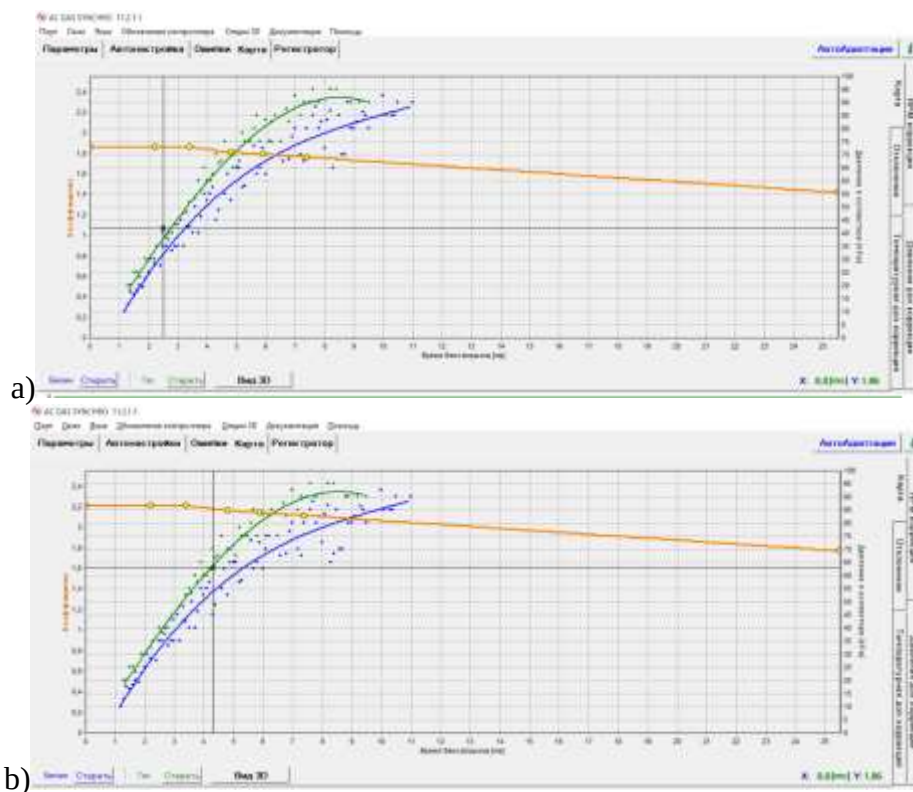


3-rasm. 4-avlod GBuning ACGasSynchro dasturi sozlamalari.

Bunda avtomobil benzin yonilg'isi sarfining tejalishi va shunga parallel holatda ekologik xavfsizlik ham ta'minlash imkoniyati paydo bo'ladi. GBAning benzinli avtomobillarga nisbatan ekologik samaradorligi yuqori ammo dvigatel quvvati deyarli 19-20 foizgacha pasayadi. Avtomobillarning ekspluatatsiya jarayonidagi tortish-tezlik xususiyatlarini oshirishda multiplikator xaritalaridagi koeffitsient miqdorini oshirildi (4- va 5-rasm) va shahar ichi yo'llarida sinovdan o'tkazildi, shuningdek gaz ballon idishiga 20 mPa bosim ostida uch martalik takroriy gaz to'ldirish orqali yonilg'i sarfi aniqlandi.



4-rasm. Chevrolet Cobalt LTZ A/T multiplikator xaritasidagi holat
a) avvalgi holat; b) o'zgartirilgan holat



5-rasm. Chevrolet Nexiya-3 LTZ A/T multiplikator xaritasidagi holat
a) avvalgi holat; b) o'zgartirilgan holat

Eksperimental sinov natijalariga ko'ra, multiplikator xaritasi o'zgartirilgandan so'ng va undan oldingi holatda Chevrolet Cobalt LTZ A/T va Chevrolet Nexiya-3 LTZ A/T avtomobillarining tezlanish olish vaqti ya'ni benzin va STG yonilg'ilarida 100 km/soat tezlikka erishish vaqtlari tahlil etildi (3-4-jadval).

Kompyuter dasturida GBA multiplikator xaritasi o'zgartirilgandan oldin va keyingi holatlarda 100 km/soat tezlikka chiqishi uchun sarflangan vaqt

Avtomobil turi	Avtomobil 100 km/soat tezlikka chiqishi uchun sarflangan vaqt			
	Gaz (STG)da		Benzinda	
	o'zgarishdan oldin	o'zgarishdan keyin	o'zgarishdan oldin	o'zgarishdan keyin
Chevrolet Cobalt	14,3	13,1	12,2	11,9
Chevrolet Neksiya	15	13,4	12,9	12,7

Shuningdek, shahar ichi yo'llarida o'tkazilgan uch marta o'tkazilgan sinov natijalariga ko'ra, ushbu avtomobillar 19,4 m³ gaz yonilg'isini sarflab, quyidagi masofalarni bosib o'tishi aniqlandi.

Avtomobilning yonilg'i sarfini aniqlash tahlili

Avtomobil turi	19,4 m ³ gaz sarfi bilan bosim o'tilgan umumiy masofa, km			
	1-sinov	2-sinov	3-sinov	O'rtacha
Chevrolet Cobalt	257	230	250	245,6
Chevrolet Neksiya	210	236	237	227,6

Avtomobillar tortish tezlik xususiyati va yonilg'i sarfini aniqlash jarayonida GBU uchun o'rnatilgan kompyuter dasturlaridagi gaz-benzin rejimlarini roslovchi bazaviy sozlamalarni ekspluatatsiya sharoitlariga mos holatda o'zgartirish va STG yonilg'isini bosim bilan dvigatelga uzatish ko'rsatgichlarini optimallashtirish har tomonlama samarali hisoblanadi. Shu bilan birga dasturdagi multiplikator xaritasini dvigatel ishlashiga mos holatda sozlash bilan avtomobil ekspluatatsion ko'rsatgichlarini yaxshilash imkoniyati eksperimental sinov natijalarida ko'rishimiz mumkin.

XULOSA

Xulosa qilib aytganda, universal ta'minlash tizimiga ega gaz ballonli avtomobillarning ekspluatatsion ko'rsatgichlarini yaxshilash va ekologik xavfsizligini ta'minlashda quyidagi omillar hisobga olinishi lozim:

- universal ta'minlash tizimiga ega gaz ballonli avtomobillarning gaz-benzin rejimlarini iqlim sharoitini hisobga olgan holatda bazaviy ko'rsatgichlariga o'zgartirish kiritish orqali benzin sarfini kamaytirish va bu orqali ekologik xavfsizlikni oshirish mumkin;
- universal ta'minlash tizimiga ega gaz ballonli avtomobillarning ekspluatatsion ko'rsatgichlarini xususan, avtomobil tortish tezlik, yonilg'i tejamkorlik xususiyatlarini yaxshilash uchun gaz EBBlariga mos o'rnatilgan kompyuter dasturidagi multiplikator xaritasi ko'rsatgichlarini dvigatel parametrlariga mos holatda o'zgartirish va shunga muvofiq sozlash kerak bo'ladi.

Adabiyotlar

- [1]. A.A.Muxitdinov, O.K.Adilov, Sh.A.Suvanqulov, B.Ya.Begmatov., G'.G'.Egamnazarov., J.N.Abdunazarov Avtomobilning ekspluatatsiyaviy xususiyatlar nazariyasi [Matn] (o'quv qo'llanma) – Jizzax - 2019. – 148 bet.
- [2]. Ian D. Williams, Michael Blyth, Autogeddon or autoheaven: Environmental and social effects of the automotive industry from launch to present, Science of The Total Environment, Volume 858, Part 3, 2023, 159987, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159987>.
- [3]. С.Ф.Фозилов, Ж.Ж. Саидов Преимущества перехода на газомоторное топливо // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2019. № 12 (69). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/8592> (дата обращения: 01.08.2023).

- [4]. Б. И. Базаров, А. Х. Васидов, И. Б. Аскарлов, Р. Н. Ахматжанов Альтернативные энергетические источники и установки на транспорте. Учебник. -Ташкент: Изд-во ТГТУ, 2021. -220 с.
- [5]. П. В. Бушуев Разработка методики нормирования расхода компримированного природного газа городскими автобусами, оснащенными электронной системой управления двигателем//Кандидатская диссертация технических наук. М.: 2007. 161 с. (<https://www.dissercat.com/content/razrabotka-metodiki-normirovaniya-raskhoda-komprimirovannogo-prirodnogo-gaza-gorodskimi-avto>)
- [6]. Захаров, Е. А. Газобаллонное оборудование автомобилей: учеб. по- соб. / Е. А. Захаров, Ю. И. Моисеев. – ВолгГТУ, Волгоград, 2015. – 88 с.
- [7]. Stag 4 plus 4 схема подключения. 8 апреля 2023. (<https://remnabor.net/stag-4-plus-4-shema-podklyucheniya>)
- [8]. CNG Vehicles Market Outlook (2023 to 2033), February 2023 (<https://www.factmr.com/report/2537/cng-vehicles-market>).

РАСШИРЕННАЯ СТРУКТУРА ИНТЕГРАЦИИ АЛГОРИТМОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ТРАССИРОВКИ ИНСТРУМЕНТА, ВЫБОРА ИНСТРУМЕНТА И НАСТРОЙКИ ПАРАМЕТРОВ РЕЗКИ

З.Н. Мухиддинов

*Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан*

Office: +998-97-720-5591, Email: zayniddin-55@bk.ru

(Получена 27.01.2024 г.)

The article introduces an advanced structure seamlessly combining artificial intelligence and computer vision into autonomous material processing systems, exemplified by an Autonomous Processing System (AMS), with a focus on machine learning-driven trajectory planning, surface quality analysis, and visualization tools, encouraging future research for overcoming challenges and achieving sustainable improvements in performance and resilience.

Keywords: *Autonomous machining systems, AI algorithms, Computer vision, Toolpath planning, CNC machining, Machine learning, Surface roughness prediction, Reinforcement learning, Manufacturing efficiency, Sustainability*

Maqolada avtonom ishlov berish tizimi (AMS) misolida, sun'iy intellekt va kompyuter ko'rishni avtonom materiallarni qayta ishlash tizimlariga muammosiz birlashtirgan ilg'or tuzilma taqdim etilgan bo'lib, u mashina o'rganishga asoslangan traektoriyani rejalashtirish, sirt sifatini tahlil qilish hamda vizualizatsiya vositalariga e'tibor qaratadi. Kelajakni rag'batlantiradi, qiyinchiliklarni bartaraf etish, ishlash va chidamlilikning barqaror yaxshilanishiga erishish uchun tadqiqotlar berilgan.

Таянч сўзлар: *Avtonom ishlov berish tizimlari, sun'iy intellekt algoritmlari, Kompyuter dasturlari yordamida tasvirlarga ishlov berish va ko'rish, asboblari yo'lini rejalashtirish, RDB dastgohlarda ishlov berish, Mashinani o'rganish, Sirt g'adir-budiriligini bashorat qilish, mustahkamlini o'rganish, ishlab chiqarish samaradorligi, barqarorlik.*

В статье представлена усовершенствованная структура, плавно объединяющая искусственный интеллект и компьютерное зрение в автономные системы обработки материалов, примером которой является автономная система обработки (AMS), с упором на планирование траектории на основе машинного обучения, анализ качества поверхности и инструменты визуализации, стимулирующие будущее. исследования для преодоления проблем и достижения устойчивого улучшения производительности и устойчивости.

Ключевые слова: *Автономные системы обработки, Алгоритмы искусственного интеллекта, Компьютерное зрение, Планирование траектории инструмента, CNC-обработка, Машинное обучение, Прогнозирование шероховатости поверхности, Обучение с подкреплением, Эффективность производства, Устойчивость*

ВВЕДЕНИЕ

Автономные системы обработки представляют собой интеллектуальные системы, способные адаптироваться к изменениям в производственной среде, используя технологии,

вдохновленные биологией, для оснащения станков самодиагностикой, самовосстановлением и кооперативными возможностями [1]. Эти системы нацелены на улучшение качества, стоимости и производительности процессов обработки. Примером является Автономная Система Обработки (AMS), внедряющая биологические характеристики в станки для адаптации к изменениям на производственном участке [2]. Другой тип включает средства первичного и вторичного позиционирования для повышения эффективности работы [3]. Некоторые избавляются от необходимости в бумажных лентах, предоставляя средства управления движением и средства для перемещения головы [4]. Существуют также системы для механических деталей, которые осуществляют автоматическое выстраивание, транспортировку, перфорацию и выгрузку, что приводит к высокой эффективности обработки [5]. Различные сборки, такие как транспортные, опорные, стопорные, всасывающие материал, позиционирования, станка и контроллера, способствуют достижению автоматизированной обработки заготовок.

Расширенная структура интегрирует алгоритмы искусственного интеллекта и компьютерное зрение для оптимального планирования траектории инструмента [6]. Эта структура нацелена на автоматизацию процесса выбора наилучшей стратегии планирования траектории для станков с числовым программным управлением (CNC). С использованием системы на основе машинного обучения, она анализирует качество траектории инструмента, учитывая параметры, такие как шероховатость поверхности, длина траектории инструмента и ее плавность [7]. Система обучается на размеченном наборе данных с различными стратегиями планирования траектории, достигая высокой точности в прогнозировании наилучшей стратегии [8]. Использование компьютерного зрения позволяет автоматически выделять элементарные траектории из начальной траектории, что сокращает количество команд в созданной программе движения. Более того, техники компьютерного зрения применяются для оптимизации планирования траектории инструмента, выбора инструмента и оптимизации параметров резки в обработке. Система на основе машинного обучения прогнозирует оптимальную стратегию планирования траектории для CNC-обработки на основе CAD-моделей, достигая высокой точности [9]. Другой подход включает в себя интеграцию обучения с подкреплением для прогнозирования износа инструмента и оптимизации параметров резки, учитывая старение станка и динамическую корректировку параметров в зависимости от износа инструмента [10]. Комбинирование компьютерного зрения с нечеткой логикой позволяет оптимизировать параметры обработки в реальном времени на основе изображений вставок, адаптируясь к различным материалам и геометрии инструмента [11]. Эти подходы демонстрируют потенциал интеллектуальных систем в повышении эффективности и производительности обработки.

МЕТОДЫ

Системы автономной обработки применяют различные методы, включая самооптимизацию через адаптивное управление, симуляцию, искусственный интеллект и машинное обучение, чтобы улучшить производительность, качество и эффективность в производстве [12]. Системы автоматического мониторинга обработки играют важную роль в обеспечении качества деталей и производительности путем выявления отклонений в поведении станка или инструмента [13]. Автоматический метод обработки включает закрепление заготовок, определение их позиций с использованием устройств позиционирования и обработку на основе возвращенных позиций [14]. Работающие автономные машины используют датчики обнаружения магнитного поля для автономной навигации в рабочей области и указания своего угла относительно зарядной станции [15]. Автоматическая система обработки включает в себя средства первичного и вторичного позиционирования для локализации и обработки заготовок, что повышает общую эффективность работы.

В изготовлении исследованы методы, включающие алгоритмы искусственного интеллекта и компьютерное зрение для оптимального планирования траектории

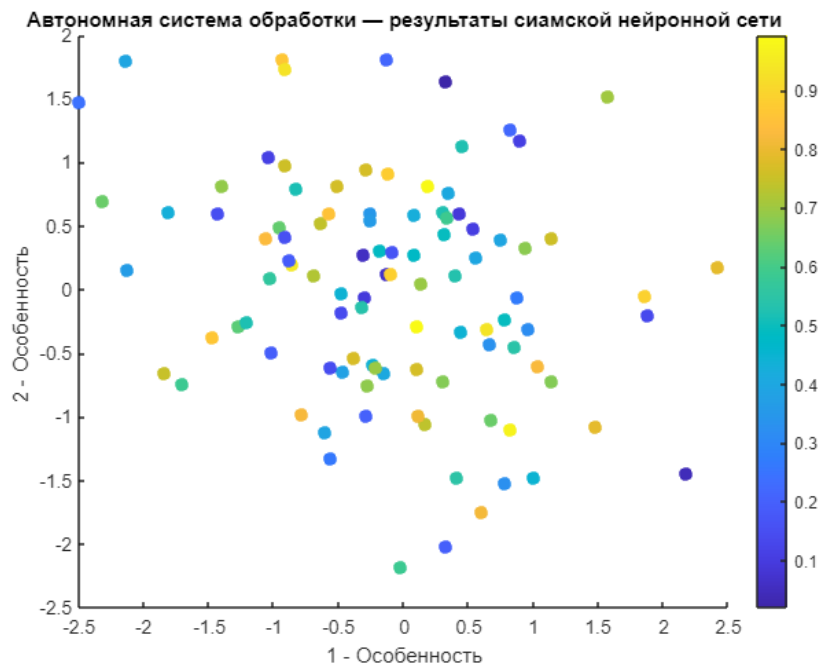
инструмента, выбора инструмента и оптимизации параметров резки. Исследователи разработали структуры, используя методы машинного обучения, такие как сверточные нейронные сети (CNN), для анализа и оценки траекторий инструмента по параметрам, таким как шероховатость поверхности, длина траектории инструмента и плавность. Инструменты искусственного интеллекта, включая нейронные сети, применялись для оптимизации условий резки путем минимизации силы и тепла в зоне резки. Предложено сочетание методов параметризации, теории конформных преобразований и кинематических моделей для улучшения подходов к планированию траектории при обработке лопаток на станках с пятью осями, что приводит к повышению качества обработки и автоматизированному производству.

Компьютерное зрение с использованием MATLAB применяется для оптимального планирования траектории инструмента, выбора инструмента и оптимизации параметров резки. Этот подход включает использование методов машинного обучения для анализа CAD-моделей и оценки траекторий инструмента по параметрам, таким как шероховатость поверхности, длина траектории инструмента и ее плавность. Искусственные нейронные сети могут определить функцию пригодности для оптимизированных условий резки, учитывая такие факторы, как сила резки, тепло и износ. Многоцелевые инструменты оптимизации MATLAB могут использоваться для получения оптимальных значений скорости резания, подачи, глубины проникновения и угла резки. Генетические алгоритмы применялись для оптимизации траекторий для обработки поверхностей, учитывая факторы, такие как отклонение поверхности и время движения инструмента. Эти подходы предоставляют эффективные и точные методы для оптимизации траекторий инструмента, выбора инструментов и оптимизации параметров резки в процессах ЧПУ-обработки.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Достижение автономных систем обработки возможно благодаря интеграции алгоритмов искусственного интеллекта и компьютерного зрения для оптимального планирования траектории инструмента, выбора инструмента и оптимизации параметров резки. Эти системы нацелены на обеспечение высокоавтономного планирования производственного процесса, создавая процессные планы без вмешательства человека. Один из подходов включает использование глубоких генеративных моделей и сетей Siamese Neural Networks (SNN) для автоматизации анализа производственной возможности и выбора процесса обработки.

Фигура 1 представляет собой приложение, созданное на основе MATLAB, предназначенное для визуализации результатов автономных систем обработки. Инструмент фокусируется на интеграции алгоритмов искусственного интеллекта и компьютерного зрения для достижения оптимального планирования траектории инструмента, выбора инструмента и оптимизации параметров резки. Он предоставляет графическое представление анализа производственной

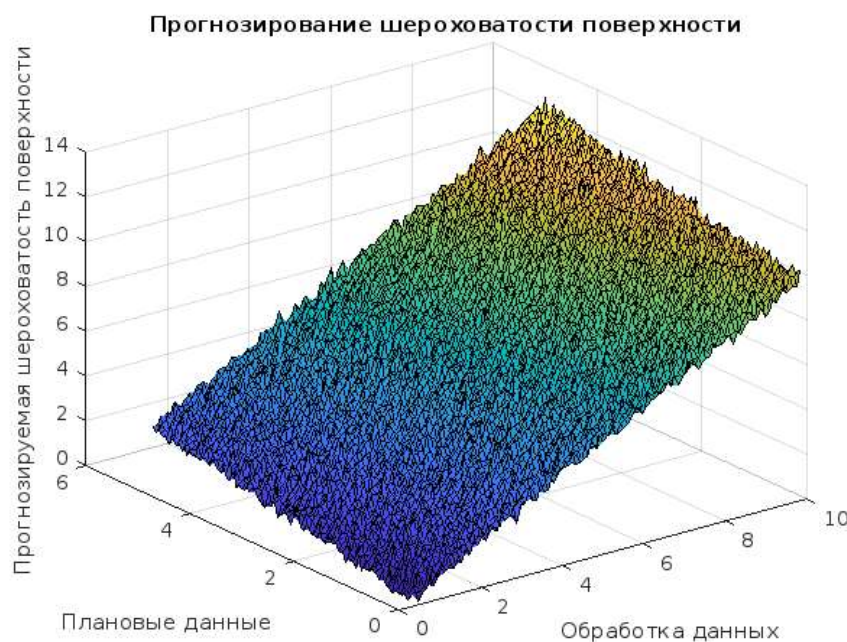


Фигура 1. Инструмент визуализации автономной обработки.

возможности и выбора процесса обработки, автоматизированных с использованием глубоких генеративных моделей и сетей Siamese Neural Networks (SNN). Отображает диаграмму рассеяния данных по обработке, где каждая точка данных представляет собой конкретные характеристики, имеющие отношение к процессу обработки. Использует цвета для представления вероятностей вывода от Siamese Neural Network, позволяя пользователям визуально выявлять критические области или паттерны. Предоставляет интерактивный интерфейс с цветовой шкалой для легкого интерпретирования вывода SNN. Позволяет настраивать визуальные элементы и включать границы решений или контуры для дополнительного анализа.

Другой подход фокусируется на прогнозировании шероховатости поверхности на основе данных о текущей обработке в реальном времени, данных о планировании и измерениях качества, которые могут быть интегрированы в программное обеспечение планирования САМ для оценки параметров и автоматической оптимизации траектории инструмента.

Фигура 2 представляет собой график, визуализирующий прогнозируемую шероховатость поверхности в контексте систем автономной обработки. Прогнозируемая шероховатость поверхности основана на данных о текущей обработке в реальном времени и планировочных данных. Ось x представляет данные о текущей обработке в реальном времени, ось y представляет планировочные данные, а ось z представляет прогнозируемую шероховатость поверхности.



Фигура 2. Прогнозирование шероховатости поверхности в системах автономной обработки.

График предоставляет представление о взаимосвязи между параметрами обработки и ожидаемым качеством обработанной поверхности. Эта предварительная визуализация помогает оптимизировать планирование траектории инструмента, выбор инструмента и оптимизацию параметров резки в процессах автономного производства. Цветовые вариации по поверхности иллюстрируют прогнозируемые значения шероховатости, облегчая принятие решений для эффективной и высококачественной обработки. Автоматизированные производственные процессы могут оптимизировать параметры процесса в реальном времени для достижения оптимальной производительности и качества продукции. Кроме того, можно использовать методы компьютерного зрения для планирования траектории инструмента, позволяя автоматически выделять элементарные траектории из начальной траектории, проходящей по поверхности 3D-модели.

ДИСКУССИЯ

В статье представлена передовая методика, интегрирующая алгоритмы искусственного интеллекта и компьютерное зрение для оптимального планирования траектории инструмента, выбора инструмента и оптимизации параметров резки в системах автономной обработки. Использование автономных систем обработки представляет собой значительный шаг вперед в области интеллектуального производства, способного

динамически адаптироваться к изменениям в окружающей среде, улучшая возможности станков с самодиагностикой, самовосстановлением и совместными функциональностями. Введение предоставляет всесторонний обзор автономных систем обработки, выделяя их разнообразные применения в адаптации к изменениям на производственном участке. Упоминание об Автономной Системе Обработки (AMS) и других вариациях подчеркивает универсальность этих систем, охватывая возможности самодиагностики и улучшенной эффективности в обработке механических деталей. Основная часть статьи касается интеграции алгоритмов искусственного интеллекта и компьютерного зрения для оптимального планирования траектории инструмента. Предложенная методика использует системы на основе машинного обучения для анализа и выбора наилучшей стратегии планирования траектории в ЧПУ-обработке. Этот подход учитывает ключевые параметры, такие как шероховатость поверхности, длина траектории инструмента и плавность. Введение методов компьютерного зрения дополнительно усиливает автоматизацию планирования траектории инструмента, выбора инструмента и оптимизации параметров резки.

Раздел методов предоставляет детальное рассмотрение различных методов, используемых в автономных системах обработки. Сюда входит самооптимизация через адаптивное управление, симуляцию, искусственный интеллект и машинное обучение. Упоминание автоматических систем мониторинга обработки, закрепления заготовок и датчиков обнаружения магнитного поля отражает широкий спектр технологий, способствующих автономной природе этих систем обработки. В разделе результатов представлено понятие использования глубоких генеративных моделей и сетей Siamese Neural Networks (SNN) для автоматизации анализа производственной возможности и выбора процесса обработки. Предоставленный код MATLAB демонстрирует создание Инструмента Визуализации Автономной Обработки, подчеркивая его роль в визуализации результатов автономных систем обработки. Кроме того, в статье обсуждается подход, сфокусированный на прогнозировании шероховатости поверхности на основе данных о текущей обработке в реальном времени, данных планирования и измерений качества, с предоставлением кода MATLAB для визуализации прогноза шероховатости поверхности. В статье представлены два инструмента визуализации - Инструмент Визуализации Автономной Обработки и График Прогнозирования Шероховатости Поверхности. Эти инструменты являются ключевыми для понимания результатов автономных процессов обработки. Диаграмма рассеяния и 3D-визуализация поверхности помогают интерпретировать результаты, предоставляя практическую и визуальную перспективу для исследователей и практиков. Использование глубоких генеративных моделей и SNN для анализа производственной возможности соответствует текущему тренду использования продвинутых нейронных сетей для автоматизации. Внедрение обучения с подкреплением для прогнозирования износа инструмента и оптимизации параметров резки отражает перспективный подход, учитывая динамические корректировки на основе износа инструмента. Интеграция компьютерного зрения с нечеткой логикой для реального времени оптимизации дополнительно подчеркивает универсальность интеллектуальных систем в обработке. Несмотря на то что результаты демонстрируют прогресс в мониторинге в реальном времени, повышении эффективности производства, снижении затрат и качестве продукции, признаются проблемы, такие как сопротивление изменениям и требования к навыкам. В статье призывается к дальнейшим исследованиям с фокусом на преодолении этих барьеров для устойчивых улучшений в производительности и устойчивости.

ВЫВОДЫ

В заключение статья представляет новаторскую методiku, объединяющую алгоритмы искусственного интеллекта (ИИ) и компьютерное зрение для революционизации автономных систем обработки. Автономные системы обработки, отличающиеся своей способностью адаптироваться к изменениям в производственной среде, представляют значительный шаг вперед в области интеллектуальных производственных процессов. Эти системы,

воплощенные в Автономной Системе Обработки (AMS) и разнообразных вариациях, интегрируют технологии, вдохновленные биологией, функции самодиагностики и кооперативные возможности для улучшения эффективности обработки в различных приложениях. Обсуждаемая в статье передовая методика решает ключевые аспекты оптимального планирования траектории инструмента, выбора инструмента и оптимизации параметров резки в станочной обработке с ЧПУ. С использованием системы на основе машинного обучения, обученной на размеченном наборе данных с различными стратегиями планирования траектории, методика достигает высокой точности в предсказании наилучшей стратегии. Интеграция методов компьютерного зрения дополнительно упрощает процесс автоматизации планирования траектории инструмента, выбора инструмента и оптимизации параметров резки, автоматически выделяя элементарные траектории из начальной траектории, тем самым сокращая количество команд в программе движения.

Раздел с результатами предоставляет конкретные результаты с помощью введения инструментов визуализации. Инструмент Визуализации Автономной Обработки, созданный с использованием MATLAB, предоставляет графическое представление результатов, подчеркивая роль глубоких генеративных моделей и сетей Siamese Neural Networks (SNN) в анализе производственной возможности и выборе процесса обработки. Кроме того, в статье обсуждается прогнозирование шероховатости поверхности на основе данных о текущей обработке в реальном времени, данных планирования и измерений качества, что дополнительно иллюстрируется кодом MATLAB для визуализации.

Список литературы

- [1]. Jinji, G. (2022). Intrinsic Safetialization of High-Risk Process Units Driven by Artificial Self-recovery. In *Artificial Self-recovery and Autonomous Health of Machine* (pp. 323-376). Singapore: Springer Nature Singapore.
- [2]. Tran, N. H., Park, H. S., Nguyen, Q. V., & Hoang, T. D. (2019). Development of a smart cyber-physical manufacturing system in the industry 4.0 context. *Applied Sciences*, 9(16), 3325.
- [3]. Ghosh, A., Maeder, A., Baker, M., & Chandramouli, D. (2019). 5G evolution: A view on 5G cellular technology beyond 3GPP release 15. *IEEE access*, 7, 127639-127651.
- [4]. Schmidt, R. A., Lee, T. D., Winstein, C., Wulf, G., & Zelaznik, H. N. (2018). *Motor control and learning: A behavioral emphasis*. Human kinetics.
- [5]. Griffin, J., Rojas, D. J., Al Shmakhy, A., & Scranton, P. (2021, September). Application of Interventionless Single Point Entry Technology to Improve Proppant Placement Control and Well Production. In *SPE Annual Technical Conference and Exhibition?* (p. D011S004R001). SPE.
- [6]. Chen, N. (2021). An evolutionary neural network approach to machining process planning: A proof of concept. *Procedia Manufacturing*, 53, 690-696.
- [7]. Mali, R. A., Aiswadesh, R., & Gupta, T. V. K. (2020). The influence of tool-path strategies and cutting parameters on cutting forces, tool wear and surface quality in finish milling of Aluminium 7075 curved surface. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 108, 589-601.
- [8]. Kukreja, A., & Pande, S. S. (2023). Optimal toolpath planning strategy prediction using machine learning technique. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 123, 106464.
- [9]. Kučera, D., Linkeova, I., & Stejskal, M. (2023). The influence of CAD model continuity on accuracy and productivity of CNC machining. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 124(3-4), 1115-1128.
- [10]. Li, W., & Liu, T. (2019). Time varying and condition adaptive hidden Markov model for tool wear state estimation and remaining useful life prediction in micro-milling. *Mechanical systems and signal processing*, 131, 689-702.
- [11]. Banda, T., Farid, A. A., Li, C., Jauw, V. L., & Lim, C. S. (2022). Application of machine vision for tool condition monitoring and tool performance optimization—a review. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 121(11-12), 7057-7086.
- [12]. Rai, R., Tiwari, M. K., Ivanov, D., & Dolgui, A. (2021). Machine learning in manufacturing and industry 4.0 applications. *International Journal of Production Research*, 59(16), 4773-4778.
- [13]. Liang, S. Y., Hecker, R. L., & Landers, R. G. (2004). Machining process monitoring and control: the state-of-the-art. *J. Manuf. Sci. Eng.*, 126(2), 297-310.

- [14]. Ruiz, A. R. J., Rosas, J. G., Granja, F. S., Honorato, J. C. P., Taboada, J. J. E., Serrano, V. M., & Jimenez, T. M. (2009). A real-time tool positioning sensor for machine-tools. *Sensors*, 9(10), 7622-7647.
- [15]. Martínez-Barberá, H., & Herrero-Pérez, D. (2010). Autonomous navigation of an automated guided vehicle in industrial environments. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 26(4), 296-311.

ПАХТАНИ ҲАВОДАН АЖРАТИШ ЖАРАЁНИ САМАРАДОРЛИГИНИ ОШИРИШ БЎЙИЧА НАЗАРИЙ ТАДҚИҚОТЛАР

М.А. Саломова, О.Т. Маматқулов, Р.М. Мурадов

Наманган тўқимачилик саноати институти
mashhurabonu95@mail.ru, +998934968495.
rmuradov1956@mail.ru, +998 94 272 94 56.
(Қабул қилинди 29.01.2024 й.)

Ушбу мақолада пахта хом ашёсини ҳаводан ажратиш олиш жараёнида тола ва чигитнинг дастлабки сифат кўрсаткичларни сақлаб қолиш ҳамда пахта бўлакчаларини турли сирт юзасидан сидирғич таъсирида ажратиш олиш жараёнининг назарий тадқиқотлари амалга оширилган. Пахтани ҳаводан ажратиш жараёнга таъсири бўйича назарий изланишлар натижаларига асосланган хулоса ва таклифлар берилган.

Калим сўзлар: пахта, тола, чигит, сепаратор, тоштутғич, циклон, қувур, турли юза, пневмотранспорт, ишқаланиш кучи, частота, узилишдаги узайиш, микронейр, сифат кўрсаткич.

В данной статье проведены теоретические исследования процесса сохранения исходных показателей качества волокна и семян при экстрагировании хлопка-сырца из воздуха, а также процесс извлечения частиц хлопка с поверхности сетки под воздействием сита. было проведено. Сделаны выводы и предложения по результатам теоретических исследований влияния воздушной сепарации хлопка на процесс.

Ключевые слова: хлопок, волокно, семя, сепаратор, дробилка, циклон, труба, сетчатая поверхность, пневмотранспорт, сила трения, частота, удлинение при разрыве, микропровод, показатель качества.

This article contains theoretical studies of the process of preserving the initial quality indicators of fiber and seeds when extracting raw cotton from the air, as well as the process of extracting cotton particles from the surface of the mesh under the influence of a sieve. was carried out. Conclusions and proposals are made based on the results of theoretical studies of the effect of air separation of cotton on the process.

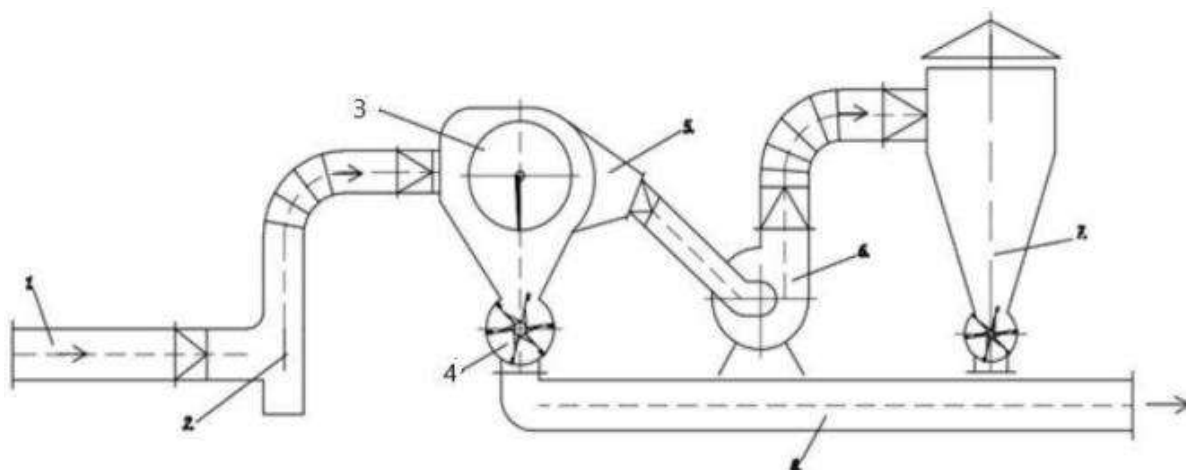
Keywords: cotton, fiber, seed, separator, crusher, cyclone, pipe, mesh surface, pneumatic transport, friction force, frequency, elongation at break, microwire, quality indicator.

КИРИШ

Республикамизда пахта етиштириш ва уни чуқур қайта ишлаш асосида юқори қўшимча қийматга эга бўлган маҳсулотлар ишлаб чиқаришнинг кластер усули жорий этиш, пахтани етиштириш, йиғиб-териш олиш, ғарамларга жойлаш, ишлаб чиқариш жараёнига узатиш, қуриштириш ва тозалаш, жинлаш жараёнларидан ташқари, йиғириш, тўқиш, бўяш-пардозлаш, тикиш жараёнлари бўйича кенг кўламли чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. 2022- 2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясида жумладан, «Миллий иқтисодиёт барқарорлигини таъминлаш ва ялпи ички маҳсулотда саноат улушини оширишга қаратилган саноат сиёсатини давом эттириб, саноат маҳсулотларини ишлаб чиқариш ҳажмини 1,4 бараварга ошириш» бўйича вазифалари белгиланган. Ушбу вазифани амалга оширишда, хусусан, пахта хом ашёсини ишлаб чиқариш жараёнига дастлабки сифат кўрсаткичларига таъсир кўрсатмасдан узатиб берилиши натижасида хом ашёни сифат кўрсаткичларини сақлаш учун илмий асосланган самарали технологияларни, маҳсулот сифати ва табиий хусусиятларининг бузилишига олиб келувчи омилларини бартараф этувчи техникавий ечимларни ишлаб чиқиш муҳим ҳисобланади.

МЕТОДЛАР

Пахтани тозалаш корхоналарида ғарамлашдан хом ашёни ишлаб чиқариш жараёнига узатиб беришда қўзғалувчан қурилмалар ёрдамида амалга оширилади (1-расм). Ҳозирги вақтда пахта тозалаш корхоналарида қўзғалувчан қурилманинг сўрувчи пуфловчи тизмидан кенг фойдаланиб келинмоқда. Пахта хом ашёси кувур орқали тоштутгич қурилмасига келиб, таркибидан оғир аралашмалардан ажралади. Кейин тоштутгич қурилмасидан ўтиб сепаратор ишчи камерасига келиб тушади. Сепаратор ишчи камерасида тўрли юза, сидиргич жойлашган бўлиб, тўрли юзага ёпишган пахтани сидиргич ёрдамида ажратиб олиб вакуум-клапанга ташлаб кейинги жараёнга узатиб беради. Чанг ҳавони тозалаш вентилатор орқали сўриб олиб циклонга берилади. У ерда чанг ҳаво таркибидаги ифлосликлар тутиб қолинади.



1-расм. Қўзғалувчан қурилма. 1-пневмокувур; 2-тоштутгич; 3-сепаратор ишчи камераси; 4-вакуум-клапан; 5-ҳаво сўрувчи кувур; 6-вентилатор; 7-циклон.

Кувур орқали келаётган пахта хомашёси таркибидан оғир аралашмаларни ажратиш олиш учун ҳаво ёрдамида ташувчи қурилма тизимида, ушбу аралашмаларни тутувчи қурилма 2ЧТЛ маркали тоштутгич кенг қўлланилади. Пахта тозалаш корхоналарида асосан 2ЧТЛ маркали тоштутгич кенг қўлланилади. У кириш қузури 1, ажратиш камераси 2, юк тушуриш камераси 3, шибер 4 ва чиқиш қузури 5 дан иборат [1,2].

Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси академиги Х.А.Рахматуллин пахта бўлакчасининг кўндаланг ҳаракатига ҳавонинг аэродинамик қаршилигини ҳисобга олган ҳолда, кувурда пахтанинг ҳаракат қонунини аниқлаган ва инерция кучи ёрдамида пахтани ҳаводан ажратиш олиш мумкинлиги тўғрисидаги фикрни олға сурган. Ўтказилган тадқиқотлар натижаларига асосланиб, пахта сепарацияси 135^0 га тенг бурчак бурилишида ҳосил бўлиши, шу билан бирга оқим тезлиги 16 m/s бўлишлиги илмий асослаган.

Р. Мурадов ишида, конус шаклдаги тўрли юзаларда пахтанинг ҳаракатини ўрганилган [6]. Вакуум-клапаннинг парраклари билан камера деворлари орасига пахта қисилиб қолишининг асосий сабаблари аниқланган.

И.Турсунов томонидан спираль шаклидаги тўрли сиртга эга бўлган сепаратор таклиф қилинган бўлиб сепаратор ишчи органлари конструкциясини такомиллаштириш орқали пахта маҳсулотлари дастлабки сифат кўрсаткичларини сақлаш ва иш унумдорлиги оширилган [4].

О.Маматкулов томонидан олиб борган илмий тадқиқот ишида қурилма конструкциясини такомиллаштириш таклиф этилган. Тадқиқотда чигитдаги нуқсонлар, сепаратордан ўтишлар сонига боғлиқ ҳолда ўрганилган. Сепараторда ўтишлар сонининг ортиши қурилмада тола йўқолиши бўйича тадқиқотлар ўрганилган [5].

Юқорида таҳлиллар натижасида мавжуд сепараторларда пахтани ҳаво оқими ёрдамида ташиш жараёнининг асосий камчиликларидан бири пахтани ташиш жараёнига кўп энергия сарф бўлиши. Бундан ташқари пахта хомашёсининг тўрли сирт юзасига кириб қолиши, пахтани тўрли юза сиртидан сидиргич ёрдамида ажратиш олиш жараёнида тола ва

чигитнинг шикастланиши, пахтани тўрли юза сиртига тикилиб қолиши, чанг ҳаво таркибига калта ва эркин толаларининг қўшилиб чиқиб кетиш ҳолатлари мавжудлиги кузатилган.

Амалдаги сепараторни ишлаши жараёнида унинг тўрли қисмига пахта бўлакчаларининг кўп қисми ҳаво ёрдамида бориб ёпишиб қолиши мумкинлиги кузатилган. Шу муносабат билан пахта ва ҳаво заррачаларини ҳарактини ўрганиб чиқамиз [7,8,9].

Юқорида келтирилган маълумотларга кўра сепаратор ишчи камерасига кириб келаётган ҳаво ва пахта тезликларини ўзгармас деб қабул қиламиз. У ҳолда аралашма компонентлари тўрли юза билан ўзаро таъсирда бўлиб, юза сиртидан фақат ҳаво компоненти оқими ҳосил бўлиши, пахта компоненти эса юза сиртида тўлиқ сақланиши мумкин бўлган ҳолни кўриб чиқамиз. Массанинг сақланиш қонунига кўра қўйидаги тенгликни ёзиш мумкин:

$$S_0 \rho_{00} u_{00} m_0 = S_c \rho_{0c} u_{0c} \quad (1)$$

бу ерда: S_c -аралашмадаги ҳаво оқими ўтказадиган тўрли сирт юзаси;

ρ_{0c} -сирт юзасидаги ҳаво компонентининг зичлиги ҳамда u_{0c} - тезлиги.

(1) боғланишдан S_c ни аниқлаймиз.

$$S_c = \frac{S_0 \rho_{00} u_{00} m_0}{\rho_{0c} u_{0c}} \quad (2)$$

Параболасимон тешикли тўрли сиртнинг юзаси $S_t = \pi R^2 a$ деб қабул қилинса, ушбу нисбат ҳаво оқимининг ўтказувчи тўрли сиртни улушини аниқлайди.

$$n = \frac{S_c}{\pi R a} \quad (3)$$

Ҳисоблашда юқорида келтирилган қийматлар билан бирга графиклардан ҳамда қўйидаги боғланишдан $\rho_{0c} = \frac{u_{00} \rho_{00} S_0 m_0}{u_{1c} \pi R a m_c}$ $u_{1c} = 9,5 \text{ м}$ $m_{1c} = 0,98$ бўлганда фойдаланиб. Қўйидаги натижани оламиз $n = 0,63$.

Пахта хома шёси тўрли сирт билан таъсирлашуви ҳолатида унинг юзасида пахта тўлиқ ушланиб қолиш шартида ундаги пахта қалинлигини ҳисоблаймиз. [10,11,12]. Сидиргичларнинг даврий ҳаракати давомида сирт устида тўпланаётган пахта массаси қўйидаги интеграл орқали ҳисобланади:

$$M = \int_0^{\pi} h_0(\varphi) \rho_1(\varphi) (1-n) \pi a R d\varphi \quad (4)$$

бу ерда: $h_0(\varphi)$ -сирт устида иккита сидиргичларнинг даврий таъсири оралиғи $0 < t < \pi$ вақт (ω -сидиргичларнинг бурчак тезлиги) оралиғидаги пахта қалинлиги бўлиб уни ушбу боғланиш орқали аниқлаймиз:

$$h_0 = k \cdot R \cdot (\pi - \varphi) \quad , \quad (5)$$

бу ерда: k - ўзгармас коэффициент бўлиб, уни аниқлаш лозим бўлади.

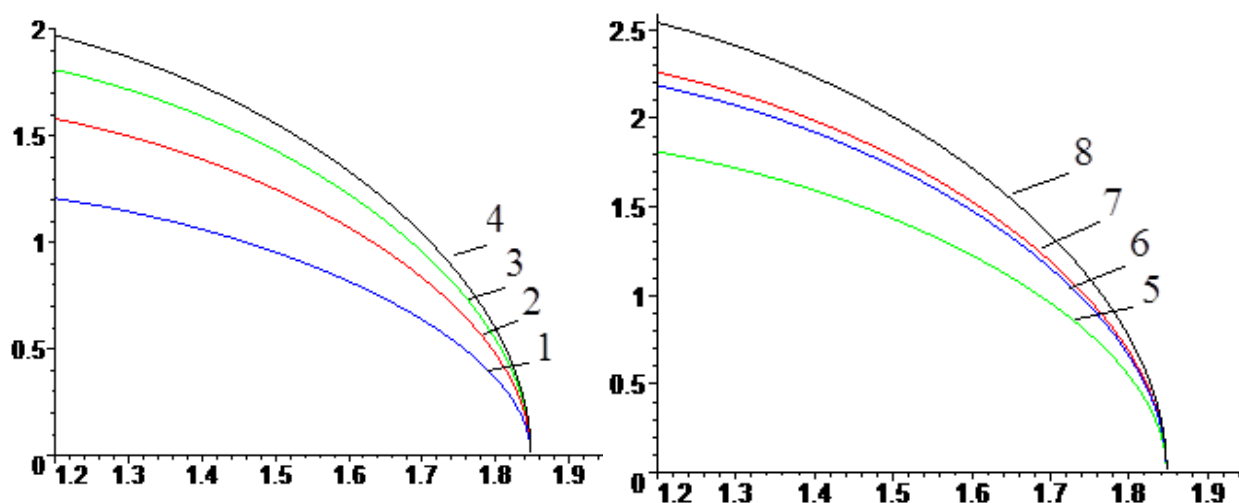
Юқоридаги формулага $h_0(\varphi)$ ифодасини ҳамда $\rho_1 = \rho_{1c} = \frac{(1-m_0)\rho_{10}}{(1-m_c)}$ боғланишдан фойдаланилса пахта массасини ҳисоблаш учун қўйидаги формулани оламиз.

$$M = \frac{\rho_{10}(1-m_0)\pi^2 R^2 a(1-n)}{2(1-m_c)} k \quad . \quad (6)$$

Иккинчи томонда стационар оқим учун $0 < t < \pi/\omega$ вақт давомида тўрли сиртга тўпланадиган пахта массаси $M = \rho_{10}(1-m_0)S_0 u_{00} \pi/\omega$ га тенг бўлади. [13,14,15]. Иккала массани ўзаро тенглаштириб k коэффициентини аниқлаш учун қўйидаги формулани оламиз.

$$k = \frac{2(1 - m_c)S_0 u_{00}}{\pi R^2 a(1 - n)\omega} \quad (7)$$

2-расмда пахта қалинлигининг иккита сидиргич орасидаги бурчак φ бўйича ҳар хил ω лардаги ўзгариш графиклари келтирилган:



1 – $\omega = 80$, 2 – $\omega = 70$, 3 – $\omega = 60$, 4 – $\omega = 50$, 5 – $\omega = 40$, 6 – $\omega = 30$, 7 – $\omega = 20$, 8 – $\omega = 10$.

2-расм Тўрли юзада тўпланадиган пахта қалинлигининг сидиргичларнинг ҳар хил бурчак тезлиги $\omega(\text{с}^{-1})$ да бурчак φ бўйича ўзгариш графиклари.

Графикдан кўриниб турибдики, иккита параболасимон сидиргичларнинг бурчак тезликлари 10 с^{-1} бўлганда параболасимон тешикли тўрли юзада тўпланадиган пахта миқдорининг қалинлиги 2,5 мм дан юқори бўлади, бурчак тезлиги 20 с^{-1} бўлганда тўрли юзада тўпланадиган пахта қалинлиги кескин камайган ҳолда 0,65 мм бўлади, бурчак тезлиги 30 с^{-1} бўлганда тўрли юзада тўпланадиган пахта хомашёси қалинлиги кескин камайган ҳолда 0,41 мм бўлади, бурчак тезлиги 50 с^{-1} бўлганда параболасимон тешикли тўрли юзада тўпланадиган пахта хомашёси қалинлиги кескин камайган ҳолда 0,28 мм бўлади, бурчак тезлиги 60 с^{-1} бўлганда тўрли юзада тўпланадиган пахта хомашёси қалинлиги кескин камайган ҳолда 0,21 мм бўлади, бурчак тезлиги 70 с^{-1} бўлганда тўрли юзада тўпланадиган пахта хомашёсининг қалинлиги 0,18 мм бўлади, бурчак тезлиги 80 с^{-1} бўлганда тўрли юзада тўпланадиган пахта хомашёси қалинлиги эса 0,16 мм бўлади[16,17].

Мунозара

Пахта хом ашёсини ишлаб чиқариш жараёнига етказиб беришда қўлланиладиган қурилманинг асосий ишчи қисмларидан ҳисобланган пахтани сепаратори бўйича илмий адабиётлар таҳлили қилинди. Натижада мавжуд сепараторларнинг бир қатор камчиликларини аниқлаш ва сепараторда пахтани қўшимча тозалаш, пахтанинг механик шикастланишини ва тола йўқолишини камайтириш бўйича тадқиқот олиб бориш зарурлигини кўрсатган.

Назарий тадқиқотлар натижасида шуни айтиш мумкинки, пахтанинг қалинлигини ҳисобга олган ҳолда параболасимон тешикли тўрли юзадан иборат бўлган тўрли юза тўсилиб қолмаслиги учун пахта хомашёсининг қалинлиги 10-15 мм бўлиши зарур. Бу эса сидиргичларнинг бурчак тезлиги минимал 20 мин^{-1} бўлинганда амалга оширилади. Ундан кам бўлган тақдирда тақлиф қилинаётган тўрли юза тўсилиб қолиш ҳолатлари кузатилади.

Адабиётлар

- [1]. Жабборов Г.Ж. ва бошқалар. Пахтани дастлабки ишлаш технологияси. // Т.: Ўқитувчи, 1987.
- [2]. Каттаходжаев Р.М., Зияев Х.А., Кодирходжаев С.Х., Влияние конструкции узлов пневматранспортных установок на порокообразование волокне и повреждённости семян //Хлопковая промышленность. Ташкент.1983.№3-С.12-13.

- [3]. Кадырходжаев С.К. Разработка сепаратора для хлопка-сырца с целью сохранения его качественных показателей и сокращения потерь волокна. Дисс.канд.тех.наук, Ташкент, 1986.
- [4]. И.Турсунов. Пахтани дастлабки сифат кўрсаткичларини сақлаш мақсадида сепаратор ишчи органларини такомиллаштириш. // Фал.фан. PhD дисс. Тошкент, 2021й.
- [5]. Маматқулов О. Пахта сепараторининг рационал конструкциясини яратиш. // Фал.фан. PhD дисс. Наманган, 2019й.
- [6]. Muradov R., Kushimov A. A., Mavluda Y. Theoretical and practical study of the process of cotton separation in mobile device //European Journal of Molecular & Clinical Medicine. – 2020. – Т. 7. – №. 6. – С. 3006-3015.
- [7]. A.Koshimov Salomova Mashhura Arobboy qizi, Murodov Rustam Murodovich. Paxtani tashuvchi qurilma konstruksiyasini takomillashtirish. 2021. Бухоро муҳандислик-технология институти 279-284.
- [8]. Qodirova Gulnora, Salomova Mashhura Arobboy qizi, Murodov Rustam Murodovich Paxta tolasining sifat ko'rsatkichlarini o'rganish. 2021 Farg'ona politexnika instituti, 114-117.
- [9]. Рахимов Ф., Саломова М., Қосимов Х.// Пневмотранспорт қурилмаси элементларини такомиллаштириш// Механика муаммолари 2019 .
- [10]. Muradov R., Rakhimov F., Kasymov H., Karimov A. "Theoretical Study Of The Movement Of New Impurities And Heavy Impurities" The American journal of engineering and technology, Volume02 Issue07 July 2020. DOI: 10.37547/tajet. ISSN (e): 2689 0984 DOI:https://doi.org/10.37547/tajet/Volume 02Issue 07
- [11]. R.Muradov, F.Rakhimov, Kh.Kasymov, A.Karimov Theoretical Study Of The Movement Of New Impurities And Heavy Impurities THE AMERICAN JOURNAL OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY, Volume02 Issue07 July 2020/ <http://theamericanjournals.com/index.php/ajet>
- [12]. Salohiddinova Mahliyo Salomova Mashhura Arobboy qizi, Murodov Rustam Murodovich. Determination of impact power caused by collection of cotton from the air in a movable device. НамМТИ илмий-техник журнали. 2021. 5. 3-7.
- [13]. Maftuna Tokhirova, Azizjon Khasanov, Mashkhura Salomova, Olimjon Sarimsakov, Rustam Muradov. To study the process of leveling raw cotton on the horizontal belt surface of the feeder. AIP Conference Proceedings. AIP Publishing 2023/6/23. 2789
- [14]. Mashkhura Salomova, Makhliyo Salohiddinova, Rustam Muradov How to increase the effect radius of the cotton transport process in a mobile device. AIP Conference Proceedings 2789 <https://doi.org/10.1063/5.0145641>. 2023/6/23
- [15]. F Rakhimov, M Salomova, H Kasimov. Improvement of elements of pneumatic transport device. Problems of mechanics. 2019.
- [16]. R. Muradov F Rahimov, N Rajapova, M Salomova. Create a Device that can Remove Heavy Components from the Chassis Chamber. International Journal Advanced Research Science, Engineering and Technology//Of ijarset. 2350-0328. 2019/7.
- [17]. Rustam Muradov, Azamat Abrurazzokovich Kushimov, Yuldasheva Mavluda. Theoretical and practical study of the process of cotton separation in mobile device. European Journal of Molecular & Clinical Medicine. 3006-3015.2020/12/29

УЎТ 631.312.021

КОМБИНАЦИЯЛАШГАН МАШИНА ЧУҚУР ЮМШАТКИЧЛАРИНИНГ БЕЛГИЛАНГАН ЧУҚУРЛИККА БОТИБ ИШЛАШИ

А. Тўхтақузиёв¹, И.А. Икромов²

¹Қишлоқ хўжалигини механизациялаш илмий-тадқиқот институти

a_tuhtaquziyev@mail.ru, тел +998977190518

²Фарғона политехника институти

Iqbol1978@mail.ru, тел +998901655100

(Қабул қилинди 1.02.2024 й.)

Ушбу мақолада ток қатор ораларига ишлов берадиган комбинациялашган машина чуқур юмшаткичларининг белгиланган чуқурликка ботиши ва шу чуқурликда бир текис юришини тадқиқ этишга оид назарий тадқиқотларнинг натижалари келтирилган. Назарий тадқиқотлар чуқур юмшаткичларни белгиланган чуқурликка ботиб ишлаши ва шу чуқурликда бир текис ишлаши асосан унинг таянч текислигидан пастки осии нуқталаригача бўлган тик масофани тўғри танлаш ҳисобига таъминланишини кўрсатди.

Калит сўзлар: комбинациялашган машина, чуқур юмшаткич, таянч гилдирак, ўғит бункери, диски юмшаткич, ишлов бериш чуқурлиги ва унинг бир текислиги, таянч текислигидан пастки осии нуқталаригача бўлган тик масофа, тортишга қаришлик.

This article presents the results of theoretical studies on the investigation of the deep softeners of the

combination machine working between the rows of vines to the specified depth and the uniform movement at this depth. Theoretical studies have shown that the immersion of deep softeners to a specified depth and uniform operation at this depth is mainly ensured by the correct selection of the vertical distance from its support plane to the lower suspension points.

Key words: combined machine, deep softener, support wheel, fertilizer hopper, disk softener, working depth and its uniformity, vertical distance from the support plane to the lower suspension points, traction resistance.

В статье представлены результаты теоретических исследований по исследованию работы глубоких умягчителей комбинированной машины, работающих между рядами лозы на заданную глубину и равномерного перемещения на этой глубине. Теоретические исследования показали, что погружение глубинных умягчителей на заданную глубину и равномерная работа на этой глубине в основном обеспечивается правильным выбором вертикального расстояния от ее опорной плоскости до нижних точек подвески.

Ключевые слова: комбинированная машина, глубокий умягчитель, опорное колесо, бункер для удобрений, дисковый умягчитель, глубина обработки и ее равномерность, расстояние по вертикали от плоскости опоры до нижних точек подвески, тяговое сопротивление.

Кириш

Ток илдизлари механик шикастланган (қирқилган, узилган ва ҳ.к.)да қайта тикланиш, яъни регенератив хусусиятга эга. Нам ва озик моддалар етарли бўлган муҳитда регенератив жараён кучли кечиб, илдизнинг йўқолган қисми тез тикланади. Пайдо бўлган ёш илдизлар катта сўриш кучига эга бўлиб, тупроқдаги сув ва унда эриган минерал тузларни ўзлаштиради, уларни босим билан ўтказувчи найларга, улар орқали ўсимлик ер устки қисмига етказиб беради. Ўзбекистон шароитида узумларнинг томирини регенерация қилиш масаласи М.Мирзаев номидаги илмий-тадқиқот институтида ўрганилган. Тажрибаларни кўрсатишича штабдан 50 см масофада қирқилган томирларда регенерация жараёни жадал кечган [1, 2].

Бугунги кунда боғ ва токзорлар қатор оралари тупроғига ишлов бериш анча аввал яратилган, маънавий жиҳатдан эскирган машина ва қуроллар билан амалга оширилмоқда ва уларнинг ҳар йилги таъмири учун кўп миқдорда маблағ сарфланади. Кўп ҳолларда боғдорчиликка мўлжалланган махсус тупроққа ишлов берадиган машиналарнинг етишмаслиги сабабли пахтачилик комплексининг тупроққа ишлов бериш машиналаридан фойдаланилади (плуглар, диски бороналар, чизел-культиваторлар ва бошқалар).

Юқоридагиларни ҳисобга олиб Қишлоқ хўжалигини механизациялаш илмий-тадқиқот институтида бир ўтишда ток илдизларини қирқадиган, ўғит соладиган ва қаторлар ораларига ишлов берадиган комбинациялашган машинанинг конструкцияси ишлаб чиқилди ва унинг параметрларини асослаш бўйича тадқиқотлар ўтказилди [3].

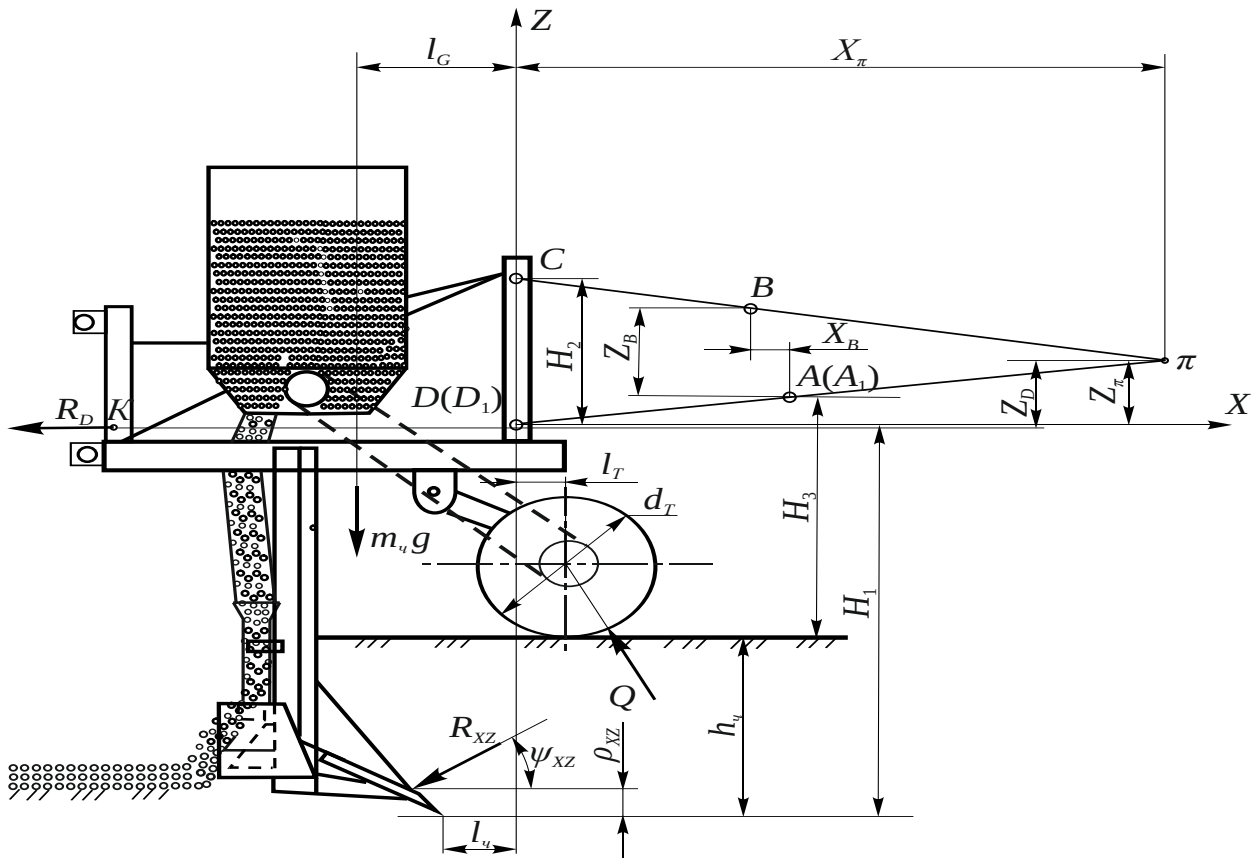
Комбинациялашган машина рама, осииш қурилмаси, ўғит бункери, таянч ғилдираклар, ток илдизларини қирқадиган ва ўғит соладиган чуқур юмшаткичлар ҳамда қатор ораларига ишлов берадиган диски юмшаткичдан ташкил топган. Диски юмшаткич комбинациялашган машина рамасининг орқа томонига шарнирли уланади ва уни комбинациялашган машина билан бирга ҳамда алоҳида ишлатиш мумкин.

Тадқиқот жараёнида назарий механика ҳамда аналитик геометриянинг қонун ва қоидалари ҳамда тензометрия усуллари ва мавжуд меъёрий ҳужжатларда (О'з DST 3412:2018 “Қишлоқ хўжалиги техникасини синаш. Тупроққа чуқур ишлов бериш машиналари ва қуроллари. Синовларнинг дастури ва усуллари” ва О'з DSt 3355:2018 “Қишлоқ хўжалиги техникасини синаш. Тупроқ чуқур ишлов берувчи машиналар ва қуроллар. Синов дастури ва усуллари”) келтирилган усуллардан фойдаланилган [4, 5].

Комбинациялашган машинанинг чуқур юмшаткичлари иш жараёнида ток илдизларини белгиланган чуқурликда қирқилиши ва ўғитларни белгиланган чуқурликка солинишини таъминланиши лозим. Бунинг учун машинанинг таянч ғилдираклари доимий равишда тупроққа (дала юзасига) босиб турилиши, яъни $Q > 0$ (бунда Q – тупроқнинг ғилдиракларга реакция кучи) бўлиши лозим. Чунки бунда чуқур юмшаткичлар белгиланган чуқурликка ботиб ва ишлов бериш чуқурлигини ўзгартирмасдан ишлайди.

1-расмда келтирилган схемадан фойдаланиб, тупроқ томонидан таянч ғилдирақларга таъсир этадиган реакция кучини аниқлаймиз. Бунинг учун иш жараёнида чуқур юмшаткичлар ва улар ўрнатилган рамага таъсир этаётган кучларнинг трактор осииш механизмининг (ва демак чуқур юмшаткичларнинг) оний айланиш маркази “ π ” га нисбатан мувозанат тенгламасини тузамиз. У қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$\begin{aligned} \sum M_{\pi} = & G_q (X_{\pi} + l_G) + R_{XZ}^q (X_{\pi} + l_q + \rho_{XZ} \operatorname{ctg} \alpha) \sin \psi_{XZ} - \\ & - R_{XZ}^q (H_1 + Z_{\pi}) \cos \psi_{XZ} - R_{\partial} Z_{\partial} - \frac{Q}{\sqrt{1 + \mu^2}} [X_{\pi} + l_T - \\ & - \mu (H_1 - h_q - 0,5 d_T + Z_{\pi})] = 0, \end{aligned} \quad (1)$$



1-расм. Комбинациялашган машина чуқур юмшаткичларини белгиланган чуқурликка ботиши ва шу чуқурликда бир текис юришини тадқиқ этишга доир схема.

бунда $G_q = m_q g$ – комбинациялашган машина рамасининг чуқур юмшаткичлар, таянч ғилдирақлар ва ўғитлаш аппарати билан биргаликдаги оғирлик кучи, N;

m_q – комбинациялашган машина рамасининг чуқур юмшаткичлар, таянч ғилдирақлар ва ўғитлаш аппарати билан биргаликдаги массаси, kg;

g – эркин тушиш тезланиши, m/s²;

X_{π} , Z_{π} – комбинациялашган машинанинг пастки осииш нуқталари D (D_1) дан унинг бўйлама-тик текисликдаги оний айланиш маркази (π) гача бўлган бўйлама ва тик масофалар, m;

l_G – комбинациялашган машинанинг пастки осииш нуқталаридан оғирлик кучи $G_q = m_q g$ кучи O_1 нуқтагача бўлган бўйлама масофа, m;

R_{XZ}^q – бўйлама-тик текисликда тупроқ томонидан чуқур юмшаткичларнинг исканасига таъсир этаётган реакция кучларининг тенг таъсир этувчиси, N;

l_q – комбинациялашган машинанинг пастки осиш нуқталаридан чуқур юмшаткичнинг исканасига бўлган бўйлама масофа, м;

ρ_{XZ} – чуқур юмшаткич исканасининг тиғидан R_{XZ} куч қўйилган нуқтага бўлган тик масофа, м;

ψ_{XZ} – R_{XZ} кучнинг горизонталдан оғиш бурчаги, °;

H_1 – чуқур юмшаткичнинг таянч текислигидан, яъни исканасининг тиғидан унинг пастки осиш нуқталарига бўлган тик масофа, м;

R_o – комбинациялашган машина дискли юмшаткичининг тортишга қаршилиги, N;

Z_o – R_o куч қўйилган нуқтадан оний айланиш марказига бўлган тик масофа, м;

l_T – чуқур юмшаткичнинг пастки осиш нуқталаридан унинг таянч ғилдирагининг айланиш марказига бўлган бўйлама масофа, м;

μ – комбинациялашган машинанинг таянч ғилдирагининг думалашга қаршилик коэффиценти;

h_q – чуқур юмшаткичлар ишлов бериш чуқурлиги, м;

d_T – комбинациялашган машина таянч ғилдирагининг диаметри, м;

(1) ифодадан N ни аниқлаймиз

$$Q = \sqrt{1 + \mu^2} \left[m_q g (X_\pi + l_G) + R_{XZ}^u (X_\pi + l_q + \rho_{XZ} \operatorname{ctg} \alpha) \sin \psi_{XZ} - R_{XZ}^u (H_1 + Z_\pi) \cos \psi_{XZ} - R_o Z_o \right] : \left[X_\pi + l_T - \mu (H_1 - h_q - 0,5d_T + Z_\pi) \right]. \quad (2)$$

Бу ифодани қуйидаги кўринишга келтирамиз

$$Q = \sqrt{1 + \mu^2} \left[(m_q g + R_{XZ}^u \sin \psi_{XZ}) X_\pi + m_q g l_G + R_{XZ}^u (l_q + \rho_{XZ} \operatorname{ctg} \alpha) \sin \psi_{XZ} - R_{XZ}^u (H_1 + Z_\pi) \cos \psi_{XZ} - R_o Z_o \right] : \left[X_\pi + l_T - \mu (H_1 - h_q - 0,5d_T + Z_\pi) \right]. \quad (3)$$

Бу ифодадаги X_π ва Z_π ларни трактор ва чуқур юмшаткич осиш қурилмаларининг ўлчам ва параметрлари орқали ифодалаб [6, 7], қуйидаги якуний натижани оламиз

$$Q = \sqrt{1 + \mu^2} \left\{ (m_q g + R_{XZ}^u \sin \psi_{XZ}) \times \frac{H_2 \sqrt{l_o^2 - 0,25(l_k - l)^2 - (H_3 + h_q - H_1)^2} \left[\sqrt{l_o^2 - 0,25(l_k - l)^2 - (H_3 + h_q - H_1)^2} - X_B \right]}{(H_2 - Z_B) \sqrt{l_o^2 - 0,25(l_k - l)^2 - (H_3 + h_q - H_1)^2} - (H_3 + h_q - H_1) X_B} + \right. \\ \left. + m_q g l_G + R_{XZ}^u (l_q + \rho_{XZ} \operatorname{ctg} \alpha) \sin \psi_{XZ} - R_{XZ}^u \right\} H_1 \\ + \frac{H_2 (H_3 + h_q - H_1) \left[\sqrt{l_o^2 - 0,25(l_k - l)^2 - (H_3 + h_q - H_1)^2} - X_B \right]}{(H_2 - Z_B) \sqrt{l_o^2 - 0,25(l_k - l)^2 - (H_3 + h_q - H_1)^2} - (H_3 + h_q - H_1) X_B} \left\{ \right.$$

$$\left. \begin{aligned} & \times \cos \psi_{xz} - R_o Z_o \} : \\ & \left[\frac{H_2 \sqrt{l_o^2 - 0,25(l_k - l)^2 - (H_3 + h_q - H_1)^2} \left[\sqrt{l_o^2 - 0,25(l_k - l)^2 - (H_3 + h_q - H_1)^2} - X_B \right]}{(H_2 - Z_B) \sqrt{l_o^2 - 0,25(l_k - l)^2 - (H_3 + h_q - H_1)^2} - (H_3 + h_q - H_1) X_B} + \right. \\ & \left. + l_T - \mu \left(H_1 - h_q - 0,5 d_T + \frac{H_2 (H_3 + h_q - H_1) \left[\sqrt{l_o^2 - 0,25(l_k - l)^2 - (H_3 + h_q - H_1)^2} - X_B \right]}{(H_2 - Z_B) \sqrt{l_o^2 - 0,25(l_k - l)^2 - (H_3 + h_q - H_1)^2} - (H_3 + h_q - H_1) X_B} \right) \right] \} \quad (4) \end{aligned}$$

бунда H_2 – комбинациялашган машинанинг пастки ва юқориги осиш нуқталари орасидаги тик масофа, м;

H_3 – тракторнинг таянч текислигидан, яъни дала юзасидан унинг осиш қурилмаси пастки тортқиларининг қўзғалмас шарнирлари $A(A_1)$ гача бўлган тик масофа, м;

l_o – трактор осиш қурилмаси пастки тортқиларининг узунлиги, м;

l_k – чуқур юмшаткичнинг пастки осиш нуқталари орасидаги кўндаланг масофа, м;

l – трактор осиш қурилмаси пастки бўйлама тортқиларининг қўзғалмас шарнирлари орасидаги кўндаланг масофа, м;

X_B, Z_B – трактор осиш қурилмаси пастки ва марказий бўйлама тортқиларининг қўзғалмас $A(A_1)$ ва B шарнирлари орасидаги бўйлама ва тик масофалар, м.

(4) ифоданинг таҳлили шуни кўрсатадики, трактор осиш қурилмасининг ўлчам ва параметрлари ҳамда комбинациялашган машинанинг пастки ва юқориги осиш нуқталари орасидаги тик масофа стандартлашганлиги [8] ҳамда чуқур юмшатларнинг параметрлари у белгиланган жараёни ишончли ва сифатли бажариши ҳамда кам энергия ва материал ҳажмдорликка эга бўлиш шартларидан қабул қилиниши ҳисобга олинса, юқорида таъкидланган $N > 0$ шарт ва демак чуқур юмшаткични берилган чуқурликка ботиб ишлаши ва шу чуқурликда бир текис ишлаши асосан унинг таянч текислигидан пастки осиш нуқталаригача бўлган тик масофа H_1 ни тўғри танлаш ҳисобига таъминланади.

$\mu=0,2, m_q=800 \text{ kg}, g=9,81 \text{ m/s}^2, R_{xz}^q=19,42 \text{ kN}, \psi_{xz}=8^\circ, h_q=0,45 \text{ m}, R_o=6,5 \text{ kN}, Z_o=0,2 \text{ m}, \alpha=30^\circ, l_G=0,8 \text{ m}, l_q=0,5 \text{ m}, d_T=0,52 \text{ m}, l_T=0,25 \text{ m}$ ҳамда 3-4 классдаги тракторлар учун $H_2=0,9 \text{ m}, H_3=0,6 \text{ m}, l_o=0,95 \text{ m}, l_k=1,04 \text{ m}, l=0,62 \text{ m}, X_B=0,30 \text{ m}, Z_B=0,56 \text{ m}$ қабул қилиниб, N ни H_1 га боғлиқ равишда ўзгариш графиги қурилди. Ундан кўриниб турибдики Z_1 ни ортиши N ни ортишига олиб келади.

Юқорида ўтказилган назарий ва тажрибавий тадқиқотларнинг таҳлиliga асосан чуқур юмшаткич иш органлари белгиланган чуқурликка ишлов бериши ва шу чуқурликда барқарор ишлаши учун унинг таянч текислигидан пастки осиш нуқталаригача бўлган тик масофа камида 75 см бўлиши лозим.

Адабиётлар

- [1]. Джавакянц Ю.М. «Научные основы технологии обработки почвы в садах и виноградниках Узбекистана». – Диссертация в виде научного доклада на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук, Ташкент. – 2008 год. -156 С.
- [2]. Темуров Ш. Узумчилик. – Тошкент: «Ўзбекистон миллий энциклопедияси», 2002. – 62 б.

- [3]. Комилов Н. Ток илдиэларини кесадиган ва ўғитни кенг тасмасимон усулда соладиган чуқур юмшаткич параметрларини асослаш // «Қишлоқ хўжа-лигида ресурс тежовчи инновацион технология ва техник воситаларни яратиш ҳамда улардан самарали фойдаланиш истиқболлари» мавзусидаги республика илмий-техник анжумани мақолалар тўплами. -Қарши, ҚарМИ. 2019. –Б. 59-61.
- [4]. О'зДСт 3355:2018 “Қишлоқ хўжалиги техникасини синаш. Тупроқ чуқур ишлов берувчи машиналар ва қуроқлар. Синов дастури ва усуллари” // Расмий нашр. – Тошкент, 2018. – 32 б.
- [5]. О'з DST 3412:2019 “Қишлоқ хўжалиги техникасини синаш. Тупроқ юзасига ишлов берувчи машиналар ва қуроқлар. Синов дастури ва усуллари” // Расмий нашр. – Тошкент, 2019. – 52 б.
- [6]. Тўхтақўзиев А., Мансуров М., Расулжонов А., Каримова Д. Тупроққа ишлов бериш машиналарининг ишлаш чуқурлиги барқарорлигини таъминлашнинг илмий асослари // Тошкент: TURON-IQBOL, 2020. – 168 б.
- [7]. Tukhtakuziev A., Rasuljonov A. R. Ensuring the stability of the processing depth of suspended soil mounted machines //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2020. – Т. 614. – №. 1. – С. 012156.

UDK 621.791.92

YERGA ISHLOV BERUVCHI ORGANLARNING ISHCHI YUZALARINI ISH UNUMDORLIGIGA YUQORI XROMLI KUKUN QOPLAMALARINI TA'SIRI

D.M. Berdiyev, M.A. Umarova, A.X. Abdullayev, G.Sh. Qo'ziyev

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
([Qabul qilindi 1.02.2024 y.](#))

Maqolada yerga ishlov beruvchi ishchi organlarni yuqori xromli metallardan gaz alangasida qoplama hosil qilib yeyilishbardoshlilikni 3-4 marotabaga oshirish taklif qilingan. Ishchi organ yeyilishining og'irligini kamayishi bo'yicha tahlil natijalari keltirilgan.

Tayanch iboralar: *yeyilishbardoshlilik, qoplamalar, qattqlik, g'ovaklik, ishchi organ, tuproq, lemex.*

В статье предложено повысить износостойкость в 3-4 раза за счет формирования покрытия из высокохромистых металлов в газовом пламени. Представлены результаты анализа по снижению массы рабочего органа.

Ключевые слова: *износостойкость, покрытия, твердость, пористость, рабочий орган, почва, лемех.*

The article proposes to increase wear resistance by 3-4 times by forming a coating of high-chromium metals in a gas flame. The results of an analysis to reduce the mass of the working body are presented.

Keywords: *wear resistance, coatings, hardness, porosity, working body, soil, ploughshare.*

Qishloq xo'jaligi mashinasozligida eng ko'p energiya talab qiluvchi jarayonlardan biri, bu tuproqqa ishlov berish bo'lib hisoblanadi, unga qishloq xo'jaligi bo'yicha iste'mol qilinadigan energiya 30-40 %i sarflanadi [1-3]. Qishloq xo'jaligi mashina qismlarini bir qancha ishchi organlari (plug lemexlari, kultivator lapalari, qirquvchi apparat segmentlari va boshqalar) ko'pincha muddatidan oldin ishga yaroqsiz holatga keladi, natijada bunday ishchi organlar uchun juda ko'p sonda ehtiyot qismlarni tayyorlashga majbur bo'linadi [2-3]. Masalan, plug lemexini tayyorlash uchun ko'pincha Л53, Л65, ba'zan 65Г uglerodli po'latlardan foydalaniladi va ularga qizdirish uslubi bilan termik ishlov berilib mexanik xossalari oshiriladi, natijada ushbu lemexlarning qattqligi HB 321 - 541 (HRC 33 - 52) oraliqdagi qattqlik hosil qiladi [3].

Plug lemexlarini qo'llanilish jarayonida ishchi yuzalariga yuqori qarama-qarshi kuchlar ta'sir qiladi, ishlov berilayotgan tuproqni tarkibi ishchi organlarni geometrik o'lchamlarini va tashqi shaklini o'zgarishiga asosiy ko'rsatkich bo'lib hisoblanadi [2, 4], natijada ishchi maydon bilan ishlov berilayotgan tuproqning yuzasidagi oraliq masofa qisqaradi, talab etiladigan qalinlikdagi o'lchamda tuproqqa ishlov berish imkoniyati cheklanadi, ushbu holatdagi texnikalar yuqori kuchlanish va tebranishlar ta'sirida ishlaydi. Texnikalarni bunday shart-sharoitlarda ishlashi

tuproqqa ishlov beruvchi ishchi organlarning ish unumdorligini kamaytiradi, oqibatda bunday detallarni yangi extiyot qismga almashtirish yoki yeyilish natijasida hosil bo'lgan ishchi maydonni qayta tiklash talab qilinadi.

Tahlillar shuni ko'rsatdiki, plug lemexlari ikki sababga ko'ra ishga yaroqsizligi bo'yicha foydalanishdan chetlashtirilishi mumkin [4-5], birinchisi, ishchi organ bajarishi mo'ljallangan vazifani to'liq yoki qisman bajara olmasdan yaroqsiz holga kelganda; ikkinchisi, chetlatish – texnologik va iqtisodiy ko'rsatkichlar talab qilingan me'yordan oshib ketganda. Dastlabki holatdagi chetlatishni asosiy sabablaridan biri, plug lemexining ishchi yuzalari tuproq tarkibidagi moddalar bilan o'zaro ishqalanishidan yeyilishi hisobiga muddatidan oldin ishga yaroqsiz holga kelishiga asos bo'ladi. Ishchi organ yuzalari tuproq tarkibidagi moddalar bilan shiddatli abraziv ishqalanib yeyilishi natijasida o'zini geometrik shaklini o'zgartiradi, natijada qirquvchi qismda o'tmaslashgan maydon hosil bo'ladi, natijada lemex eniga kichrayadi [5]. Undan tashqari lemexlardan foydalanish davrida tuproq tarkibida bo'lgan qattiq jismlarga duch kelganda kuchli zarb natijasida egilishlar, qiyshayishlar, hattoki sinish holatlari ham sodir bo'ladi. Muddatidan oldin ishga yaroqsiz bo'lgan lemexlardan foydalanish ish unumdorligini kamayishiga, agroteknik nosozlikni, tuproqqa ishlov berish va yonilg'i-moy materiallarini ortiqcha sarf qilinishiga, olinadigan ekinlarning samardorligiga ham katta ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Tahlillar natijasida, J153 markali po'latdan tayyorlanib termik ishlov berilgan plug lemexlarining o'rta chidamlilik darajasi tuproqni turiga va fizikaviy holatiga bog'liq ravishda bor yo'g'i 7...8 ga tuproqqa ishlov berishga chidamli bo'lishi aniqlangan [6]. Ishchi organlarning ishlash muddatini oshirishga mo'ljallangan juda ko'p tadqiqotlar o'tkazilgan [6-8], tavsiya etilayotgan texnologiyalarni ayrimlarini tannarxi juda qimmat (masalan, ishchi yuzaga karbid volframdan tayyorlangan pasta qoplash) yoki ishchi organlarga qo'yilgan talab darajasidagi yeyilishbardoshlilikini (turli xildagi termik ishlov berilganda) ta'minlab bera olmaydi [7, 8]. Yuqori legirlangan po'latlar, qattiq qotishmali maxsus quymalardan foydalanishga ko'p sonli urinishlar bo'lgan [7]. J153 lemex po'latining o'rniga yuqori legirlangan po'latlarni qo'llash bo'yicha ko'p sonli ishlar kutilgan natijalarni bermagan, dala sharoitida yeyilishbardoshlilikni bor-yo'g'i 1,5..1,7 martaga oshirishga muvaffaq bo'lingan [3].

Qishloq xo'jaligi texnikalarini ishchi organlari abraziv va yuqori kuchli dinamik ta'sir muhitida ishlaganligini inobatga olib, rivojlangan davlatlarda ishchi yuzalarga kuchli tashqi ta'sirlarga chidamlilikni ta'minlovchi turli uslublarda har xil qoplamalar qoplash orqali ishga yaroqliligini oshirishga erishilmoqda.

Ushbu ishda yuqori xromli metall kukunidan plug lemexini ishchi yuzasiga gaz alangasi yordamida yeyilishbardosh qoplamalar hosil qilib, detalning ish unumdorligini oshirishga harakat qilingan.

Tadqiqot ob'yekti sifatida, 40X markali po'latdan tayyorlangan plug lemexi olingan. Tadqiqot o'tkazilayotgan yuqori xromli metall kukuni tarkibida 26% Cr, 4% C va qolgani Fe elementidan shakllantirildi.

Kukun zarrachalarini donadorligi GOST 6613-86 bo'yicha aniqlandi, og'irligi 200 g. Kukun zarrachalari maxsus elakdan o'tkazilib, 60 mkr. gacha bo'lgan o'lchamdagi donador zarrachalar ajratib olindi.

Kukunning namlik darajasini aniqlash 0.0001 g. aniqlikda ishlovchi analitik elektron tarozi 220 V-50 Hz, kukunni quritish uchun SNOL 67/350 quritish shkafidan foydalanildi (60 minut davomida qizdirish harorati 100 °C), kukun zarrachalari shakli 40-60 mkr. o'lchamda donasimon bo'lishi, yaxshi oquvchanlik xususiyatini ta'minladi.

Qoplama hosil qilishda alanga hosil qilish uchun ГАЛ tipidagi alanga purkagich (gorelka)dan, bosim hosil qilish uchun siqilgan gaz va kisloroddan, hamda atsetilendan foydalanildi.

Metallarni va kukunlarni tarkibi "EXPLORER 5000" PORTATIV ANALIZATOR qurilmasi yordamida, metallografik tahlillar 100 dan 1000 martagacha kattalashtirish bilan Metrohm 850 Professional IC rusumidagi ion xromatograf, (SEM-EDX) markali Zeiss EVO MA 10/Aztec EnergyAdvanced X-Act skanerlovchi elektron mikroskopida makro tahlillar 4 dan 100 martagacha kattalashtirish bilan МБС-3 mikroskopida o'tkazildi. Qoplamaning qattiqligini TK-2

qattqlik va PMT-3M mikroqattqlik o'ldaydigan asboblarda aniqlandi [9].

Temir asosli kukun tahlil qilinganda, γ – eritmani matrisasida yuqori xossa hosil qiluvchi karbidlar aralashmasidan shakllanganligi aniqlandi. Xrom va uglerod miqdorini karbid fazani tipidan aniqlash mumkin. Xrom qisman temir atomi bilan aralashib ortorombik temir karbidini $(Fe, Cr)_3C$ hosil qildi. Xrom miqdori 14-25% bo'lganda xrom karbidi hosil bo'ladi, bunga sabab xrom atomlarini bir qismi temir bilan aralashib trigonal $(Fe, Cr)_7C_3$ va kubik $(Fe, Cr)_{23}C_6$ shakllanadi, natijada kuchli bosim sharoitida abraziv tiralib ishqalanish muhiti uchun yuqori qattqlik, mustahkamlik va yeyilishbardoshlilik ta'minlandi [8].

Asosi temir bo'lgan yuqori xromli kukun yuqori abraziv yeyilish va kuchli ta'sirda ishlaydigan, qo'llanishda ishchi harorati $T = -40 \dots 500 \text{ }^\circ\text{C}$ oralig'ida bo'ladigan detallarni ishchi organlarida yeyilishbardosh qoplamalarni hosil qilishda qo'llash mumkin. Ushbu kukundan tog'-konlarida minerallarni qazish va metallurgik jihozlarda, ekskavator kovshlarida, maydalash qurilmalarida, qurilish va qishloq ho'jaligi mashinalari detallarining ishchi yuzalarini yeyilishga bardoshlilikini oshirish uchun qoplamalar hosil qilishda foydalanish mumkin [10].

Gaz alangasida qoplamalarni hosil qilish, qoplanayotgan material qatlamini detalning sirt qismida shakllanib, gaz alangasi oqimi ta'siridan yuqori darajada issiqlik va kinetik energiya qabul qiladi [10]. Gaz alangasi oqimi, alanga purkagich uchi qismining teshigidan katta tezlikda chiquvchi yonuvchi aralashmani alanganalishi natijasida hosil bo'ladi. Kukun zarrachalarini uchib chiqishi yuqori tezlikda bo'lishi qo'llanilayotgan qurilmaning konstruksiyasiga bog'liq, ya'ni yonuvchi gaz va kislorodni qanchalik nisbatda aralashishiga, alanga purkagich uchini qoplanayotgan maydoni oraliq masofasiga, alanga qoplanuvchi material zarrachalarini yopishish miqdori va uni zichligi, donadorlik tarkibiga bog'liq [10].

Bizning tadqiqotimizda alanga purkagich alangani hosil qilishda gaz – kislorodda atsetilendan (C_2H_2) foydalanildi, bu yonilg'i gaz alangasi oqimini harorati $3200 \text{ }^\circ\text{C}$ gacha bo'lishini ta'minladi, ushbu holatda kukun zarrachalarni alanga purkagich uchidan chiqish tezligi 150-160 m/s atrofida bo'lishi kuzatildi. Yuqori haroratdagi gaz alangasi oqimiga tushgan kukun zarrachalari erish yoki yuqori plastiklik holatiga keladi. Qoplamalar hosil qilishda kukunlarning zarrachalari shakldorligi alanga purkagich alanganalish maydoniga kukun zarrachalarining yuqori oquvchanlikda kelishini ta'minladi. 6-8 kg/s kukunni qoplash uchun 0,10-0,12 m³/s atsetelin sarflandi.



a) $\times 100$



b) $\times 500$

1-rasm. Yuqori xromli kukun qoplamasini makrostrukturasi.

Asosi temir bo'lgan yuqori xromli kukun plazmali qoplama hosil qilish uslubi bilan qoplanadi (1-rasm), bu jarayonda plazma hosil qiluvchi gazning molekulyar yemirilish energiyasidan foydalaniladi.

Tadqiqotlarda, gaz alangasi yordamida hosil qiluvchi alanga purkagichni uchi va ishchi yuzasidagi oraliq masofani uzayishi bilan qoplama qatlamini yopishdagi mustahkamlik qiymati dastlab ortib borgan, keyinchalik pasayish keltirilgan [11]. Tadqiqotlarni o'tkazish uchun alanga purkagich ni uchi va ishchi yuzasidagi oraliq masofani bir qancha o'lchamlarda: 10, 12, 14, 16, 18 sm da o'tkazildi. O'rganilgan kukun qorishmasida maksimal qattqlik kukun qorishmalarida gaz

alangasi hosil qiluvchi alanga purkagichning uchi bilan ishchi yuzasidagi oraliq masofa 14 sm bo'lganda kuzatildi. Qoplamaning qalinligi o'rtacha 2 mm ni tashkil qildi, qoplama 54...56 HRC ga teng qattqlik hosil bo'ldi. Qoplamaning makro tahlilidan hosil qilingan qoplama bilan metalning asosini yuqori darajada sifatli birikganligini ko'rish mumkin (1-rasm, a).

Qizdirishdagi oraliq masofa uzaytirilganda yuzaga alanganing issiqlik ta'siri kamayib va kukun zarrachalarini yopishish darajasi pasayishi aniqlandi. Keltirilgan ma'lumotlar tahlilidan, gaz alangasi yordamida hosil qiluvchi alanga purkagichni uchi bilan ishchi yuzasidagi oraliq masofani to'g'ri belgilamaslik, qizdirilgan kukun zarrachalari haroratini pasayishiga, zarrachalar qoplanuvchi ishchi yuzaga kelib urilganda deformatsiyalanib yopishqoqlik darajasini kamayishiga asos bo'ladi deb xulosa qilish mumkin.

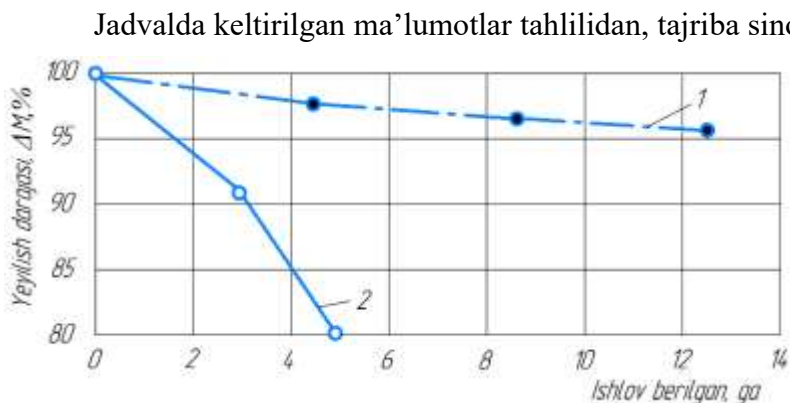
Gaz alangasi yordamida kukun zarrachalarini qizdirib qoplama qatlamlari hosil qilishda qoplamaning mexanik xossalariidan tashqari, tarkibidagi g'ovaklik darajasi ham katta ahamiyat kasb etadi [12]. Gaz alangasini hosil qiluvchi alanga purkagichni uchi bilan ishchi yuzasidagi oraliq masofasi 14 sm bo'lganda o'rganilayotgan kukun qorishmasidan olingan qoplama qatlamlaridagi maksimal g'ovaklik darajasi 7 %gacha (1-rasm, b), 18 sm li oraliq masofa bo'lganda 10 %gacha bo'lishi kuzatildi.

Bizga ma'lumki, O'zbekiston sharoitida tuproqning tarkibi turli sharoitda bo'lib, tadqiqotda sinovdan o'tkazilayotgan lemexning kesuvchi qismi ko'rsatkichlarining o'zgarishini aniqlash maqsadida, qumli, tuproqli, qum va tuproqli, turli namlik sharoitidagi tuproqlarga ishlov berishda dala sharoitidagi sinovlar o'tkazildi. Sinovlarni o'tkazish «Baxtselmash» QKda ishlab chiqarilgan JI53 po'latdan tayyorlanib termik ishlov berilgan plug lemexi, biz tarafdin 40X po'latdan tayyorlanib qirquvchi yuzada yuqori xromli kukundan gaz alangasi yordamida qoplama hosil qilingan lemexlar dala sinovidan o'tkazildi. Sinov Toshkent viloyatining Piskent tumanidagi yerlarga ishlov berishda o'tkazildi (jadval).

Jadval

Plug lemexlarining dala sinovlarida chidamliligini sinash natijalari

Tuproqning tarkibi	Sinov o'tkazilgan lemexlar soni, dona	Plug lemexlarining chidamliligi		S ₂ / S ₁
		JI53 markali po'lat, S ₁ , ga	40X markali po'lat, S ₂ , ga	
Tuproqli, namligi 12,2 – 15,7 %, qattqligi 2,47 – 5,8 MPa	10	8-9	36-37	4,1
Qum va tuproqli, namligi 10,4 – 13,5 %, qattqligi 2,02 – 3,7 MPa	10	10,5-11	34-35	3,4



2-rasm. Plug lemexini og'irligi bo'yicha kamayishi: 40X markali po'latga qirquvchi qismi qoplama qoplangan lemexning yeyilish dinamikasi; 2- JI53 markali po'latdan tayyorlangan lemexni qirquvchi qismini yeyilish dinamikasi.

Jadvalda keltirilgan ma'lumotlar tahlilidan, tajriba sinovidan o'tkazilgan JI 53 markali po'lat yeyilishbardoshlilikidan 40X markali po'latdan tayyorlanib temir asosli yuqori xromli kukundan qoplamalar hosil qilingandagi yeyilishbardoshlilik 3,4...4 marotabagach yuqori bo'lishi aniqlangan.

Qo'llanilgan lemexni yeyilishbardoshlilikini tashqi ko'rinishidan, asosan detalning qirquvchi uchi qismidagi yeyilishi tahlilidan dastlabki xulosalarni olish mumkin. Lemexning yeyilishdagi og'irligining

kamayishi ham yeyilishbardoshlilik darajasini baholash imkonini beradi (2-rasm).

2-rasmdagi grafiklarni o'zgarshidan termik ishlov berilgan plug lemexlarining og'irligi bo'yicha kamayishi 5 ga ishlov berilganda 20 %ga, yuqori xromli kukundan qoplama hosil qilingan lemexda 12 ga ishlov berilganda 5 %ga kamayganligini ko'rish mumkin.

Xulosa

1. Yuqori xromli kukun qorishmasidan gaz alangasi yordamida yeyilishbardosh qoplamalar hosil qilinganda qoplamaning g'ovakligini 7 %gacha kamaytirish mumkin, qoplamaning qattiqligi 54...56 HRCga yuqori bo'lishi kuzatildi.

2. Л53 markali po'latga termik ishlov berilib tayyorlangan plug lemexining yeyilishiga nisbatan, taklif qilinayotgan yuqori xromli kukundan gaz alangasi yordamida 40X markali po'latdan tayyorlanib, qirquvchi yuzalarda qoplamalar hosil qilingan plug lemexining ish umudorligi o'rtacha 3,5-4 marotabagacha yuqori bo'lishi aniqlandi.

Adabiyotlar

- [1]. Бетень Г.Ф. Повышение долговечности почворежущих элементов сельскохозяйственной техники наплавкой, намораживанием. – Минск: БелНИИНТИ, 1986. – 44 с.
- [2]. Пантелеенко Ф. И. Восстановление деталей машин. – М.: Машиностроение, 2003. – 672 с.
- [3]. Жабуренок С. Н. Повышение долговечности плужных лемехов наплавкой диффузионно-легированными сплавами из чугуновой стружки и последующей термической обработкой: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.02.01 / Полоцкий гос. ун-т. – Новополоцк, 2004. – 20 с.
- [4]. Гаркунов Д. Н. Триботехника. М.: МСХА, 2005. 356 с.
- [5]. An investigation on the stability of austenite in Austempered Ductile Cast Iron (ADI) / S. Panneerselvam [et al.] // Materials Science and Engineering. 2015. Vol. 626. P. 237-246.
- [6]. Composition and Tribological Properties of Hardened Cutting Blades of Tillage Machines under Abrasive Deterioration / A. E. Novikov, V. A. Motorin, M. I. Lamskova, M. I. Filimonov // Journal of Friction and Wear. 2018. Vol. 39. No. 2. P. 158-163.
- [7]. Effect of the starting microstructure in the formation of austenite at the intercritical range in ductile iron alloyed with nickel and copper / H. D. Machado, R. Aristizabal-Sierra, C. Garcia-Mateo, I. Toda-Caraballo // International Journal of Metalcasting. 2020. V. 14 (3). P. 836-845.
- [8]. Influence of cooling rate on the microstructure and properties of a new wear resistant carbide austempered ductile iron (CADI) / Y. Ch. Peng, H. J. Jin, J. H. Liu, G. L. Li // Materials Characterization. 2012. Vol. 72. P. 53-58.
- [9]. Батаев В. А., Батаев А. А., Алхимов А. П. Методы структурного анализа материалов и контроля качества деталей. М.: Наука, 2007. 224 с.
- [10]. Influence of solidification conditions on the microstructure of laser-surface-melted ductile cast iron / D. Janicki, J. Górka, W. Kwaśny, W. Pakiel, K. Matus // Materials. 2020. V. 13 (5). P. 1174.
- [11]. Neutron diffraction monitoring of ductile cast iron under cyclic tension –compression / S. Harjo, S. Kubota, W. Gong, T. Kawasaki, S. Gao // Acta Materialia. 2020. V. 196. P. 584-594.
- [12]. Non-single bionic coupling model for thermal fatigue and wear resistance of gray cast iron drum brake / D. Yu, T. Zhou, H. Zhou, H. Bo, H. Lu // Optics and Laser Technology. 2019. Vol. 111. P. 781-788.

УДК 631.358: 633.511

СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ПНЕВМОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ХЛОПКОУБОРОЧНОЙ МАШИНЫ МХ-1,8 ГВ ЦЕНТРОБЕЖНОГО ВЕНТИЛЯТОРА

А.А. Ризаев¹, А.Т. Йулдашев¹, Д.А. Кулдошев¹, А.Б. Хакимжонов²

¹*Институт механики и сейсмостойкости сооружений им. М.Т. Уразбаева
Академия Наук Республики Узбекистан.*

²*Ташкентский гос ударственный технический университет имени Ислама Каримова
E-mail: don_02@mail.ru
(Получена 1.02.2024 г.)*

В статье приведены результаты стендовых испытаний пневмотранспортной

системы хлопкоуборочной машины МХ-1,8 ГВ с горизонтально и вертикально шпиндельными аппаратами. Полученные результаты обработаны среднестатистическим математическим уравнением сопоставлены полученные экспериментальные результаты для горизонтального шпиндельного аппарата с расчетными результатами для максимального раскрытого урожайности 50 ц/га. Для вертикального шпиндельного аппарата сопоставлены с раскрытой урожайностью хлопка 35,0 ц/га.

Ключевые слова: пневмотранспорт, центробежный вентилятор, трубопроводы, воздух, хлопок-сырца, скорость воздуха, уборочный аппарат.

Мақолада МХ-1,8 пахта териши машинасининг горизонтал ва вертикал шпинделли аппаратлари билан жиҳозланган пневмотранспорт тизимини стендадаги синов натижалари келтирилган. Олинган натижалар ўртача статик математик тенглама билан қайта ишланди. Горизонтал шпинделли аппарат билан олинган тажриба натижалари очилган пахта хоилдорлиги 50 ц/га бўлган ҳисобий натижлар билан солиштирилди. Вертикал шпинделли аппарат учун очилган пахта хосилдорлиги 35 ц/га бўлган ҳисобий натижалар билан солиштирилди.

Калим сўзлар: пневмотранспорт тизими, вентилятор, қувурлар, ҳаво, рахта хомаиёси, ҳаво тезлиги, терим аппарати

The article presents the results of bench tests of the pneumatic transport system of the MX-1.8 GV cotton picker with horizontal and vertical spindle devices. The obtained results were processed by an average static mathematical equation; the obtained experimental results for a horizontal spindle apparatus were compared with the calculated results for a maximum open yield of 50 c/ha. For a vertical spindle apparatus, the opened cotton yield of 35.0 c/ha was compared.

Keywords: pneumatic transport, centrifugal fan, pipelines, air, raw cotton, air speed, harvesting apparatus.

Введение. В сельскохозяйственной производстве в Республике огромное значение придается механизация сбора урожая хлопка с максимальным сокращением ручного труда. Исходя из готовности агрофона хлопкового поля к машинному сбору, сложились два способа механизированного сбора хлопка и два типа хлопкоуборочных машин: горизонтально-шпиндельные и вертикально-шпиндельные. В условиях рискованного земледелия для уборки одной сельскохозяйственной культуры хозяйства вынуждены иметь два типа хлопкоуборочных машин. Это экономически нецелесообразно. В связи с этим разработка комбинированных хлопкоуборочных машин со сменными аппаратами для селективного сбора урожая хлопка в рискованном земледелии имеет важное значение.

В связи с этим было разработано комбинированная хлопкоуборочная машина МХ-1,8 ГВ со сменными уборочными аппаратами. Была разработана усовершенствованная конструкция центробежного вентилятора и U-образная приемная камера с проведением необходимых прикладных исследований [1-12]. Для определения необходимой производительности центробежного вентилятора необходимо провести стендовые испытания с применением горизонтально и вертикально шпиндельными аппаратами.

Цель испытаний – определить производительность пневмотранспортной системы, обеспечивающей транспортировку хлопка-сырца для максимальной урожайности. Испытуемая пневмотранспортная система хлопкоуборочной машины МХ-1,8 ГВ оснащенная горизонтально шпиндельными аппаратами, представлена на рисунке 1.

Из рисунка 1 видно, что при окончательном варианте монтажа центробежный вентилятор можно передвинуть ближе к бункеру на $0,5 \div 0,6$ м, следовательно, уменьшится длина применяемых гибких воздухопроводов. Это приведет к повышению скорости всасывающего воздушного потока. С учетом предварительного запаса ниже приведены результаты стендовых испытаний пневмотранспортной системы.

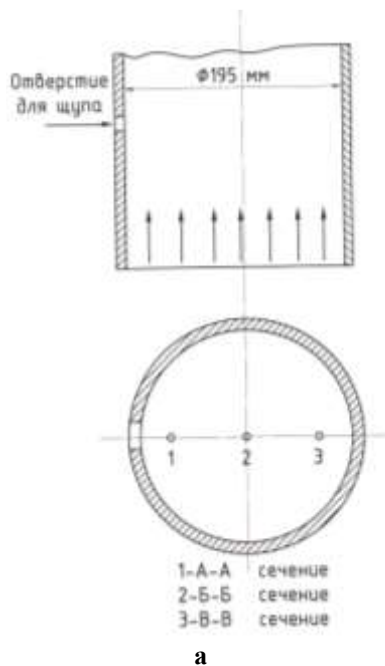
Методы. Места замеров скорости воздушных потоков для четырех трубопроводов A_1 , A_2 , A_3 , A_4 идентичные и находятся на стыке соединения гибкого трубопроводного шланга к воздухоборникам (рисунок 2).



Рис.1. Хлопкоуборочная машина МХ-1,8 ГВ с горизонтально-шпиндельными аппаратами.



Рис.2. Расположение трубопроводов для замера воздушных потоков.



а

б

а - расположение трубопровода для замера скорости воздушного потока,
б – схема расположения точек в трубопроводе для замеры воздушного потока
Рис.3. Место расположения точек для замера воздушного потока в трубопроводе.



Скорость воздушного потока замеряли по сечению цилиндрического трубопровода, которое показано на рисунке 3. (а, б).

Замеры производили при оборотах двигателя 2200 min^{-1} и оборотов вентилятора 1390 min^{-1} . Результаты замеров представлены в таблице 1 с повторными опытами: опыт 1, опыт 2, опыт 3. Диаметр трубопровода, где производилось измерение скорости воздушного потока составлял $d=195 \text{ mm}$. Точки 1 и 3 замера скорости воздушного потока в трубопроводе находились на расстоянии от стенки 30-40 mm. Средняя точка 2 находилась в середине сечения трубопровода на расстоянии 90-100 mm от стенки трубопровода.

Таблица 1

Результаты замеров скорости воздушных потоков пневмотранспортной системы хлопкоуборочной машины МХ-1,8 ГВ с аппаратами ГША при стендовых испытаниях

Место расположения замера точек		$V_e, m/s$			$V_{cp}, m/s$	F, m^2	$G_e, m^3/s$	$G_{e,cp}, m^3/s$
		Сечения А-А	Сечения Б-Б	Сечения В-В				
A_1	Опыт 1	27,4	28,5	30,9	28,93	0,0298	0,86	0,84
	Опыт 2	28,6	27,4	27,7	27,9	0,0298	0,83	
	Опыт 3	27,9	27,8	28,4	28,03	0,0298	0,835	
A_2	Опыт 1	18,0	18,2	19,6	18,8	0,0298	0,56	0,57
	Опыт 2	19,3	19,9	19,8	19,6	0,0298	0,58	
	Опыт 3	19,4	19,0	19,2	19,2	0,0298	0,57	
A_3	Опыт 1	22,6	24,8	24,1	24,1	0,0298	0,72	0,74
	Опыт 2	24,7	25,6	25,1	25,1	0,0298	0,75	
	Опыт 3	23,8	25,0	25,1	25,1	0,0298	0,75	
A_4	Опыт 1	26,5	27,0	26,7	26,7	0,0298	0,79	0,80
	Опыт 2	27,8	27,8	27,7	27,7	0,0298	0,82	
	Опыт 3	27,7	26,1	26,4	26,4	0,0298	0,79	

На рисунке 4 представлены: а – места замеров на трубопроводах A_1, A_2, A_3, A_4 ,
б – монтаж центробежного вентилятора с трубопроводом на трактор.

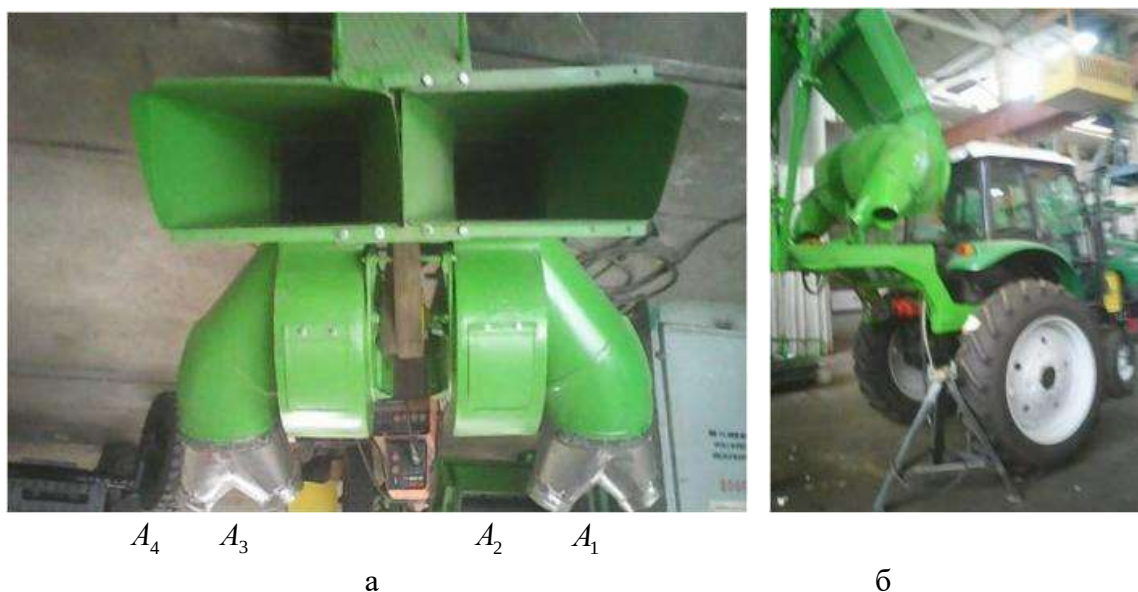


Рис.4. Обозначение трубопроводов, где производились замеры скорости воздушного потока.

С целью проверки полученных данных проводим оценку выпадов по следующему критерию:

$$T = \frac{\bar{x} - x_i}{\sigma} \geq T_{st} \quad (1)$$

где: T – критерий выпада;

$\bar{x}$ – математическое ожидание скорости воздушного потока, m/s

x_i – выделяющее значение какой-либо повторности;

σ – среднеквадратическое отклонение скорости воздушного потока

Расчетные данные для группы, включающей выпад, т.е. $n=9$ [13]

n	2	3-4	5-9	10-15	16-20
T_{st}	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4

Производим проверку выпадов, полученных по экспериментальным значениям.

Для точки замера A_1 :

$$\bar{x} = \frac{28,93 + 27,9 + 28,03}{3} = 28,28 \text{ m/s},$$

$$\bar{x} - x_i = 28,28 - |30,9| = 2,62.$$

Для точки замера A_2 :

$$\bar{x} = \frac{18,8 + 19,6 + 19,2}{3} = 19,2 \text{ m/s},$$

$$\bar{x} - x_i = 19,2 - 18,0 = 1,2.$$

Для точки замера A_3 :

$$\bar{x} = \frac{24,1 + 25,1 + 25,1}{3} = 24,76 \text{ m/s},$$

$$\bar{x} - x_i = 24,76 - 22,6 = 2,16.$$

Для точки замера A_4 :

$$\bar{x} = \frac{26,7 + 27,7 + 26,4}{3} = 26,93 \text{ m/s},$$

$$\bar{x} - x_i = 26,93 - 25,5 = 1,43.$$

Анализы замеров для четырех трубопроводов показывают, что большая разница наблюдается для скорости в точке A_1 и составляет $\bar{x} - x_i = 2,62$.

В связи с этим для точки A_1 имеем (из таблицы 1)

$$\sum x = 27,4 + 28,5 + 30,9 + 28,6 + 27,4 + 27,7 + 27,9 + 27,8 + 28,4 = 254,6$$

$$\bar{x} = \frac{254,6}{9} = 28,28 \text{ m/s},$$

$$\sum x^2 = 27,4^2 + 28,5^2 + 30,9^2 + 28,6^2 + 27,4^2 + 27,7^2 + 27,9^2 + 27,8^2 + 28,4^2 = 7211,3$$

Среднеквадратическое отклонение рассчитываем по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \bar{x} \cdot \sum x}{n-1}} = \sqrt{\frac{7211,3 - 28,28 \cdot 254,6}{9-1}} = 1,188$$

Согласно выражению (1) для максимального отклонения $V = 30,9 \text{ m/s}$, имеем:

$$T = \frac{28,28 - |30,9|}{1,188} = 2,2$$

Для $n=9$ опытов $T_{st} = 2,2$, отсюда $T_p = T_{st}$. Следовательно расчетные и стандартные значения T равны между собой, значит в замерах в статическом комплексе отсутствуют незначимые величины скорости потока воздуха.

При сборе хлопка-сырца хлопкоуборочной машины МХ-1,8ГВ с горизонтально-шпиндельными аппаратами для следующих исходных данных: урожайность хлопчатника $G_p = 5000 \text{ kg/ha}$, $B=0,9\text{m}$, $V_m=1,4\text{m/s}$, $P=0,93$, $\rho = 0,4$ $\rho = 1,2 \text{ m}^3/\text{kg}$ рекомендуемый объем проходимого воздуха должен быть $G_e \geq 0,61 \text{ m}^3/\text{s}$ по каждому воздуховоду.

Однако, только по воздуховоду A_2 расход составляет $G_e = 0,57 \text{ m}^3/\text{s}$. В остальных воздуховодах расход воздуха в пределах нормы. При окончательном монтаже центробежный вентилятор смещается в сторону бункера. При этом длина гибкого воздуховода уменьшается на $0,5 \text{ m}$, что приводит к увеличению скорости воздушного потока. Определим данное увеличение скорости воздушного потока в воздуховоде A_2 .

Потерю давления в воздуховоде определяем:

$$\Delta P = \lambda_{cm} \frac{\ell \cdot \rho \cdot V^2}{2 \cdot D}, \text{ Pa} \quad (2)$$

где: длина гибкого трубопровода $\ell = 2,0\text{m}$, плотность воздуха $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$, скорость воздушного потока в трубопроводе $V_e = 19,2 \text{ m/s}$, коэффициент сопротивления $\lambda_{cm} = 0,023$ [14, 15], диаметр гибкого трубопровода $D = 0,195\text{m}$:

$$\Delta P = 0,023 \frac{2,0 \cdot 1,2 \cdot 19,2^2}{0,195 \cdot 2} = 50,8 \text{ Pa}$$

Определим скорость воздушного потока при сокращении до $\ell = 1,5\text{m}$:

$$V = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P \cdot D}{\lambda_{cm} \cdot \ell \cdot \rho}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 50,8 \cdot 0,195}{0,023 \cdot 1,5 \cdot 1,2}} = 22,2 \text{ m/s}$$

При окончательном монтаже пневмотранспортной системы в трубопроводе A_2 объем всасывающего воздуха будет составлять:

$$G_e = V_e \cdot F = 22,2 \cdot 0,0298 = 0,66 \text{ m}^3/\text{s}$$

Т.к. $0,66 > 0,61 \text{ m}^3/\text{s}$, то можно утверждать, что будет обеспечена транспортировка хлопка-сырца при раскрытой урожайности до $G_p = 5000 \text{ kg/ha}$.



Рис.5. Хлопкоуборочная машина МХ-1,8 ГВ, оснащенная вертикально шпиндельным аппаратом с новой U-образной приемной камерой.

Хлопкоуборочная машина с вертикально-шпиндельным аппаратом с применением новой U-образной приемной камеры для стендовых испытаний показана на рисунке 5.

Замеры проводили согласно рисункам 1 и 2 при оборотах двигателя 2200 min^{-1} и оборотах вентилятора 1390 min^{-1} с трехкратной повторностью, результаты которых представлены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты замеров скорости воздушных потоков пневмотранспортной системы хлопкоуборочной машины МХ-1,8 ГВ с аппаратами ВША при стендовых испытаниях.

Место расположения замера точек		$V_{\text{с}}, \text{ m/s}$			$V_{\text{ср}}, \text{ m/s}$	$F, \text{ m}^2$	$G_{\text{с}}, \text{ m}^3/\text{s}$	$G_{\text{с,ср}}, \text{ m}^3/\text{s}$
		Сечения А-А	Сечения Б-Б	Сечения В-В				
A_1	Опыт 1	18,5	19,3	19,5	19,1	0,0298	0,57	0,55
	Опыт 2	17,8	18,4	18,8	18,3	0,0298	0,54	
	Опыт 3	18,0	18,3	19,0	18,43	0,0298	0,55	
A_2	Опыт 1	18,4	17,9	17,4	17,9	0,0298	0,53	0,533
	Опыт 2	17,7	18,0	18,7	18,1	0,0298	0,54	
	Опыт 3	18,1	17,9	17,5	17,83	0,0298	0,53	
A_3	Опыт 1	17,2	18,6	20,3	18,7	0,0298	0,56	0,57
	Опыт 2	20,7	19,8	20,4	20,3	0,0298	0,60	
	Опыт 3	18,5	19,1	19,7	19,1	0,0298	0,57	
A_4	Опыт 1	20,7	21,1	21,7	21,16	0,0298	0,63	0,613
	Опыт 2	19,4	20,7	21,2	20,40	0,0298	0,61	
	Опыт 3	20,0	20,3	20,8	20,36	0,0298	0,60	

Согласно таблице 3 проводим проверку выпадов по выражению (1)

Для точки замера A_1 :

$$A_1 = \frac{19,1 + 18,3 + 18,43}{3} = 18,61 \text{ m/s}$$

$$\bar{x} - x_i = 18,61 - |19,5| = 0,89.$$

Для точки замера A_2 :

$$A_2 = \frac{17,9 + 18,1 + 17,52}{3} = 17,83 \text{ m/s}$$

$$\bar{x} - x_i = 17,83 - |18,7| = 0,87.$$

Для точки замера A_3 :

$$A_3 = \frac{18,7 + 20,3 + 19,7}{3} = 19,56 \text{ m/s}$$

$$\bar{x} - x_i = 19,56 - 17,2 = 2,36.$$

Для точки замера A_4 :

$$A_4 = \frac{21,6 + 20,4 + 20,36}{3} = 20,64 \text{ m/s}$$

$$\bar{x} - x_i = 20,64 - 19,4 = 1,24.$$

Анализы замеров для четырех трубопроводов показывают, что большую разницу имеет место замера A_3 .

В связи с этим для точки A_3

$$\sum x = 17,2 + 18,6 + 20,3 + 20,7 + 19,8 + 20,4 + 18,5 + 19,1 + 19,7 = 174,3,$$

$$\bar{x} = \frac{174,3}{9} = 19,36 \text{ m/s}$$

$$\sum x^2 = 17,2^2 + 18,6^2 + 20,3^2 + 20,7^2 + 19,8^2 + 20,4^2 + 18,5^2 + 19,1^2 + 19,7^2 = 3385,6.$$

Среднеквадратическое отклонение рассчитываем по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \bar{x} \cdot \sum x}{n-1}} = \sqrt{\frac{3385,6 - 19,36 \cdot 174,3}{9-1}} = 1,181.$$

Согласно выражению (1) для максимального отклонения

$$T = \frac{19,36 - 17,2}{1,181} = 1,82.$$

Для $n=9$ опытов $T_{st} = 2,2$. Значит $T \geq T_{st}$. В нашем случае $1,82 < 2,2$.

Полученные опытные результаты для точки A_3 при скорости воздушного потока 17,2 м/с хлопок не выпадает. Значит, все полученные результаты подвергаются статистической обработке. Согласно разработанной программе, для раскрытой урожайности $G_p=3500$ кг/га, скорость машины $V_m=1,04$ м/с, полнота машинного сбора $P=0,85$ при концентрации смеси воздуха $\mu=0,4$ для новой приемной камеры, расчетная необходимая производительность воздуха одного трубопровода составляет $V_e=0,289$ м³/с.

При стендовых испытаниях производительность воздуха в трубопроводах составляла:

$$V_e = 0,53 \div 0,613 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Значит запас производительности в реальных условиях в $0,53:0,289=1,83$ раза больше, чем требуется по норме.

При испытании хлопкоуборочной машины МХ-1,8 с применением новой U-образной приемной камеры было подтверждено, что полнота сбора хлопка увеличилась на 2-3% за счет исключения выпадения хлопка из приемной камеры на землю. Уменьшение засоренности собранного хлопка-сырца составило 25-30%.

Результаты и обсуждения.

Испытание хлопкоуборочной машины МХ-1,8 ГВ в горизонтально-шпиндельном исполнении серийной пневмотранспортной системы средняя производительность трубопровода составляла $Q_{cp} = 0,74$ м³/с при оборотах ротора вентилятора $n_e = 1635 \text{ min}^{-1}$. А в новой пневмотранспортной системе при той же средней производительности трубопровода обороты ротора вентилятора уменьшились и составили $n_e = 1390 \text{ min}^{-1}$. Это привело к экономии мощности привода вентилятора на $1,2 \div 1,8 \text{ kW}$.

Таким образом, уменьшение оборотов ротора вентилятора от 1635 min^{-1} до 1390 min^{-1} , а также за счет того, что при транспортировке 35,7% хлопка-сырца проходит по трубопроводу без взаимодействия с крыльчатками вентилятора, повреждаемость семян хлопка уменьшилась в $1,5 \div 2,0$ раз.

Выводы.

1. При стендовом испытании ХУМ-1,8 ГВ с применением аппарата ГША обеспечен производительность трубопровода 0,66-0,88 м³/с вместо расчетного $G_v=0,61$ м³/с для раскрытой урожайности хлопка $G_p=50$ ц/га.

2. Стендовом испытании ХУМ-1,8 ГВ с применением аппарата ВША обеспечена производительность трубопровода 0,557-0,757 м³/с вместо расчетного $G_v=0,289$ м³/с для U-образной приемной камеры с раскрытой урожайности хлопка $G_p=50$ ц/га.

Список литературы

- [1]. Ризаев А.А., Йулдашев А.Т., Худайкулиев Р.Р., Султанов Ж. Анализ и оценка пневмотранспортной системы хлопкоуборочной машины // Проблемы механики. – Ташкент, 2020. – №1-2. – С. 45-47.
- [2]. Йулдашев А.Т. Расчетно-численное исследование изменения концентрации смеси воздуха при применении серийной и опытных приемных камер. // Проблемы механики. – Ташкент, 2020. – №4. – С. 43-45.

- [3]. Маликов З.М., Йўлдашев А.Т., Кулдошев Д.А., Маликов Б.З. Влияние массовой концентрации хлопка на эффективность пневмотранспортной системы хлопкоуборочной машины // Проблемы механики. – Ташкент, 2021. – №1. – С. 73-80.
- [4]. Matchanov R.D., Rizaev A.A., Yuldashev A.T., Kuldoshev D.A., Mirzaeva M.M. New universal inlet chamber for vertical and horizontal spindle cotton pickers // Journal of Physics: Conference Series 1889 (2021) 042006 IOP Publishing doi:10.1088/1742-6596/1889/4/042006.
- [5]. Ризаев А.А., Маликов З.М., Йўлдашев А.Т. и др. Анализ пневмотранспортной системы хлопкоуборочной машины МХ-2,4 // Сборник статей по материалам LIV Международной научно-технической конференции «Инновационные подходы в современной науке». – Москва, № 18 (54), 27 сентября, 2019. – С. 65-70.
- [6]. Rizaev A.A., Malikov Z.M., Yuldashev A.T., Temirov D.A., Borotov A.N. Bench-scale study of centrifugal fan parameters // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1030 (2021) 012175 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/1030/1/012175.
- [7]. Matchanov R.D., Rizaev A.A., Yuldashev A.T., Kuldoshev D.A., Mirzaeva M.M.. Methods for calculating the pressure loss of the air flow and energy consumed by the fan of the cotton harvester // E3S Web of Conferences 264, 04011 (2021) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126404011>.
- [8]. Yuldashev A.T., Kuldoshev D.A., Djuraeva N.B., Temirov D.R. The raw cotton entering volume computational and numerical study of the vertical-spindle cotton harvester receiving chamber // E3S Web of Conferences 264, 04013 (2021) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126404013>.
- [9]. Матчанов Р.Д., Ризаев А.А., Йўлдашев А.Т., Маликов З.М., Кулдошев Д.А., Худайкулиев Р.Р., Наврузов Д.П. Пахта териш машиналарида пневмотранспорт системаси // ЭХМ учун дастурий маҳсулот. №DGU 10230. 20.01. 2021 йил.
- [10]. Матчанов Р.Д., Йўлдашев А.Т., Маликов З.М., Кулдошев Д.А. Пахта териш машиналарининг иш унумдорлигини аниқлаш бўйича ҳисоблаш дастури // ЭХМ учун дастурий маҳсулот. №DGU 11966. 18.06.2021 йил.
- [11]. Матчанов Р.Ф., Ризаев А.А., Цой Г.Н., Йўлдашев А.Т., Маликов З.М. и др. Центробежный вентилятор для транспортировки хлопка в хлопкоуборочной машине // Патент на полезную модель FAP № 01827 от 28.02.2022 г.
- [12]. 18. Отажонов Н.С., Матчанов Р.Ф., Йўлдашев А.Т., Ризаев А.А., Маликов З.М., Кулдошев Д.А. и др. Способ транспортирования хлопка-сырца из приемной камеры в бункер хлопкоуборочной машины и устройство для его осуществления / Положительное решение о выдаче патента на изобретение № IAP 2019 1507 от 29.04.2022 г.
- [13]. 19. Государственный стандарт Узбекистана O'z Dst 3225 2017. Испытания сельскохозяйственной техники машины хлопкоуборочные методы испытаний.
- [14]. 20. Артыков Н.И. Пневмотранспорт легкоповреждаемых материалов. –Ташкент:Фан, 1984. -143 с.
- [15]. 21. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. – М.: Машиностроение, 1992. – С.559.

ПАХТАНИ ҒАРАМЛОВЧИ МЕХАНИЗМЛАРИНИНГ ИШ ЖАРАЁНИ ТАҲЛИЛИ

Ф.Х. Рахимов, Х.Х. Косимов, Р.М. Мурадов

*Наманган тўқимачилик саноати институти, Ўзбекистон. f.rahimov95@mail.ru
(Qabul qilindi 6.02.2024 y.)*

Мақолада фермер хўжаликлари томонидан етиштирилган пахтани дала майдонларидан пахта тозалаш корхоналарига ташиб келтирилишидаги ва корхона ичида келтирилган пахтани гарамлаш ҳамда бўлимлараро ташиш жараёнида фойдалиниб келинаётган пахта ташиувчи механизмлар назарий таҳлил қилинган. Таҳлиллар натижасида ташиувчи механизмларнинг ишчи қисмлари уларни ишлаши жараёнида афзаллик ва камчиликлари ўрганилиб, уларни такомиллаштириш бўйича таклифлар келтириб ўтилган.

Калит сўзлар: пахта, прицеп, таъминлагич, транспортиёр, пахта гарами, конвейер, пневмотранспорт, қозққачи элеватор.

В статье теоретически анализируются хлопкотранспортные механизмы, используемые в процессе перевозки хлопка, выращенного в хозяйствах, с полей на хлопкоочистительные предприятия, а также в процессе хлопкоочистительной и межведомственной транспортировки хлопка, завезенного внутри предприятия. В результате анализа изучены преимущества и недостатки рабочих органов несущих механизмов при их эксплуатации, а также сделаны предложения по их совершенствованию.

Ключевые слова: хлопок, прицеп, поставщик, конвейер, хлопкоочистительная машина, конвейер, превмотранспорт, штабельный элеватор.

The article theoretically analyzes the cotton transport mechanisms used in the process of transporting cotton grown on farms from fields to cotton ginning enterprises, as well as in the process of ginning and interdepartmental transportation of cotton imported within the enterprise. As a result of the analysis, the advantages and disadvantages of the working bodies of load-bearing mechanisms during their operation were studied, and proposals were made for their improvement.

Key words: cotton, trailer, supplier, conveyor, cotton gin, conveyor, pre-motor transport, stack elevator.

КИРИШ

Жаҳон тажрибасида пахта хом ашёсига ишлов бериш жараёнини, техника ва технологиясини ривожлантиришга катта аҳамият берилмоқда. Жумладан, пахта хомашёсини ҳаво транспортида ташиш жараёнининг самарадорлигини ошириш, тола ва чигитнинг дастлабки сифат кўрсаткичларини сақлаш ва жараёнларнинг энергия сарфини камайтириш, ускуналарининг ихчам, содда, кам материал ва энергия сарфлайдиган конструкцияларини, замонавий, автоматлашган, маҳсулот сифатини бошқара оладиган технологияларини яратиш, шунингдек яратилган илғор техника ва технологияларни ишлаб чиқариш жараёнига жорий этишни жадаллаштириш орқали маҳсулот сифатини яхшилаш ва таннархини пасайтириш мазкур соҳани ривожлантиришнинг асосий омилларида ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги 2022 — 2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида ПФ-60-сон Фармонида [2-5] мамлакатимиз тўқимачилик саноатини ривожлантириш юзасидан бир қатор вазифалар белгилаб берилган, жумладан; тўқимачилик саноати маҳсулотлари ишлаб чиқариш ва экспорт ҳажмларини 2022 - 2026 йилларда кўпайтириш бўйича дастур ишлаб чиқиш ва амалга ошириш. Бунда: ип-калавани чуқур қайта ишлаш (2026 йилга қадар ип калавани тўлиқ қайта ишлашни йўлга қўйиш), ишлаб чиқариш занжирида мавжуд бўшлиқларни тўлдиришга қаратилган лойиҳалар рўйхатини шакллантириш, шунингдек, тайёр маҳсулотлар учун миллий брендларни ривожлантириш ва уларнинг экспортини ошириш, жумладан миллий ва хорижий бренддаги тайёр маҳсулот экспорти ҳажмини 2026 йилда 5 млрд АҚШ долларига етказиш шулар жумласидандир.

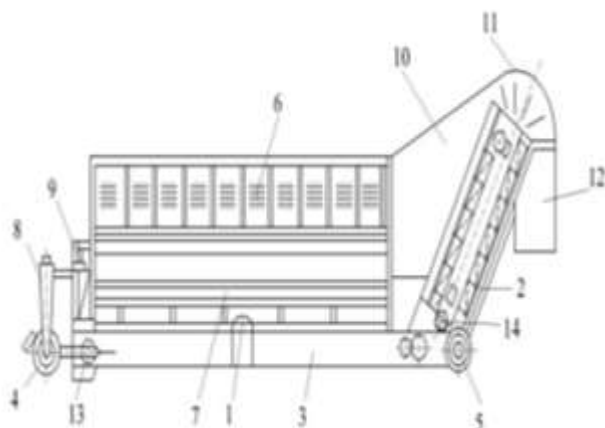
Пахтани дастлабки ишлаш технологиясида сифатли маҳсулотларни ишлаб чиқариш билан бир қаторда юқори иш унумдорлигига эришиш авваламбор, пахтани дала майдонларидан териб олиш жараёнини тўғри ташкил этишдан бошлаб пахта тозалаш корхоналарига етказиб келиш, ғарамлаш, сақлаш ва ғарам майдонларидан ишлаб чиқариш жараёнига узлуксиз етказиб беришга боғлиқдир.

МЕТОДЛАР

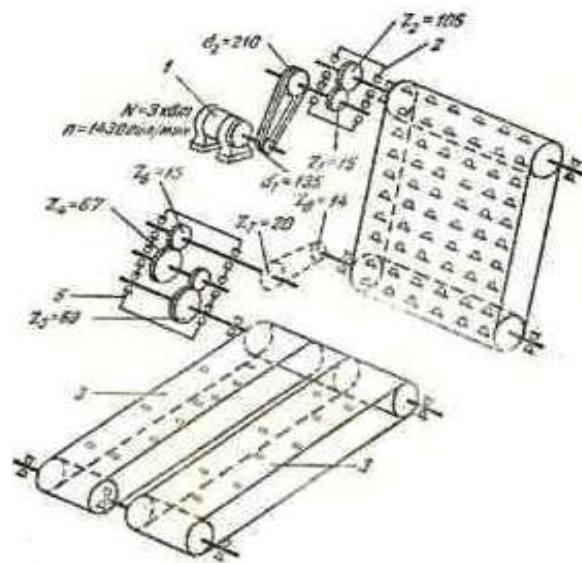
Хўжаликларда етиштирилган пахтани пахта тозалаш корхоналарига транспорт воситалари билан прицеplarда ташилади. Бу мақсадда кузовининг ҳажми 12 м³ ли ПТС-3-766М ва унинг такомиллаштирилган хиллари: 16 м³ ли 2ПТС-4-793 ва кузовининг ҳажми катталаштирилган 2ПТС-4-793А прицеплари ишлатилади. Прицеп пахтани гидравлик тизим ёрдамида ПЛА ва ХПП русумли таъминлагичларга туширади.

ПЛА русумли тасмали таъминлагич ўзи ағдарувчи автотранспорт ва трактор прицепларида қоп қанорсиз келтирилган пахтани қабул қилиб, тасмали транспортёрларга узатади. Тасмали таъминлагич қуйидаги асосий қисмлардан: икки тасмали горизонталь транспортёр, рамага маҳкамланган қозикчали элеватор ва ғилдиракли аравачалардан иборат. Раманинг ён қисмига кўзгалмас ва тушириладиган бортлар маҳкамланган. Бу эса, таъминлагични шатакка олиб, осон тортишга имкон беради. Қозикчали элеватор тунукадан ясалган муҳофаза бортлар билан ўралган [3-4]. Элеваторнинг юк бўшатиш томони қутили

тўсгич билан беркитилган. Қути чигитли пахтани тасмали транспортёрга йўналтиради. Ушбу қурилманинг кўндаланги қирқим схемаси 1-расмда ҳамда унинг кинематик схемаси 2-расмда келтирилган.

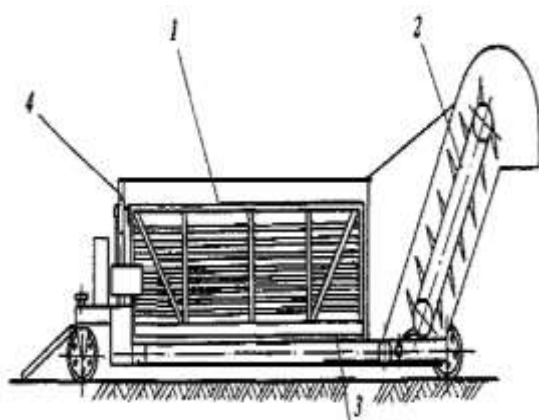


1-расм. ПЛА русумли лентали таъминлагичнинг кўндаланг кесимининг схемаси. 1-икки лентали горизонтал транспортёр; 2-қозикчали элеватор; 3-рама; 4;5-ғилдиракли аравачалар; 6-раманинг қўзғалмас ён балкалари; 7-тушириладиган бўртлар; 8-консол воситаси; 9-қути; 10-муҳофаза бортлар; 11-кожух; 12-воронка; 13,14-лента ҳаракатини соzлагичлар.



2-расм. ПЛА русумли лентали таъминлагичнинг кинематик схемаси. 1-электромотор; 2-редуктор; 3-ҳаракатланувчи лента.

ПЛА қабул қилиш узатиш қурилмаси транспорт кузовларидан тушаётган пахтани қабул қилиб ғарам ёки омборларга узатиш учун мўлжалланган бўлиб, 3-расмда ПЛА русумли таъминлагич кўрсатилган. Таъминлагич қўйидаги асосий қисмлардан: икки лентали горизонтал транспортёр (1), рама (3) га маҳкамланган қозикчали элеватор (2) ва ғилдиракли (4,5) ли аравачалардан иборат. Раманинг ён балкаларига қўзғалмас (6) ва тушириладиган (7) бортлар маҳкамланган. Ғилдирак (4), қути (9), консол (8) воситасида буриладиган қилиб маҳкамланган. Бу эса, таъминлагични шатакка олиб осон тортишга имкон беради. Қозикчали элеватор (2) туникадан ясалган муҳофаза бортлар (10) билан ўралган. Элеваторнинг юк бўшатиш томони қути (12) ли кожух билан беркитилган. Қути (12) пахта хом-ашёсини лентали транспортёрнинг воронкасига тўғри йўналтиради [1].



3-расм. ХПП русумли қабул қилиш узатиш қурилмаси:
1-ролганг; 2-элеватор; 3-лента; 4-бўрт.

ХПП қабул қилиш узатиш қурилмаси пахтани транспорт кузовидан қабул қилиб олиш ҳамда уни ТЛХ-18, КЛП-650 типдаги конвейрларга юклаш ва узатиш учун мўлжалланган (3-расм).

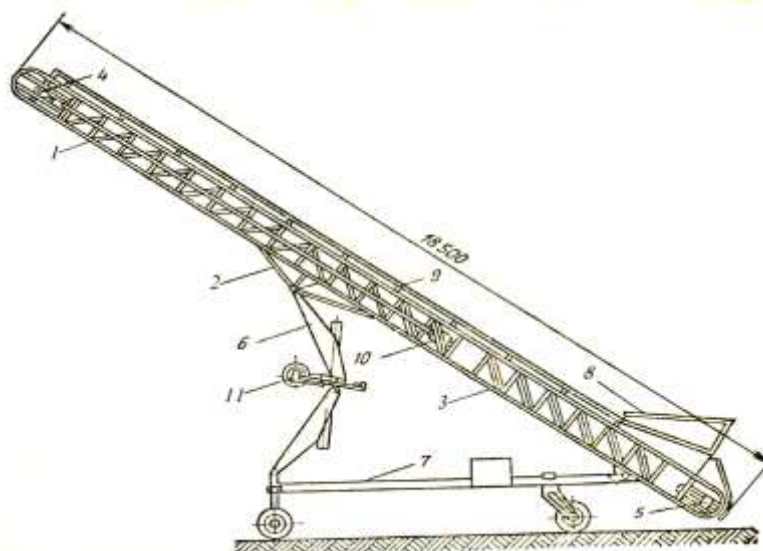
ХПП қурилмаси ПЛА қурилмасининг модификацияси ҳисобланади, унинг асосида ясалган, ундаги ўхшаш ишчи органларга ва тезлик режимларига эга. Фарқи шундаки, ПЛА қурилмасига ёнидан қараганда баландлиги бўйлаб ролганг шарнир билан қотирилган бўлиб бу таъминлагичнинг кенглигини ошириш, пахтанинг осилиб қолиш ҳолатини камайтириш ва пахтани транспорт кузовидан туширишда қўл меҳнатини камайтириш имконини беради [5-6].

ХПП қурилмасининг техник характеристикаси

1-жадвал	
Кўрсаткичлари	ХПП
Иш унумдорлиги, кг/соат	30000
Ўрнатилган қувват, кВт	4,75
Ўлчамлари, мм:	8600 3275 3020
-узунлиги	3180

Бунда агар прицепга 2,5 тоннадан кам пахта ортилса, оғиш бурчаги 50° ҳамма вақт етарли бўлади. Агар прицепга 2,5 тоннадан ортиқ чигитли пахта ортилса, у ҳолда оғиш бурчаги камлик қилади ва юкни қўлда тушириш керак бўлади. Бу эса корхонанинг иш унумдорлигига таъсир этиши билан бирга қўшимча ишчи кучини талаб этмоқда.

ПЛА ва ХПП русумли таъминлагичлардан сўнг пахта хомашёси ТЛ русумли лентали транспортёрлар ёрдамида ғарам майдонларининг юқори қисмига отиб берилади (4-расм).



4-расм. ТЛ русумли лентали транспортёр чизмаси. 1-лентанинг иш тароғини тутиб турувчи таянч ролик; 2-транспортёрнинг куракчали лентаси; 3-транспортёр стреласининг очиладиган қопқоқлари; 4-асосий бош барабан; 5- пахтани ташлаш томонини ўзгартирадиган козерок; 6-стреланинг охириги секцияси; 7-ўрта секцияси; 8-бошланғич секцияси; 9-ҳаракатлантириш секцияси; 10-электр ускуна шкафи; 11-кўтариб-туширувчи мослама.

ТЛ типдаги транспортёрлар асосан кўчиб юрувчи пахта ташувчи қурилмалар ичидаги кўчиб юрувчи транспорт воситалари турига мансуб бўлиб, улар ёрдамида қоп-қанорсиз ташиб келтирилган пахта ғарам ва омборларга узатиб берилади. Бу турдаги ташувчи механик воситалар кўчма турдаги ташувчи мезанизмлар синфига мансуб бўлиб, уларнинг технологик характеристикалари қуйидаги 2-жадвалда

ТЛ русумли лентали кўчма пахта транспортёрининг техник тафсифи

2-жадвал

№	Кўрсаткичлари	ТЛ
1	Иш унумдорлиги	20000-24000
2	Стреланинг кўтарилиш баландлиги, мм	
	-максимал	12125
	-минимал	5000
3	Лентанинг ҳаракат тезлиги, м/с	2,9
4	Лента кенглиги, мм	600
5	Аравача базаси, мм	6000
6	Ғилдираклар изи, мм	3220
7	Умумий қуввати, кВт	9,7
8	Транспортёр фермасини кўтариш ҳаракатлантиргичидаги қувват	2,2
9	Транспортёр лентаси ҳаракатлантиргичида	7,5
10	Узунлиги, мм	18500
11	Кенглиги, мм	3220
12	Баландлиги, мм	4500
13	Вазни, кг	2965

Қурилманинг технологик характеристикалари келтирилган юқоридаги жадвалдан кўриниб турибдики, қурилманинг габарит ўлчами катталиги ва айнан мана шу қурилмадан фойдаланиш жараёнида қўшимча сарф ҳаражатларни келтириб чиқаради.

Натижа ва хулосалар

Пахта тозалаш корхоналаридаги пахтани ташувчи механизмларнинг конструкцияси ишлаши жараёнида афзаллик ва камчиликларини таҳлил қилиш жараёнида қуйидагиларни натижа ва хулоса қилиб айтишимиз мумкин: ҳўжаликлардан келтирилган пахта хомашёсини қабул қилиб олувчи ПЛА ва ХПП русумли қабул қилиш ҳамда узатиш қурилмаларининг ишчи қисмларини тушувчи юкни ҳисобга олган ҳолда қайта лойиҳалаш орқали тушувчи юк ҳисобига қурилмани ишчи органлари ва электродвигателни юқори кучланиш билан ишлашининг олди олинади. Шунингдек, қурилма бир меъёрда пахтани ТЛ маркали лентали транспортёрга узатиб берса пахтани қабул қилиб олиб ғарамни 8-8,5 метргача бўлган баландлигига отиб бериш унумдорлиги шунча ортади.

Бундан ташқари ТЛ транспортёрларининг лентасининг узунлиги ва 600 мм га тенг бўлган кенглиги бўйлаб пахтани бир текисда ёйиш йўлини ишлаб чиқиш орқали пахта таркибидаги турли хил ифлосликларни пахта таркибидан ажралиб ҳаракатланиш имкониятига эришиш мумкин.

Адабиётлар

- [1]. Жабборов Г.Ж. ва бошқалар. Пахтани дастлабки ишлаш технологияси. // Т.: Ўқитувчи, 1987.
- [2]. F.Rahimov, N. Gadaev, Kh. Kosimov, R. Muradov Theoretical Studies on the Impact of Cotton and Heavy Mixtures on the Walls of the Working Chamber of the Stone Crusher // Web of Semantic Universal Journal on innovative Education, Volume 2 Issue 3, Year 2023 ISSN: 2835-3048 <https://univerpubl.com/index.php/semantic>.
- [3]. F.Rahimov, R.Muradov, X.Kosimov, N.Gadayev Increase the Efficiency of the Stamping Device by Installing a Router in the Working Chamber // Problems in the Textile and Light Industry in the Context of Integration of Science and Industry and Ways to Solve Them. pubs.aip.org/aip/acp, Namangan, Uzbekistan 5–6 May 2022, 040034-1- 040034-8 p.
- [4]. Ф.Рахимов, Т.Абдукаримов, И.Шамшиддинов, Р.Мурадов Повышение эффективности устройства камнеуловителя за счет установки фрезера в рабочую камеру // Авангард молодежной науки сборник

статей еждународного научно-исследовательского конкурса, Российская федерация МЦНП «Новая наука» состоявшегося 15 ноября 2021 г, 186-192 ст.

- [5]. Ф.Рахимов, Н.Гадоев, Р.Мурадов, Х.Косимов Изучения движение хлопка сырца в рабочей камере камнеуловителя // International Conference on Research in Humanities, Applied Sciences and Education Hosted from Berlin, Germany <https://conferencea.org>, June 5th 2022, 352-355 p.
- [6]. R.Muradov, F.Rakhimov, H.Kasymov, A.Karimov “Theoretical Study Of The Movement Of New Impurities And Heavy Impurities” The American Journal of Engineering and Technology, Volume02 Issue07 July 2020. DOI: -10.37547 / tajet. ISSN (e): 2689-0984 DOI <https://doi.org/10.37547/tajet/Volume02Issue07-03>

ПАХТА ЧИГИТИ ВА УНИ ЭКИШГА ТАЙЁРЛАШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИНГ КЛАССИФИКАЦИЯСИ

Р.Х. Тешабоева, М.И. Ахмедов, Ф.Х. Рахимов, Р.М. Мурадов

Наманган тўқимачилик саноати институти, Ўзбекистон. f.rahimov95@mail.ru
(Qabul qilindi 6.02.2024 y.)

Аннотация: Мақолада пахта чигитининг физик-механик, биологик хусусиятлари ҳамда пахта чигитини экиш олдидан уруғлик учун тайёрлаш технологик жараёнларининг таҳлили келтирилган. Шунингдек, уруғлик чигит тайёрлаш цехларида уруғлик чигит тайёрлашнинг уч хил усули ва уч хил жараёнда фойдаланиладиган технологик занжирнинг бир-биридан фарқи афзаллик ва камчиликлари таҳлил қилинган.

Калит сўзлар: пахта, чигит, уруғлик, момиқ, линтер, бункер, тасмали транспортёр, саралагич, калибрлаш, бункер, элеватор, шнек.

Аннотация: В статье представлен анализ физико-механических, биологических свойств семян хлопчатника и технологических процессов подготовки семян хлопчатника к посеву перед посевом. Также проанализированы преимущества и недостатки трех различных способов подготовки семян в семяподготовительных цехах и технологических цепочек, используемых в трех разных процессах.

Ключевые слова: хлопок, семена, семена, пух, линт, бункер, ленточный конвейер, сортировщик, калибровка, бункер, элеватор, шнек.

Abstract: The article presents an analysis of the physical, mechanical, biological properties of cotton seeds and technological processes for preparing cotton seeds for sowing before sowing. The advantages and disadvantages of three different methods of seed preparation in seed preparation shops and technological chains used in three different processes are also analyzed.

Key words: cotton, seeds, seeds, fluff, lint, hopper, belt conveyor, sorter, calibration, hopper, elevator, auger.

КИРИШ

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги 2022-2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисидаги ПФ-60-сон Фармонида мамлакатимиз тўқимачилик саноатини ривожлантириш юзасидан бир қатор вазифалар белгилаб берилган [1]. Тўқимачилик саноати маҳсулотлари ишлаб чиқариш ва экспорт ҳажмларини 2022 - 2026 йилларда кўпайтириш бўйича дастур ишлаб чиқиш ва амалга ошириш, шунингдек, 2022 йил 28 июнда Президент Шавкат Мирзиёев раислигида илмга асосланган уруғчилик ва агротехнологиялар ҳисобига пахта ишлаб чиқариш ҳажмини ошириш ҳамда пахтани чуқур қайта ишлаш асосида тўқимачилик маҳсулотлари экспортини кўпайтириш чора-тадбирлари юзасидан видеоселектор йиғилишида:

илмга асосланган уруғчилик ва агротехнологиялар ҳисобига пахта ҳосилдорлиги ва ҳажмини камида 30 фоизга ошириш;

пахтани чуқур қайта ишлаб, соҳанинг экспортини камида 2 бараварга кўпайтириш;

Бу – иқтисодиётимиз учун жуда катта имконият ва захиралиги, тўқимачилик бизга кам харажат билан олтиндан ҳам кўп даромад келтирадиган соҳа ҳисобланиши, шунинг учун ҳам соҳада тўлиқ кластер тизимини жорий этилганлиги айтиб ўтилди. Бугунги кунда пахта

толасини ўзимизда 100 фоиз қайта ишлаш йўлга қўйилганлиги (беш йил аввал 40 фоиз тола қайта ишланган) таъкидлаб ўтилди.

Дала майдонларидан териб олиниб пахта тозалаш корхоналарига дастлабки қайта ишлаш учун келтирилган пахта хомашёси бир нечта технологик жараёнлардан сўнг жинлаш (чигитдан толани ажратиш) жараёнига узатиб берилади. Бу технологик жараёнда пахта хомашёси корхонанинг асосий маҳсулотлари ҳисобланган тола ва чигитга ажралади. Чигитдан ажралган толалар тола тозалаш машиналарида тозаланиб преслаш жараёнига ўтиб кетади. Чигитлар эса таркибидаги қолган момик (линт) ларни ажратиб олиш мақсадида литерлаш жараёнига шнеклар ёрдамида ташиб кетилади. Бунда чигитлар турига қараб икки бўлади: уруғлик чигитлар ва техник чигитлар. Агар чигит техник чигит бўлса, уни делинтерлаш жараёни ҳам амалга оширилиб ёғ-мой комбинатларига юборилади. Лекин чигит уруғлик бўладиган бўлса унда линтерлаш жараёнидан бошлаб алоҳида юмшоқ режимда ишлайдиган технологик жараёнлар амалга ошириб уруғлик чигит тайёрлаш цехларига юборилади. Уруғлик чигит тайёрлаш цехларида уруғлик чигитни табиий хусусиятларини сақлаган ҳолда технологик жараёни ташкил этиш кейинги йил учун серхосил уруғлик чигит олишнинг асоси ҳисобланади.

МЕТОДЛАР

Чигит қулай шароитда ниҳол чиқаради. Чигитда ўсимликнинг бошланғич даврида ривожланишига етарли микдорда озик моддалар бўлади. Чигит мунтазам, бироз эзилган овал шаклда бўлиб, баъзан ён томонлари пачоқланган ҳам бўлиши мумкин, Чигитларнинг узунлиги 7-12 мм, эни 4-7 мм, қалинлиги (йўғонлиги) 3-6 мм бўлиб, бир дона чигитнинг массаси 0,08-1,18 г келади. Чигитнинг юқори йўғон қисми-халаза, пастки конуссимон торайган қисми микропил деб аталади. Чигит қобиғи қаттиқ ва тўқ жигарранг бўлиб, унинг ичида ядро жойлашган. Чигитнинг қобиғи ичидаги оч сариқ тусли сермой юмалоқ ядро ғужанак бўлиб ўралган барглар-уруғбарглардан иборат. Бу уруғбарглар орасида бир томондан уруғпалла тирсаги (униб чиқадиган майсанинг ёйсимон эгилиб турган поячаси) ва илдиз қини билан ҳимояланган ёш илдизча, иккинчи томондан эса устки ўсиш нуқтаси жойлашган. Чигитнинг илдиз қинидан кейинчалик илдиз униб чиқади, ўсиш нуқтасидан эса ғўзапоя шаклланади. Чигит тупроқда ҳар қандай вазиятда жойлашганда ҳам униб чиқадиган бошланғич илдиз доим пастга қараб ўсади. Чигит мағзида ўсимлик мойлари ва оқсиллари, заҳарли мод-далардан госсипол ва бошқалар бўлади. Етилган чигитнинг қобиғи 0,25 мм қалинликда бўлса ҳам шунчалик қаттикки, ўткир пичоқ билан қийин кесилади, тиш орасига олиб эзганда эса тирсиллаган овоз чиқади. Етилмаган чигитлар (хом чигитлар) оқимтир рангда бўлиб, тишлаб кўрганда тирсилламасдан эзилиб қолади [2].

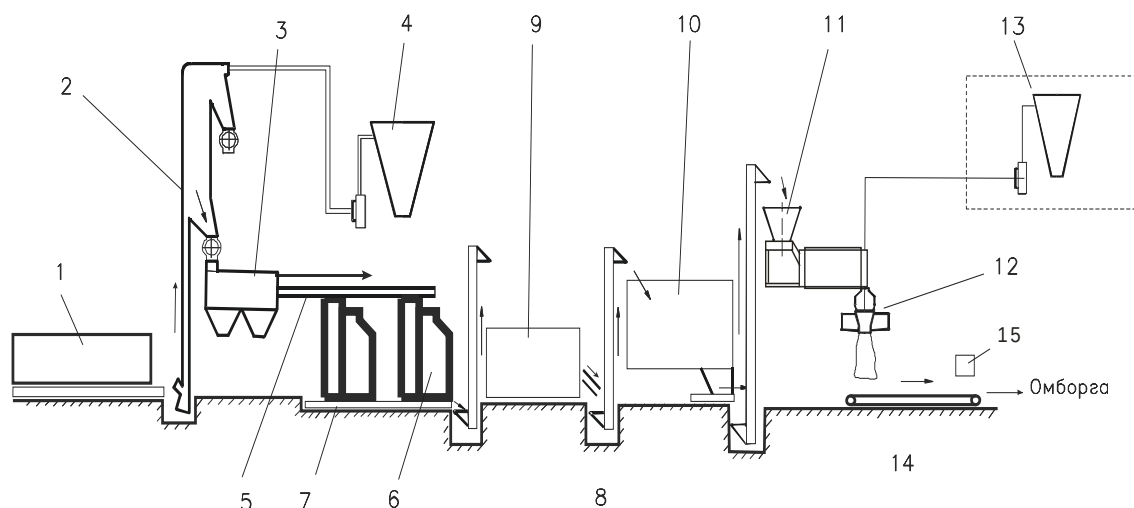
Чигит сиртки қобик хужайрасидан униб, икки ярус толалар билан қопланган. Узун толалар толали чигит массасининг 30-40 %ни, қисқа толалар - момиклар 5-10 %ни, чигитнинг ўзи эса 56-62 % ни ташкил этади. Чигитлар жин машиналарида, момиклар эса линтерларда ажратиб олинади, Чигитларнинг тола ва момиклари ажратиб олингандан кейин туклари қолади. Бундай чигитлар тукли чигитлар деб, бирор усулда туклардан тозаланган чигитлар эса туксизлантирилган (делинтланган) чигитлар деб аталади. Перу нави пахтасининг чигитлари фақат узун толалар билан қопланган бўлиб, жиндан ўтказилгандан кейин туксиз бўлиб қолади. Уруғлик чигитларнинг механик кўрсаткичлари уларнинг абсолют массаси, алоҳида чигитнинг зичлиги, йириклиги, ишқаланиш коэффициенти, урилганда қайтиш коэффициенти, шакл ва ўлчамлари, намлиги билан тавсифланади.

Чигитларнинг абсолют массаси деганда нами қочирилган 1000 дона чигит массаси тушунилади. Ўрта толали ғўза навлари чигитларининг абсолют массаси 80—100 г ни ташкил этиб, 105—125 граммилиари энг кўп учрайди. Ингичка толалиларники 120—150 г ни ташкил этади. Якка чигитнинг нисбий зичлиги уни эритмаларга ботириш йўли билан аниқланади ва у $0,85—1,12 \text{ г/см}^3$ чегарада бўлиб, зичлиги 1 г/см^3 дан кўп бўлган чигитлар 82—95 % ни ташкил этади. Эркин тўкиб қўйилган тукли куруқ чигитлар зичлиги $290—310 \text{ кг/м}^3$, туксизлантирилган чигитларники эса $580—620 \text{ кг/м}^3$, чигитларни шикастламаслик учун якка

чигитга таъсир этувчи куч 5 Н дан ошмаслиги керак. Тукли чигитларнинг ишқаланиш коэффиценти пўлат бўйича 0,6, полиэтилен спирт бўйича эса 0,5 туксизлантирилган чигитлар учун тегишли 0,42 ва 0,25. Ўзбекистонда асосан тукли ва туксизлантирилган уруғлик чигитлар тайёрланади. Сўнги йилларда кам тукли уруғлик чигит тайёрлаш технологияси ҳам жорий қилинмоқда. Уруғлик чигит тайёрлаш «Уруғлик пахта хом ашёсини қайта ишлаш ва уруғлик чигит тайёрлаш технологик регламенти» бўйича амалга оширилади. Регламент тукли, механик усулда туксизлантирилган ва кам тукли уруғлик чигитларни тайёрлаш технологияларига, дорилаш ва қоплаш жараёнини қўшган ҳолда қўйиладиган асосий талабларни белгилайди. Туксизлантирилган ва кам тукли уруғлик чигит механик туксизлантириш усулида тайёрланади. Механик туксизлантириш, ўз навбатида, бир марта ёки икки марта туксизлантириш технологияси билан амалга оширилиши мумкин. Чигитни дорилаш асосан дори суспензияси билан «Уруғлик чигитни дорилаш бўйича тавсиянома» ПДКИ 43–2002 бўйича амалга оширилади. Уруғлик чигитнинг сифати ЎзДСт 663:1996 стандарти талабларига мос келиши шарт.

Тукли уруғлик чигит тайёрлаш

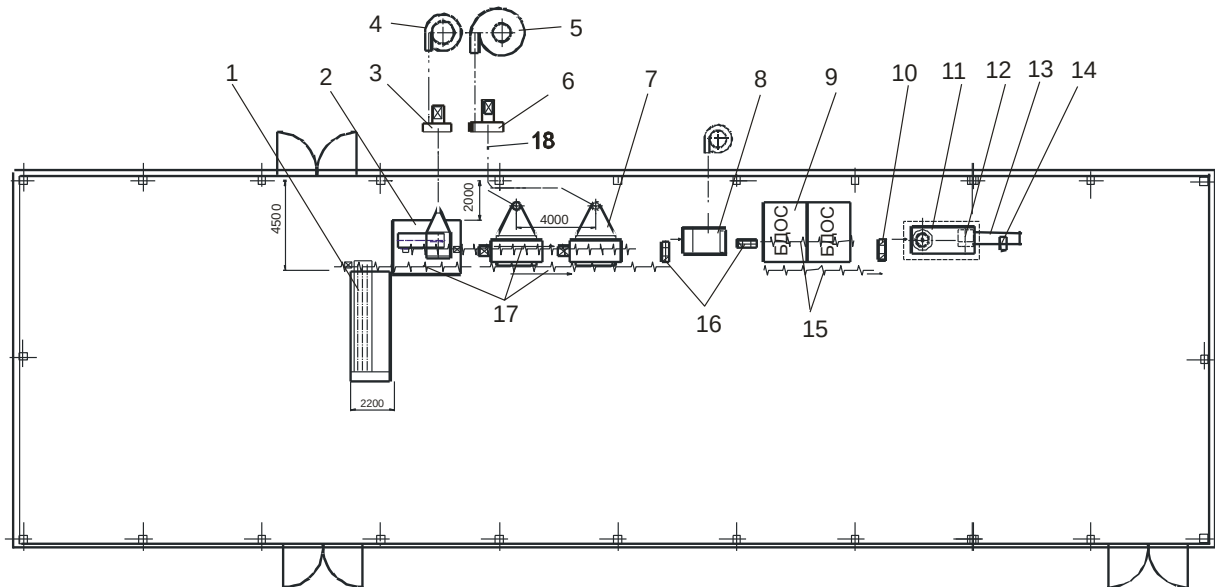
Тукли уруғлик чигит тайёрлаш қуйидаги асосий жараёнлардан иборат: чигитни ифлосликлардан ва ташқи аралашмалардан тозалаш, уларни саралаш, дорилаш, қадоқлаш ва қопларга жойлаш. Уруғлик чигит тайёрлаш жараёнида асосий маҳсулот сифатида тукли дориланган уруғлик чигит олинади. Шунингдек, техник чигит, саралаш чиқиндилари ва чигитларнинг таркибида калта момик бўлган тозалаш ва саралашдаги чиқиндилари ҳам олинади. Уруғлик чигитни ифлослик ва ташқи аралашмалардан тозалаш ЧСА чигит тозалаш ва саралаш агрегатида, чигитнинг туклилигини 6-8 % гача тушириш 5ЛП линтерлари ёрдамида, линтерлардан ўтказилган чигитларни тозалаш ва саралаш, махсус саралаш-тозалаш машиналарида амалга оширилади. Тозаланган ва сараланган уруғлик чигит дорилаш машинасида дориланиб, ўлчаб қадоқлаш аппаратида қопланади ва қопларнинг оғзи тикилиб, тайёр маҳсулот омборига жўнатилади [2]. Цехнинг иш унумдорлигини маълум тавсия этилган миқдорда бўлишини таъминлаш учун технологик жараёнга УПС чигит қабул қилиш бункери тадбиқ этилган. Тукли уруғлик чигит тайёрлаш сеҳининг узлуксиз ишлашини таъминлаш мақсадида тозаланган ва сараланган уруғлик чигитни вақтинча йиғиб туриш ва уни дорилашга меъёрда узатиш учун цехда БДОС бункер-дозалагичлари ўрнатилади. Цехнинг иш унумдорлиги тукли дориланган чигит бўйича - 3000 кг/с гача.



1-расм. Тукли уруғлик чигит тайёрлаш цехида технологик ускуналар тизимининг ўрнатилиш кетма-кетлиги схемаси.

1- УПС қабул қилиш бункери; 2- ЧСА агрегати; 3- МЧТ механик чигит тозалагич (ЧСА агрегати мажмуасига киради); 4- циклон; 5- тақсимловчи винтли конвейр; 6- 5ЛП линтерлари; 7- йиғувчи винтли конвейр; 8 - элеватор; 9- тукли чигит саралаш ва тозалаш машинаси; 10- БДОС бункер дозалагичи; 11- чигит дорилаш машинаси; 12- чигитни ўлчаб қоплаш аппарати; 13- ифлос ҳавони тозалаш аспиратсия қурилмаси; 14 – тасмали транспортёр; 15-қоп тикиш машинаси.

Тукли уруғлик чигит тайёрлаш технологик жараёни кам тукли ва туксизлантирилган уруғлик чигит тайёрлаш технологик жараёнига нисбатан содда босқичда амалга оширилиб, энг асосийси таркибидаги линт (момик) лар бир марта енгил режимда 5 ЛП туридаги линтер машиналарида ажратиб олинади.



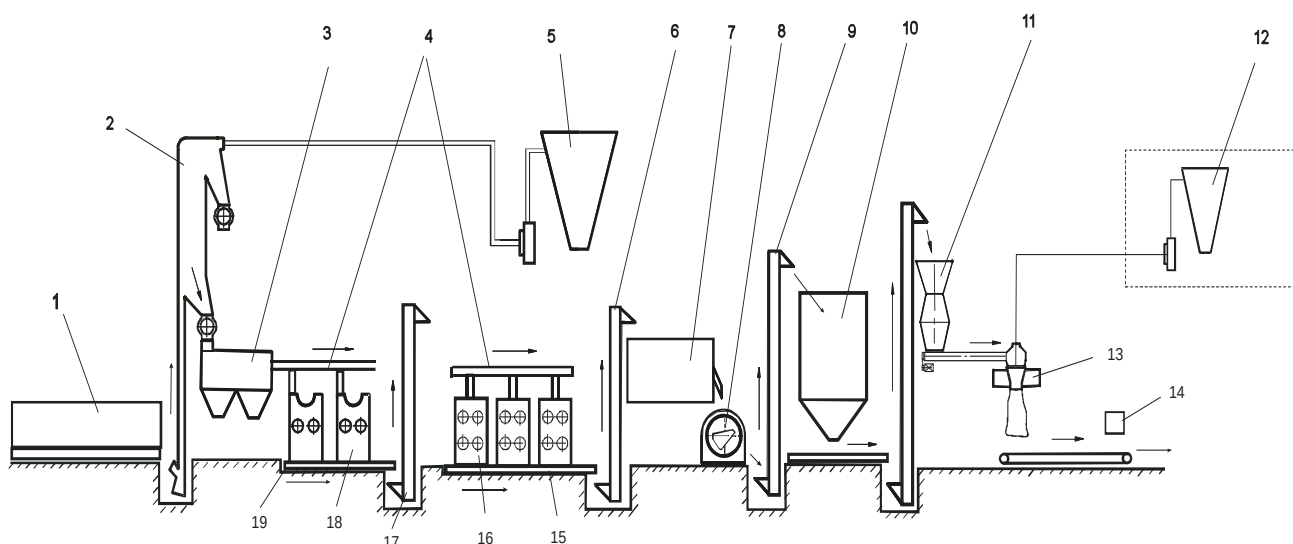
2-расм. Тукли уруғлик чигит тайёрлаш цехидаги технологик ускуналар жойлашиши схемаси.

- 1- УПС қабул қилиш бункери; 2- ЧСА чигит тозалаш ва саралаш агрегати; 3- ВЦ-8 вентилятор; 4- СП-3 циклон; 5- СП-6 циклон; 6- ВЦ-10 вентилятор; 7- 5ЛП линтери; 8- тукли чигит саралаш ва тозалаш машинаси; 9- БДОС бункер дозалагичи; 10,16- элеватор; 11- чигит дорилаш машинаси; 12- чигитни ўлчаб қолаш аппарати; 13- тасмали транспортёр; 14-қоп тикиш машинаси; 15,17- шнек; 18-кувурлар.

Туксизлантирилган ва кам тукли уруғлик чигитларни тайёрлаш

ЎзДСт 663:1996 бўйича туксизлантирилган уруғлик чигитнинг туклилиги 0,5 % дан, кам тукли уруғлик чигитнинг туклилиги 2,5 % дан ошмаслиги лозим [3-4]. Туксизлантирилган ва кам тукли уруғлик чигитларни тайёрлаш мавжуд бўлган механик чигит туксизлантириш сеҳларида амалга оширилиши мумкин ва дастлабки чигитни ифлосликлардан тозалаш, саралаш, механик усулда туксизлантириш, ўлчамлари бўйича калибрлаш, дорилаш,қадоқлаш ва қопларга жойлаш жараёнларини ўз ичига олади. Механик туксизлантириш услубини қўллаб уруғлик чигит тайёрлаш жараёнида туксизлантирилган ёки кам тукли дориланган уруғлик чигитлардан ташқари техник чигит, таркибида калта момик бўлган тозалаш, саралаш ва туксизлантириш чиқиндилари олинади [6-7]. Дастлабки уруғлик чигит УПС уруғлик чигитни қабул қилиш бункерига тўкилиб, ма'лум ме'ёрланган миқдорда ЧСА агрегатига узатилади ва унинг ёрдамида тозаланади ва сараланади, кейин уруғлик чигит 1ЛБ колосниксиз линтерларида ва ОС туксизлантириш машиналарида керакли туклилик даражасигача делинтерланиб калибрлагичда калибрланади, триерда узунлиги бўйича сараланади, дорилаш машинасида дориланади, чигитни ўлчаб қолаш аппаратида қадоқланади ва қоп тикиш машинасида қопларнинг оғзи тикилади. Цехнинг лойихавий қуввати ва иш унумдорлиги дастлабки чигитнинг туклилиги ва қўлланилаётган 1ЛБ ва ОС туксизлантириш машиналарининг миқдорида боғлиқ [6-7]. Масалан, сеҳда 4 донга 1ЛБ ва 6 донга ОС машиналари ўрнатилган, дастлабки чигитнинг туклилиги 8,5 % бўлган ҳол учун тайёрланган маҳсулот (дориланган уруғлик чигит) бўйича бу сеҳнинг иш унумдорлиги, ўрта ҳисобда:

- туксизлантирилган чигит бўйича – 1800 кг/с ни;
- кам тукли чигит бўйича 2400 кг/с ни ташкил этади.



3-расм. Икки босқичли туксизлантирилган ва кам тукли уруғлик чигит тайёрлаш технологик ускуналари тизимининг ўрнатилиш кетма-кетлиги схемаси.

1– УПС қабул қилиш бункери; 2- ЧСА агрегати; 3- МЧТ механик чигит тозалагичи (ЧСА агрегати мажмуасига киради); 4- тақсимловчи винтли конвейрлар; 5- циклон; 6- элеватор; 7- калиблагич; 8- триер; 9- элеватор; 10- БНОС туксизлантирилган чигитни йиғиш ва меъёрлаб узатиб бериш бункери; 11- чигит дориллаш машинаси; 12- ифлос ҳавони тозалаш аспиратсия қурилмалари; 13- чигитни ўлчаб қошлаш аппарати; 14-қоп тикиш машинаси; 15– йиғувчи конвейр; 16– ОС чигит туксизлантириш машинаси; 17- элеватор; 18- 1ЛБ колосниксиз линтери; 19- йиғувчи винтли конвейр.

Натижа ва хулосалар

Юқоридаги уруғлик чигит тайёрлаш технологик жараёнлари ҳозирги кунга қадар мамалакатимизда уруғ экиладиган ҳудуднинг иқлим шароитига қараб тайёрланиб тарқатилиб келинмоқда. Ушбу келтирилган технологик жараёнлар ҳам айнан мана шу уруғлик чигит турига қараб бир-биридан фарқланади. Лекин барча жараёнларда асосий мақсад келаётган йилда мўл ҳосил олиш учун сифатли уруғлик чигитни етказиб беришдан иборат.

Технологик жараёнларни таҳлил қилиш жараёнида қуйидагиларни натижа ва хулоса ўрнида келтиришимиз мумкин:

- чигитларнинг узунлиги 7-12 мм, эни 4-7 мм, қалинлиги (йўғонлиги) 3-6 мм га тенглигини инобатга олиб, бу кўрсаткичларни чигитнинг барча навларига солиштириш орқали саралаш ва тозалаш жараёнидаги турли юзаларни тешикларининг ўлчамлари ҳамда шаклини тўғри танлаш;
- бир дона чигитнинг массаси 0,08-1,18 г га тенглигини ҳисобга олган ҳолда чигитларни пневматик жараёнда ташиш ва тозалаш учун сарфланаётган ҳаво сарфини тўғри тақсимлаш;
- чигит ҳаракатланувчи юзасидаги материал ва чигит орасидаги ишқаланиш коэффиценти ҳисобга олиб технологик машиналарнинг материални тўғри танлаш;
- чигит таркибидаги момиклар чигит массасининг қанча қисмини ташкил этишини аниқлаб, суспензия миқдорини ошириб ёки камайтириб бориш.

Адабиётлар

- [1]. Жабборов Г.Ж. ва бошқалар. Пахтани дастлабки ишлаш технологияси. // Т.: Ўқитувчи, 1987.
- [2]. Ф.Б.Омонов Пахтани дастлабки ишлаш бўйича справочник (Маълумотнома). “Ўзпахтасаноат” акциядорлик уюшмаси “Пахта тозалаш ИЧБ” ОАЖ “Voriz-nashriyot” Тошкент – 2008.
- [3]. F.Rahimov, N. Gadaev, Kh. Kosimov, R. Muradov Theoretical Studies on the Impact of Cotton and Heavy Mixtures on the Walls of the Working Chamber of the Stone Crusher // Web of Semantic Universal Journal on innovative Education, Volume 2 Issue 3, Year 2023 ISSN: 2835-3048 <https://univerpubl.com/index.php/semantic>.
- [4]. F.Rahimov, R.Muradov, X.Kosimov, N.Gadayev Increase the Efficiency of the Stamping Device by Installing a Router in the Working Chamber // Problems in the Textile and Light Industry in the Context of Integration of

Science and Industry and Ways to Solve Them. pubs.aip.org/aip/acp, Namangan, Uzbekistan 5–6 May 2022, 040034-1- 040034-8 p.

- [5]. Ф.Рахимов, Т.Абдукаримов, И.Шамшиддинов, Р.Мурадов Повышение эффективности устройства камнеуловителя за счет установки фрезера в рабочую камеру // Авангард молодежной науки сборник статей международного научно-исследовательского конкурса, Российская федерация МЦНП «Новая наука» состоявшегося 15 ноября 2021 г, 186-192 ст.
- [6]. Ф.Рахимов, Н.Гадоев, Р.Мурадов, Х.Косимов Изучения движение хлопка сырца в рабочей камере камнеуловителя // International Conference on Research in Humanities, Applied Sciences and Education Hosted from Berlin, Germany <https://conferencea.org>, June 5th 2022, 352-355 p.
- [7]. R.Muradov, F.Rakhimov, H.Kasymov, A.Karimov “Theoretical Study Of The Movement Of New Impurities And Heavy Impurities” The American Journal of Engineering and Technology, Volume02 Issue07 July 2020. DOI: -10.37547 / tajet. ISSN (e): 2689-0984 DOI <https://doi.org/10.37547/tajet/Volume02Issue07-03>

UO‘K 677.21.021

ARRALI TOLA AJRATKICH UCHUN TARKIBLI KOLOSNIK KONSTRUKSIYASINING SINOV NATIJALAR TAHLILI

O.Sh. Sarimsakov¹, Sh.T. Ergashev², X.T. Shokirov²

¹Namangan to‘qimachilik sanoati instituti,

²Namangan muhandislik-qurilish instituti,

Sh.ergashev@mail.ru

hasanboyshokirov75@gmail.com, +998939139525

(Qabul qilindi 6.02.2024 y.)

Tola ajratkich mashinasida paxta tolasini chigitdan ajratib berish jarayonida xomashyo valigi hosil bo‘lishi bir qancha faktorlarga bog‘liq bo‘ladi. Shulardan eng asosiylari xomashyo valigini aylanish tezligi, toladorligi, zichligi, tolasidan ajragan chigitlar miqdori va boshqalardir. Bundan tashqari xomashyo valigida hosil bo‘lgan bosim ta’sirida ishchi kamera devorlari bilan hosil qilgan ishqalanish kuchini ham inobatga olish kerak bo‘ladi. Mana shu faktorlar tola ajratkich mashinasining ish unumdorligi va olinadigan tola sifatiga ta’siri bor. Ma’lumki, jinlash jarayonida 25% tola va tolasidan ajralgan chigitlar xomashyo valigida ko‘p turib qolishi sababli mexanik shikastlanadi.

Tadqiqotning asosiy maqsadi paxta tolasini chigitdan ajratish jarayonidagi tola va chigit shikastlanishini oldini olish, ishchi kameradan chigit chiqish samaradorligini oshirish va shu bilan birga jinlash jarayonida energiya sarfini kamaytirish yo‘llarini o‘rganish, tola ajratgichning ishchi organlarini yangi konstruksiyasini ishlab chiqish va uni ishini o‘rganish, texnologik o‘lchamlarini aniqlash hamda ishlab chiqarishga taklif etishdan iboratdir.

Ushbu tadqiqot ishida jin mashinasining ishchi qismlaridan biri kolosnikning DL-10 jin mashinasiga amaldagi va tavsiya qilinayotgan tarkibli kolosniklar o‘rnatilgandan so‘ng olingan natijalar tahlili keltirilgan. Yangi konstruksiyani joriy qilishdan asosiy maqsad, jamiyatning DL-10 jin mashinasining ish samaradorligini oshirish va yangi texnologiyalar bilan to‘ldirish orqali rivojlantirishdan va sifatli tola va chigit olishdan iboratdir.

Kalit so‘zlar: tarkibli kolosnik, namangan 34, jin mashinasi, chigit, tola, mexanik shikastlanish, tukdorlik, namlik, ifloslik, urug‘chilik, xomashyo valigi.

В процессе отделения хлопкового волокна от семян в волокноразделительной машине формирование сырья зависит от нескольких факторов. Важнейшими из них являются скорость вращения сырья, волокна, плотность, количество отделившихся от волокна семян и т. д. Кроме того, необходимо учитывать силу трения, создаваемую стенками рабочей камеры за счет давления, создаваемого в сырье. Эти факторы влияют на производительность сепаратора волокон и качество получаемого волокна. Известно, что в процессе дженирования 25% волокна и отделенные от волокна семена остаются в куче сырья, вызывая механические повреждения.

Основная цель исследований – предотвратить повреждение волокон и семян в процессе отделения хлопкового волокна от семян, повысить эффективность выхода семян из рабочей камеры и одновременно изучить пути снижения энергозатрат при Процесс хлопкоочистки, разработка

новой конструкции рабочих органов волокнистого сепаратора и совершенствование его работы состоит из изучения, определения технологических размеров и предложения в производство.

В данной научной работе представлен анализ результатов, полученных после установки джин-машины ДЛ-10, одного из рабочих органов джин-машины. Основная цель внедрения новой конструкции – повышение эффективности хлопкоочистительной машины общества ДЛ-10, ее развитие путем наполнения новыми технологиями, получение качественного волокна и семян.

Ключевые слова: колосник с содержанием, Наманган 34, джин-машина, семена, волокна, механические повреждения, ворсистость, влажность, загрязненность, семенная продукция, сырье.

In the process of separating cotton fiber from seeds in a fiber separating machine, the formation of raw materials depends on several factors. The most important of them are the speed of rotation of the raw material, fiber, density, the number of seeds separated from the fiber, etc. In addition, it is necessary to take into account the friction force created by the walls of the working chamber due to the pressure created in the raw material. These factors affect the performance of the fiber separator and the quality of the resulting fiber. It is known that during the ginning process, 25% of the fiber and the seeds separated from the fiber remain in the pile of raw materials, causing mechanical damage.

The main goal of the research is to prevent damage to fibers and seeds in the process of separating cotton fiber from seeds, to increase the efficiency of seed exit from the working chamber and at the same time to study ways to reduce energy costs during the Cotton cleaning process, the development of a new design of the working bodies of the fiber separator and the improvement of its operation consists of studying, determination of technological dimensions and proposals for production.

This scientific work presents an analysis of the results obtained after installing the gin machine DL-10, one of the working parts of the gin machine. The main goal of introducing a new design is to increase the efficiency of the company's DL-10 cotton gin machine, its development by filling it with new technologies, and obtaining high-quality fiber and seeds.

Key words: grate with contents, Namangan 34, gin machine, seeds, fibers, mechanical damage, hairiness, humidity, contamination, seed products, raw materials.

KIRISH

Dunyoda paxtaga dastlabki ishlov berish texnologiyasi, jumladan paxta tolasini chigitdan ajratish jarayoni, texnika va texnologiyasini takomillashtirishga yoʻnaltirilgan keng koʻlamli ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Ushbu yoʻnalishda, jumladan, paxtani jinlash jarayoni samaradorligini oshirishning ilmiy asoslari ishlab chiqilmoqda, ilmiy hajmdor, shuningdek zamonaviy texnika va texnologiyalarni ishlab chiqarishga keng joriy etishni jadallashtirish orqali mahsulot sifatini yaxshilash va tannarxini pasaytirishga eʼtibor kuchaytirilmoqda.

Respublikamizda paxta xomashyosini chuqur qayta ishlash asosida yuqori qoʻshimcha qiymatli tayyor mahsulot ishlab chiqarishni koʻpaytirish, mamlakat paxta tozalash sanoati tuzilmasini takomillashtirish, texnik va texnologik qayta qurish asosida paxta mahsulotlari tannarxini kamaytirish va sifat koʻrsatkichlarini yaxshilash orqali uning raqobatbardoshligini taʼminlashga alohida eʼtibor qaratilmoqda. 2022-2026 yillarga moʻljallangan yangi Oʻzbekistonning taraqqiyot strategiyasida, jumladan «...milliy iqtisodiyotni jadal rivojlantirish va yuqori oʻsish surʼatlarini taʼminlash hamda toʻqimachilik sanoati mahsulotlari ishlab chiqarish hajmini 2 baravarga koʻpaytirish» boʻyicha vazifalar belgilab berildi.

TADQIQOT METODI

Tarkibli kolosnik konstruksiyasi tayyorlangandan soʻng, amaldagi SCh 15-32 markali choʻyan kolosniklar bilan solishtirish usuli orqali tajriba sinovlari oʻtkazilgan. Tajriba uchun namangan 34 selleksion, III sanoat navi olingan. Amaliy tadqiqot ishlari Noyabr va Dekabr oylarida oʻtkazilgan. Bilamizki, tajriba oʻtkazish ham havo haroratiga bogʻliq jarayon hisoblanadi. Jinlash jarayonini boshlashdan oldin paxtani namligi va iflosligi aniqlab olingan. Amaldagi va tarkibli kolosniklarning eksperimental tadqiqot ishlari “Namangan urugʻchilikni rivojlantirish markazi” DM, viloyat boshqarmasiga qarashli “Chust elita urugʻchilik xoʻjaligi” MChJ korxonasida oʻtkazilgan va joriy qilingan. Yangi konstruksiyani joriy qilishdan asosiy maqsad, jamiyatning DL-10 jin mashinasining ish samaradorligini oshirish va yangi texnologiyalar bilan toʻldirish orqali rivojlantirishdan iboratdir.



1 - korpus, 2 -Ishchi kamera, 3 – arrali slindr, 4 - rostlagich, 5 - chigit yig'uvchi, 6 – tarkibli kolosniklar. 1-rasm. DL-10 jin mashinasining tarkibli kolosnik o'rnatilgan ko'rinishi.

Tajriba o'tkazish uchun tayyorlangan 10 arrali tola ajratkich qurilma ishlaganda, paxta yuqoridan solinadi. Ishchi kamera 2 ga paxta tushadi, xomashyo valigi holisil bo'ladi, arrali silindr 3 orqali paxta titilib jinlash jarayoni boshlanadi, tola bilan chigit yaxshiroq jinlanishi uchun rostlagich 4 orqali jarayon rostlanadi so'ng ajralgan tola tarkibli kolosnik 6 tirqishlaridan va ajralgan chigit esa tarkibli kolosnik ishchi yuzasidan chigit yig'uvchiga 5 tushadi [5].

TADQIQOT NATIJALARI

Ikkita bir xil DL-10 jin mashinalariga amaldagi va tarkibli kolosniklar o'rnatilgan, tajriba o'tkazish jarayoniga namangan 34 III navi, ikkita bir xil bo'lgan tola ajratkichga paxtani ishlov berish uchun 7 kgdan olingan. Bir xil vaqt rejimida jinlash jarayoni o'tkazilgan. Ijobiy xususiyatlardan biri chigitning mexanik shikastlanish ko'rsatkichini batafsil ko'rib chiqamiz.

Chigitning mexanik shikastlanishini aniqlash.

Chigitning mexanik shikastlanishini aniqlash

uchun 50 gr ajratamiz. Uni sulfat kislotada yaxshilab aralashtirib olamiz, toki chigit tuksizlangunga qadar yog'och bilan aylantirib yuboramiz. So'ng uni suvda yuvamiz va bir muddat quritamiz. Qurigan chigitni yorituv chirog'i orqali kuzatib ajratamiz.



2-rasm. Chigitning mexanik shikastlanishini aniqlash jarayoni.

Eslatma: Puch chigitni sanoq vaqtida hisobga olmaymiz, sababi urug' uchun yaroqsiz hisoblanadi.

$$N_{yar} + N_{sin} = N_{um}$$

Bu yerda:

N_{yar} – yaroqli chigit soni, dona,

N_{sin} – singan chigit soni, dona,

N_{um} – umumiy chigitlar soni, dona.

Tarkibida qancha foiz chigit shikastlanishini aniqlash uchun quyidagi formula o'rinli bo'ladi:

$$N_{\text{sin}}/N_{\text{um}}*100\%;$$

tavsiya

Singan chigit soni 32 dona

Yaroqli chigit soni 386 dona

Demak, $386 + 32 = 418$ dona

$$N_{\text{sin}}/N_{\text{um}}*100\% = 32/418*100 = 7,6\%$$

mavjud

Singan chigit soni 52 dona

Yaroqli chigit soni 366 dona

Demak, $366 + 52 = 418$ dona

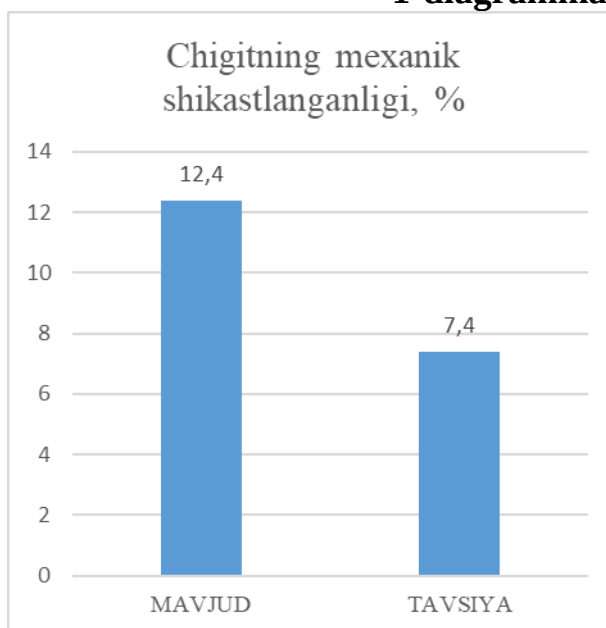
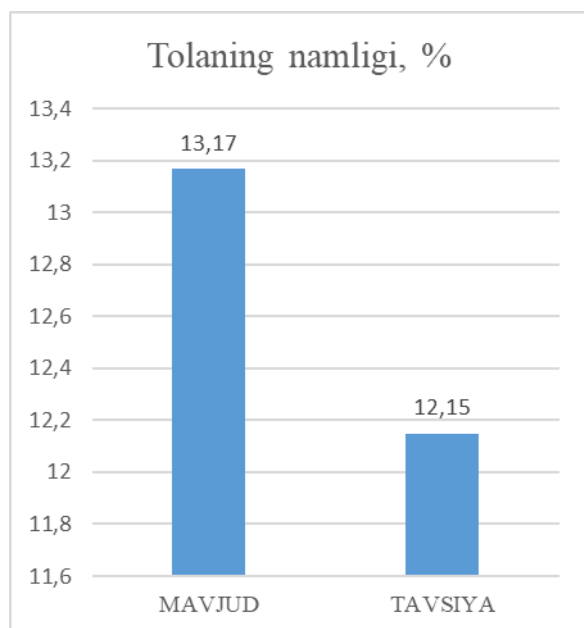
$$N_{\text{sin}}/N_{\text{um}}*100\% = 52/418*100 = 12,4\%$$

1-jadval

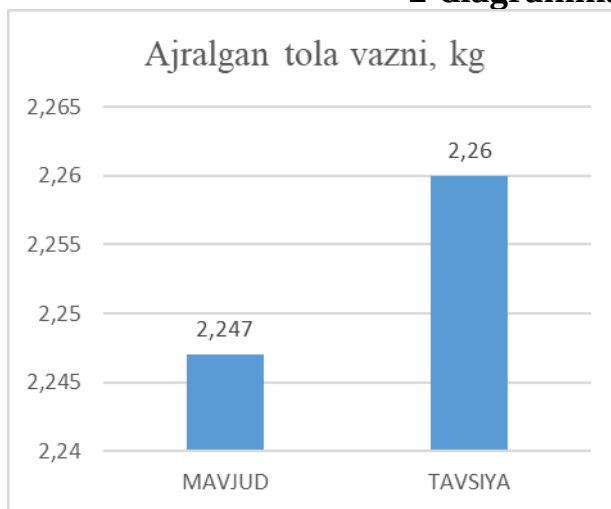
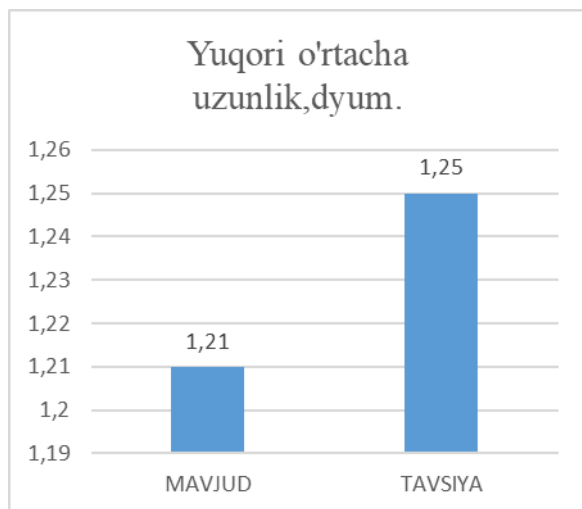
Ishlab chiqarish sinovining natijalari, Namangan 34 III/1 nav uchun

№	Aniqlangan xususiyatlar	Birligi	mavjud	tavsiya
1	Tajriba uchun olingan paxta	Kg	7	7
2	Paxta namligi	%	17,6	17,6
3	Paxta iflosligi	%	12,2	12,2
4	Paxtaga ishlov berish vaqti	Daqiqa	9,50	9,42
5	Ajralgan tola vazni	Kg	2,247	2,260
6	Ajralgan chigit vazni	Kg	3,759	3,628
7	Tola namligi	%	13,17	12,15
8	Chigit namligi	%	13,9	13,9
9	Texnik chigitning tukdorlik darajasi (200 dona chigit uchun)	Gr	0,16	0,10
10	Tolaning shtapel uzunligi	Mm	39	40
11	Yuqori o'rtacha uzunlik	Dyum	1,21	1,25
12	Chigitning mexanik shikastlanganligi	%	12,4	7,4
13	Tola tarkibidagi ifloslik va nuqsonli aralashmalarning massaviy ulushi	%	9,64 Iflos	9,44 Iflos

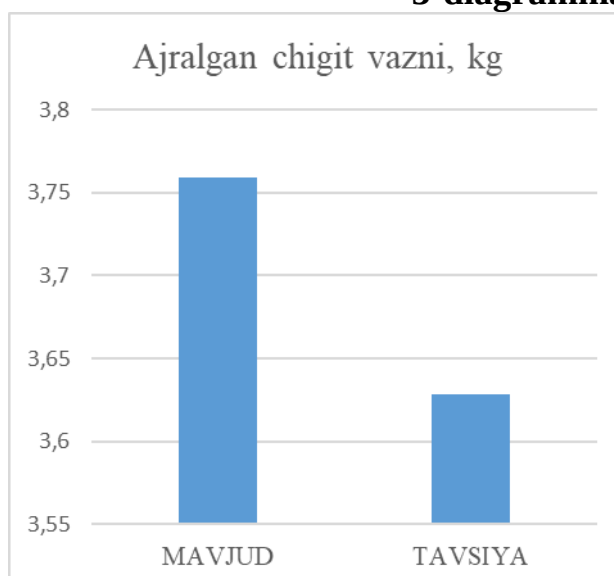
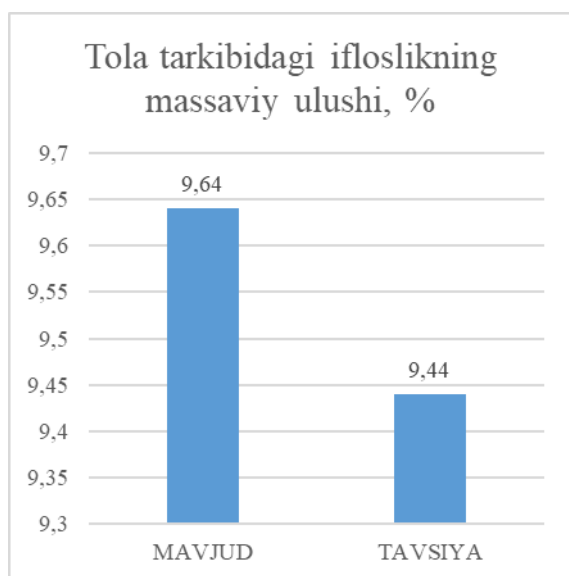
1-diagramma



2-diagramma



3-diagramma



MUHOKAMA

Tarkibli kolosnikning ikkinchi muhim belgisi esa kolosnik ishchi yuzasining paxta bilan ishqalanish koeffitsienti pastligi bo'lib, bu xususiyat ish jarayonida toladan ajralgan chigitning 'arakatiga qarshilik ko'rsatuvchi ishqalanish kuchining pasayishiga sabab bo'ladi. Natijada, chigit og'irlik kuchi ta'sirida kolosnik ustida sirpanib, pastga qarab osonroq va tezroq harakatlanadi va ishchi kameradan tezroq chiqib ketadi. Shuning uchun, yangi kolosnik o'rnatilgach paxtani chiqarish vaqti kamaygan, ya'ni jin ish unumi ortgan. Qolaversa, chigit ishchi kameradan tezroq chiqib kesa, u qayta arra tishlariga urilmaydi.

Bu holat chigit mexanik shikastlanishining kamayishiga, bu esa, o'z navbatida, tolada po'stloqli tola, deb nomlanuvchi nuqsonning kamayishiga olib keladi. Shuning uchun, yangi kolosnik o'rnatilgach tola tarkibidagi ifloslik va nuqsonli aralashmalarning massaviy ulushi kamaygan [6].

XULOSA

1. Jadvallardagi tajriba natijalariga qaralsa, namangan 34 III/1 navida chigitning mexanik shikastlanishi mavjud kolosnikda 12,4% ni, tavsiya etilayotgan tarkibli kolosnikda 7,4%.
2. Paxtani chiqarish vaqti Namangan 34 III/1 navida ya'ni, mavjud (o'rtacha 9.5 sek)ga nisbatan tavsiya etilayotgan kolosniklarda (o'rtacha 8.42 sek) kamaygani, ya'ni ish unumi 0.74 kg/s dan 0.83 kg/s ga, ya'ni 2.664 t/soatdan 2.988 t/soat oshgani aniqlangan.
3. Ajralgan tola vazni, texnik chigitning tukdorlik darajasi, tola tarkibidagi ifloslik va nuqsonli aralashmalarining massaviy ulushi ko'rsatkichlarida ham ijobiy o'zgarish aniqlangan bo'lib, bu holat, yangi kolosnikning yuqori samarasidan dalolat beradi.

Adabiyotlar

- [1]. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 28 noyabrdagi «Paxtachilik tarmog'ini boshqarish tizimini tubdan takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida»gi PQ-3408-sonli Qarori.
- [2]. Zikriyev E.Z. Paxtani dastlabki qayta ishlash. O'quv qo'llanma. - T.: Mexnat, 2002. - 290 b.
- [3]. "O'zpxatasanoat" uyushmasi "Paxtani qayta ishlashning muvofiqlashtirilgan texnologiyasi", (PDQI 41-2002; PDI-2007) T. "Mehnat". 2012. – 58 b.
- [4]. Tola ajratish jarayonini takomillashtirish: monografiya / X.T. Axmedxodjaev, M.A. Tojiboev, X.N. Sharipov - "Navro'z" nashriyoti, 2021 140 bet.
- [5]. Salimov A. Mahsulotlar sifatini aniqlash va sertifikatlash. -T.: «Fan va texnologiya», 2019, 216 bet.
- [6]. Patent UZ № FAP 02331. Sh.T.Ergashev, O.Sh. Sarimsakov, Kh.T. Shokirov, A.O. Sharifjanov. 31.08.2023 y.
- [7]. Элёрбек Шамсиддинов, & Хасанбой Шокиров (2022). ЖИН МАШИНАСИ ИШЧИ ВАЛИНИНГ ЭГИЛИШИ. Central Asian Academic Journal of Scientific Research, 2 (4), 102-110.

МЕХАНИЗМ ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЯ В ТЕЛЕ ЗЕМЛЯНЫХ ПЛОТИН

А. Махмудов, Б.М. Шакиров

*Андижанский институт сельского хозяйства и агротехнологий
(Получена 18.11.2023)*

Приведена классификация трещин возникающих при эксплуатации грунтовых плотин. Причины трещинообразования. Основываясь на анализе натурных наблюдений грунтовых плотин приведены условия трещинообразования плотин возведенных на лессовых просадочных грунтах.

Ключевые слова: грунт, плотина, деформация, основание, лесс, поперечная трещина, продольная трещина, причина трещинообразования.

Фойдаланиётган тупроқ тўғонларида пайдо болган ёрикларни турлари келтирилган. Ёрикларни пайдо бўлиш сабаблари. Ишлаб турган тупроқ тўғонларда қилинаётган назорат турларига асосан лесс асосларда қурилган тоғонларда пайдо бўлган ёрикларни асосий сабаблари келтирилган.

Калит сўзлар: Тупроқ, тўғон, чўкишлар, асос, лёсс, қўндаланг ёриклар, бўйлама ёриклар, ёрикларни пайдо бўлиш сабаблари.

A classification of cracks that occur during the operation of soil dams is given. Causes of cracking. Based on the analysis of field observations of soil dams, the conditions for cracking of dams built on loess subsidence soils are given.

Keywords: soil, dam, deformation, foundation, loess, transverse crack, longitudinal crack, cause of cracking.

Явление трещинообразования в земляных плотинах и связанная с ним аварийная опасность вызывали беспокойство и пристальное внимание инженеров-гидротехников с самых ранних периодов плотиностроения. Однако до 1950 г. было опубликовано очень мало данных по этому вопросу. Впервые на важность изучения проблемы трещинообразования в грунтовых плотинах указал А.Казагранде [9]. Он отметил, что образование трещин обусловливается главным образом, неравномерностью осадок элементов и тела плотин.

Первое систематическое описание трещин и механизм трещинообразования даны в работе Шерарде и др. [17].

Классификация трещин, основанная на разработках Шерарде, приводится в нормативных документах Корпуса военных инженеров США [24]. Согласно этой классификации, различают следующие типы трещин:

- а) поперечные вертикальные или расположенные под некоторым углом к оси плотины;
- б) продольные вертикальные возникающие, в том числе в сопряжении ядра и упорных призм;
- в) горизонтальные в ядре и по контакту ядра и основания.

Такие же принципы классификации трещинообразования были предложены Д.Лоу в своем докладе на X конгрессе по большим плотинам в Монреале [11]. Отмечая, что наиболее опасными являются сквозные поперечные трещины в верхней зоне ядер плотин Д.Лоу в качестве основной причины их образования, считает неравномерную осадку зон ядра плотины по длине.

Поперечные трещины возникают в результате развития зон растяжения, образующихся вследствие различных осадок в береговой и русловой частях плотины, в данном случае - обусловлены различными деформативными свойствами основания плотины.

Поперечные горизонтальные трещины могут образоваться в нижних слоях плотины, построенной в узком каньоне, вследствие зависания ядра плотины на бортах (арочный эффект), препятствующего осадке гребня плотины [5,8,10]. Б.Лофквист еще в 1951 году дал полное определение явлению аточного эффекта, который возникает вследствие различной сжимаемости ядра и призмы и соответствующего "давления" одного элемента на другой. В дальнейшем это явление было подтверждено А. Бишопом и П.Вагоном, а также Е.Нонвейлером и П. Анагности при анализе работы плотины Селсет. Б.Къяренсли при анализе процесса трещинообразования в каменно-земляной плотине Хиттеуей при наполнении водохранилища, где наблюдалось резкое увеличение фильтрационных расходов через узкое ядро.

Продольные трещины, хотя и менее опасны, чем поперечные (так как не являются сквозными), тем не менее, наблюдались на некоторых крупных плотинах и с возможностью их возникновения следует считаться [7,18,20]. Продольные трещины могут быть вызваны осадками упорных призм, значительно превосходящими осадку ядра (например, при наполнении или опорожнении водохранилища). В грунтовых однородных плотинах продольные трещины могут возникнуть в результате осадки верховой призмы.

Наблюдения за трещинообразованием показали, что различные трещины (поперечные, продольные и горизонтальные) имеют различную степень опасности и, если часть из них самозалечивается и не представляет опасности для сооружения, то часть может привести к авариям и разрушениям сооружения.

В настоящее время накоплен значительный материал по натурным наблюдениям за построенными плотинами (в основном за рубежом) с описанием возникающих повреждений (трещин) и анализом причин их возникновения [2, 3, 4, 5, 6, 7, 13, 22, 23]. Перечень некоторых плотин с описанием грунтовых материалов ядер и результатами наблюдений за трещинами приведены в работах Н.Тоулора и Г.Моргана [23]. Наиболее полный обзор по трещинообразованию в плотинах содержится в работе Тейтельбаумана А.И., Мельник В.Г. и Саввиной В.А. [7]. Важность вопросов трещинообразования нашли свое отражение, в частности, в большом количестве докладов на Международных конгрессах по большим плотинам - на 9 (Истамбул, 1967), 10 (Монреаль, 1970), II (Мадрид, 1973), I2 (Мехико, 1976), 13 (Дели, 1979) и 14 (Рио-де-Жанейро, 1982).

Рассмотрим наиболее характерные случаи образования трещин в грунтовых плотинах. Как отмечалось, основной причиной возникновения поверхностных и внутренних поперечных трещин являются неравномерность осадок тела плотины или его сжимаемого

основания, вследствие чего возникают горизонтальные перемещения в продольном сечении плотины и деформации растяжения.

Это отчетливо наблюдается на плотинах Перука и Ректор Крик [14]. Наблюдения показали, что горизонтальные смещения по длине плотины имеют разный знак, т.е. имеются как зоны растяжения, так и зоны сжатия. Размещение этих зон соответствует профилю основания и створа. В зонах растяжения на ряде плотин образовались сквозные поперечные трещины. Так, на плотине Инфернилло [12], Стоктон Крик [21], Раунд Батт [15], Хриново [22] и др. при наполнении водохранилища резко увеличились продольные деформации и вблизи береговых примыканий образовались трещины.

Плотина Уистер - земляная однородная плотина высотой 30 м и длиной 1700 м - построена на юго-востоке штата Оклахома (США) [16]. Плотина возведена из илистой глины при оптимальной плотности и влажности, уплотненной слоями 15 см восемью проходами кулачкового катка. На большей части длины основание сложено слоями глинистого аллювия, толщиной 9... 10,5 м, под которыми залегает сланцевая материнская порода.

Насыпь плотины была возведена за 1946...1948 гг. Спустя три месяца после ввода в эксплуатацию. На низовом откосе плотины были видны несколько мест с концентрированной фильтрацией с расходом $0,14 \text{ м}^3/\text{с}$, которые наблюдались в пяте по длине 180 м. В последующие дни объем фильтрации возрос, измеренная полная фильтрация составила $0,56 \text{ м}^3/\text{с}$ и основная протечка проходила с откоса бермы на отметке, примерно 475. После снижения уровня воды в водохранилище фильтрация приостановилась.

Разносторонние исследования, выполненные после аварии выявили основную причину фильтрации появление горизонтальных трещин из-за неравномерной осадки основания. Авторы [16] приводят следующие основные факторы, способствующие развитию трещин:

- 1) русло реки проходит по диагонали через створ плотины;
- 2) русловой участок плотины строился последним, когда боковые участки были уже возведены;
- 3) в правом борту проходящего по диагонали русла реки находится берег высотой 9 м, сложенный из сравнительно несжимаемого сланца;
- 4) в левой части русловой секции залегает слой аллювиальных глин толщиной 9 м;
- 5) первоначальное заполнение водохранилища проходило быстро.

Шерард и др. анализируя условия разрушения плотины Уистер отмечали, что трудно объяснить, почему эта плотина разрушилась, а другие подобные ей нет [19]. Очень вероятно, что главную долю ответственности за насыпи к эрозии.

В работе Шерарда и др. на основе анализа наблюдений по 17-ти плотинам, это разрушение следует возложить на необычно высокую склонность материала, где в некоторых наблюдалось раскрытие трещин, приводится диапазон гранулометрических составов грунтов, наиболее опасных по трещинообразованию [17]. Однако этот анализ носит в основном качественный характер, грунты рассматриваются только с точки зрения их хрупких свойств, и прогнозировать трещинообразование по этим данным не представляется возможным. Шерардом также отмечается, что противофильтрационные элементы большинства плотин, в которых наблюдались крупные трещины, возводились при влажности на 5% и более ниже оптимальной по Проктору.

Весьма поучительным и подробно описанным случаем работы грунтовых плотин на сильно просадочном основании являются грунтовые плотины Сельбурского водохранилища.

Сельбурское водохранилище расположено в естественном котловане, которое вытянуто вдоль реки Кзыл-Су на правом ее берегу, вблизи села Акджар Восейского района республики Таджикистан.

Верховой откос заложением $m = 3,5$, низовой откос заложением $m = 3,0$. Плотина однородная, построена путем послойной отсыпки грунта в воду. У основания низовой призмы устроена дренажная призма. Основание плотины и ее борта сложены лессовыми

суглинками, обладающими сильно просадочными свойствами, мощностью 40...60 м по основанию и 80... 100 м на склонах береговых примыканий.

В процессе наблюдений было отмечено появление трещин на плотине и на ее откосе со стороны верхнего бьефа в пределах ПКЗ÷К6+50.

Ширина раскрытия трещин по верху достигала до 30 см, а глубина до 2,5 м. Пройденными выработками установлено, что падение плоскости трещин направлено в сторону чаши водохранилища, что свидетельствует, по всей видимости, об оползании верхового откоса. Это подтвердил характер деформации железобетонных плит верхового откоса вблизи левого плечевого примыкания тела плотины.

Кроме того, на гребне плотины образовались провальные воронки (ПК6) глубиной до 1 м.

На малой плотине до 1967 г. в основном просадка (20...30см) происходила в центральной части, где при высоких горизонтах к основанию плотины подходила вода. В 1967 г. просадка в Левобережном примыкании плотины достигла 20...30 см, а в мае 1968 г. просадка составила около 10... 15 см. Эти просадки, связанные с подъёмом уровня воды в водохранилище и увлажнением ранее незамоченных просадочных грунтов. В том же 1963 г. образовались продольные трещины, проходившие вдоль плотины, имевшие длину 10...15 м и ширину раскрытия у поверхности, достигавшую 30 см.

Просадочные деформации в основании плотины во второй период протекали главным образом в верхней его части - в контактной с подошвой плотины зоне, где грунт обладал наибольшей влажностью. Остальная же толща основания, вследствие низкой водонасыщенности, не уплотнялась. Это подтверждается неизменностью плотности грунта, приобретенной им после замачивания (плотность скелета грунта в шурфах 3, 4, заложенных в 1965 г., оставалась в среднем такой же, как и в 1961 г. - в среднем 1,35 т/м³). Подобное явление можно объяснить тем, что просадочная толща в основании при первых наполнениях водохранилища не была полностью промочена, ибо вода у плотины держалась очень ограниченное время.

Третий период деформаций относится ко времени более высоких наполнений водохранилища.

Основной причиной интенсивного трещинообразования в это время также являются неравномерные деформации основания. Это объясняется, во-первых, неодинаковой мощностью залегания просадочных грунтов под гребнем плотины вдоль ее оси. Во-вторых - различной глубиной промачивания грунта вследствие разной глубины воды вдоль плотины при наполнении водохранилища.

Естественно это отразилось и на деформациях основания, наибольшую осадку (около 120 см) за период 1965...1968 гг. испытали реперы № 8 и № 12 (соответственно на ПК6+50 и 4+50), установленные в центральной части плотины. Вблизи левого плечевого примыкания (репера 16, 19) осадка равнялась 80 см. Наименьшая осадка до 20 см произошла у правого плеча плотины.

Чартакская водохранилищная плотина образует русловое водохранилище, предназначенное для трансформации и аккумуляции селевых потоков. Водохранилище расположено в предгорной зоне Ферганской долины (Узбекистан) в адырной (холмистой) полосе реки Чартак-Сай. Поверхностный слой Наманганского адыра сложен четвертичными отложениями, их мощность составляет 150...200 м и представлены лессовыми суглинками с прослоем галечника. Грунтовая плотина неоднородна. Призма плотины сложена из песчано-гравийного грунта. Ядро из суглинка, которое при строительстве III очереди переходит в экран.

Максимальная высота строящейся плотины 43 м. Заложение откосов - верхового от 1:3,5 до 1:4, низового от 1:2,5 до 1:3. Ширина по гребню - 8 м, бермы - по 4 м, длина по гребню - 1,6 км.

В декабре 1975 г. была сдана в эксплуатацию 2- очередь строительства. Максимальная высота плотины соответствовала 20 м. В мае 1976 г. произошла авария плотины. Вода размывала около трети длины построенной плотины.

Причиной аварии явились, по всей видимости, неравномерные деформации тела плотины и ранее неувлажненных лессовых грунтов основания левого бортового примыкания, которые и способствовали появлению сквозных поперечных трещин в теле плотины.

Каттакурганская водохранилищная плотина образует наливное водохранилище, предназначенное для сезонного регулирования стока р. Заравшан (Узбекистан) [1]. Створ плотины сложен третичными и четвертичными породами. Третичные породы расположены на глубине 30...35 м от дна котлована и представлены красными глинами с примесью песка. На неровно размывтой поверхности третичных пород залегает толща четвертичных отложений в виде лессовых суглинков, супесей и песков. Мощность этих отложений - 20...60 м. Строительство земляной насыпной плотины было начато в 1940 г. и окончено в 1953 г. Максимальная высота - 28,6 м, ширина по верху - 5 м и длина по гребню - 3,9 км. Заложение откосов верхового от 1:3 до 1:4, закрепленного каменной наброской, низового от 1:3 до 1:5 - не укреплено. Грунт в тело плотины отсыпался слоями от 15 до 30 см и уплотнялся кулачковыми каткам.

В июле 1949 г. в районе левого борта плотины были обнаружены трещины, они довольно быстро расширялись до нескольких сантиметров. Трещины прорезали всю уложенную толщу грунта плотины. Одна из них прослеживалась за пределами плотины. Трещины были вскрыты траншеями, которые потом засыпались грунтом оптимальной влажности слоями 7... 8 см с ручным трамбованием до плотности 1,75 г/см³. Кроме того, в период консервации строительства (1940...1946 гг.) в плотине образовалось значительное количество трещин, достигших глубины нескольких метров. Основной причиной трещинообразования являются неравномерные деформации тела плотины по створу в продольном направлении. Обследование плотины в период с 1950 г. по 1954 г. показало, что деформация основания в пойменной части в 2 раза меньше деформации в береговых частях. Неравномерность деформации основания проявлялась как по длине, так и по времени в результате просадки из-за увлажнения ранее неувлажненных грунтов основания берегового примыкания.

Таким образом, результаты натурных наблюдений подтверждают, что основной причиной трещинообразования тела плотины являются неравномерные деформации самого тела, или сжимаемого основания. Характер проявления деформации обуславливается видом усилий напряжения и неравномерного насыщения водой ранее неувлажненных грунтов просадочного основания, а также различием деформированных свойств элементов плотины.

Здесь необходимо отметить основные причины неравномерности деформаций вододерживающих сооружений на просадочном основании [59,60]. Первая - это разная высота плотины по ее длине, что приводит к неодинаковому избыточному давлению в основании от веса насыпи. В таких случаях необходима более пологая срезка уступов в основании плотин и дамб, чтобы снивелировать деформации.

Вторая причина - неравномерная нагрузка на основание от собственного веса грунтов по профилю плотины и воды в верхнем бьефе в поперечном направлении. В результате сооружение испытывает поперечный прогиб с наибольшей деформацией в центральной прилегающей к гребню части плотин, наименьший - у подножья откоса. Такого рода деформация произошла в однородной плотине Атчапарского водохранилища (Узбекистан. Н - 30 м) при наполнении водохранилища в 1983 г., что привело к образованию продольной трещины шириной 2...2,5 м. и длиной 23 м.

Третья причина – различные условия увлажнения основания и тела плотины в поперечном направлении, особенно в начальный период наполнения водохранилища. Со стороны напорного откоса, откуда идет фильтрация воды, грунты промачиваются, а следовательно и деформируются значительно быстрее и более интенсивно, чем с

противоположной. Низовой откос и его основание, особенно при быстром наполнении и сработках горизонта, не успевает увлажняться в такой же степени, и деформации там происходят менее интенсивно.

Четвертая причина - неравномерные деформации грунтовой плотины в бортовых примыканиях из-за замачивания ранее неувлажненных массивов грунтов бортов в створе плотины при заполнении водохранилища. В данном случае, неравномерность деформаций проявляется как от уплотнения тела плотины, так и от просадок основания по глубине. Подобный характер распределения деформации наблюдался в грунтовой плотине Каттакурганского водохранилища (Узбекистан) [1] - высотой 30 м, строительство которой закончено в 1954 г. Изучение динамики осадки в период с 1950 по 1954 гг. показало, что в пойменной части осадка основания в среднем составила 31 см при максимальной 51 см. В береговых частях плотины максимальная осадка за четыре года наблюдений достигла 70 см и происходила неравномерно как по длине, так и по времени, из-за неодновременности воздействия на них фильтрационного потока.

Описанная характерная картина трещинообразования отражает динамику распределения напряжений на различных участках плотины. По мере того, как насыпь испытывает действие постепенно возрастающих неравномерных осадок, минимальные главные сжимающие напряжения в критических зонах постепенно уменьшаются и в момент трещинообразования они достигают нуля. Можно предположить, что трещины показывают направления минимальных главных напряжений, действующих на деформирующуюся насыпь. Как и следовало ожидать, грунт плотины растягивается в обоих примыканиях в продольном направлении, и минимальное главное напряжение на этих участках плотины действует по вертикальным поперечным плоскостям. В центре долины минимальные главные напряжения действуют по вертикальным продольным плоскостям.

Список литературы

- [1]. Казакбаев К.К., Адилов И.А. Строительство ирригационных сооружений в районах нового освоения.- Ташкент: Узбекистан, 1981.-222с.
- [2]. Круглов Д.Н. Прогнозирование просадок в районах проектируемых водохранилищ на лессовых грунтах (на примере Сельбурского водохранилища). Науч. Труды ТПИ им. Беруни.-Ташкент.-1979.-С.74.
- [3]. Круглов Д.Н., Хасанов И.Р. О процессе просадочных деформаций лессовых оснований земляных плотин. Труды Международного симпозиума по литологии и генезису лессовых пород.-Ташкент: Фан, 1971.-С. 280-289.
- [4]. Радченко В.Г., Петров Г.Н., Рейман Л.С. Образование трещин в земляных и каменно-земляных плотинах. Энергетическое строительство за рубежом.- М.: Энергия, 1970.- № 1.- С. 26-29.
- [5]. Саввина В.А. Исследования деформаций и трещинообразования в ядрах и экранах каменно-земляных плотин. – Дис. канд.тех. наук. –М., 1976. – 118 с.
- [6]. Сквалецкий Е.Н., Хасанов И.Р. Деформации земляных плотин на просадочном лессовом основании. В сб. : Проблемы инженерной геологии Таджикистана. – Душанбе: Дониш, 1972. – С. 98-108.
- [7]. Тейтельбаум А.И., Мельник В.Г., Саввина В.А. Трещинообразование в ядрах и экранах каменно-земляных плотин. –М: Стройиздат, 1975. – 165 с.
- [8]. Bertram G.E. Experience with seepage control measures in earth and rock-fill dams. Frans. IX th Cong Zarge Dams, Ystambul. 1967.Vol. 3.p.91-109.
- [9]. Casagrande A. Notes on the design of earth dams. Journal of the Boston Society of Civil Engineers., vol. 37. N4. October 1950.p. 405-429/
- [10]. Kjajensli B., Forblaa J. Yeahage Horizontal Cracks in the Core of Hyttejvet Dam. Proc. Norv. Ynst.Oslo, 1968, N80.p. 39.
- [11]. Zanffer H., Schober W. ThtGepatschRoch-fill Dams in the KauntrVally. Huititme Cong des Barrages.Eginburgh, 1964,Voe. 3.
- [12]. Marsal R.J., Zester M.D. El YnfernilloRoch-Fill Dam. Eighth YnternationalCong.onZarge Dams, vol. 3 Q 31, R2, p. 599-613, Eginbygh 1964
- [13]. Nagarher P.K., Kulrarni R.,P.,Kulrarni M.N.Zessons from incidety and failuresof in Mohoroshre. Frans.oftht XIII YCOLD vol. 2. 1979. P. 527-542.
- [14]. Noveiler E. Post construction deformation of rock-fill dam. Peruca.VIII Ynt. Cong. On Zarge Dam.Eginburgh 1964. p. 855-864.
- [15]. Patrick J.G. Post-Construction of Round Buttee Dam. Journal of the Soil Mech. And Found. Div. ASCE., Vol. 93, N SM 4,July 1967. P. 251.

ТОЗАЛАШ ЖАРАЁНИДА ТОЛА БЎЛАКЧАЛАРИНИНГ ТИШ ОЛД СИРТИДА
ҲАРАКАТИ ВА УЛАРНИНГ ТИШ БИЛАН ИЛАШИШ КУЧЕНИНГ ТАДҚИҚИ

Б.А. Палуанов¹, А.П. Пирматов²

¹Қорақалпоқ давлат университети

p_baxtiyar@karsu.uz, тел: +998934864445

²Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти

a.pirmatov@mail.ttyesi.uz, тел: +998993092657

(Қабул қилинди 6.02.2024 й.)

Ушбу мақолада, тозалаш жараёнида толаларнинг сифатли тозаланишига таъсир қиладиган толанинг ифлослик даражаси, толанинг хосса кўрсаткичлари, толанинг таъминланиш тезлиги, гарнитура тишларининг геометрияси, барабаннинг айланиш тезлиги ҳисобга олиб назарий тадқиқотлар амалга оширилган. Truetzschler фирмасининг CVT-3 тозалаш машиналари мисолида ҳар хил ўлчамдаги гарнитуралар ва ҳар хил тозалаш барабанининг айланиш частоталари танлаб олиниб таҳлиллар олиб борилган ҳамда оптимал вариантлар тавсия этилган.

Калит сўзлар: тойланмаган тола, CVT-3 тозалаш машинаси, гарнитура тишлари, барабаннинг айланиш тезлиги, математик ҳисоб-китоблар. интерлок трикотажд, комплекс баҳолаш, намуналарни таққослаш.

В данной статье проведены теоретические исследования с учетом уровня загрязнения волокна, свойств волокна, скорости подачи волокна, геометрии зубьев гарнитуры и скорости вращения барабана, которые влияют на качество очистки волокна в процессе очистки. На примере очистительных машин Truetzschler CVT-3 были выбраны и проанализированы разные размеры гарнитур и разная частота вращения очистительной барабана, а также рекомендованы оптимальные варианты.

Ключевые слова: непресованного волокна, очистительная машина CVT-3, зубья гарнитуры, скорость вращения барабана, математические расчеты.

In this article, theoretical studies are carried out taking into account the level of fiber contamination, fiber properties, fiber feeding speed, headset tooth geometry and drum rotation speed, which affect the quality of fiber cleaning in the cleaning process. Using the Truetzschler CVT-3 cleaning machines as an example, different headset sizes and different cleaning drum speeds were selected and analyzed, and the optimal options were recommended.

Keywords: unpressed fiber, CVT-3 cleaning machine, set teeth, drum rotation speed, mathematical calculations.

Кириш

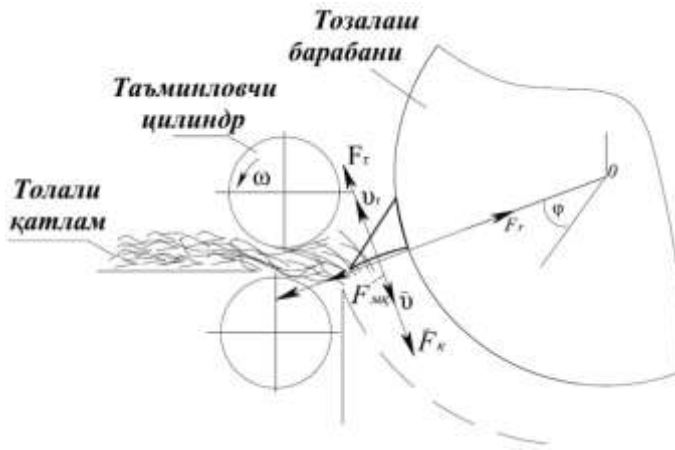
Ўзбекистон Республикасида пахта-тўқимачилик кластерлари дислокацияси жойига нисбатан давлат комиссияси томонидан, тавсия этилган пахта селекцион навидан тола етиштирилиши натижасида, кластерларда ип йиғириш жараёнларида хомашёдан самарали фойдаланиб, сифатли ип ишлаб чиқаришда бир қатор долзарб муаммолар мавжудлиги бўйича илмий таклиф ва хулосалар берилган [1].

Ип йиғириш жараёнлари кетма-кетлигида тайёрланган хомаки маҳсулотлар ва ип таркибида чигал толалар ва непсларнинг мавжудлиги асосан пахтани дастлабки ишлаш технологиясининг салбий оқибатлари сифатида илмий тадқиқотлар натижасида аниқланган [2,3]. Шунингдек анъанавий усулда, пахта толасидан ип ишлаб чиқаришда толаларни юқори даражада шикастланишига сабаб бўлган титиш жараёни ҳам қўлланилиб келинмоқда. Ушбу технологиялардаги такрорий механик зарбалар толаларни кучли шикастлантириб, йиғирилган ипнинг сифат кўрсаткичлари пасайишига сабаб бўлади. Ип йиғиришда толаларнинг самарали тозаланишида ҳам толаларнинг физик-механик хоссалари муҳим аҳамиятга эга [4,5].

Назарий қисм

“Truetzschler” фирмасининг CVT-3 дастлабки тозалаш машиналари, етакчи

машинасозлик фирмалари томонидан турли арра тишли гарнитуралар билан тозалаш барабанлари комплектланади, ишлатиладиган тола турига қараб гарнитуранинг рационал профили ва тишларнинг геометрияси танланади. Тозалаш жараёнида тозалаш барабанининг айланиш частотаси $1100-3350 \text{ мин}^{-1}$ гача тавсия этилган[6]. Барабанларнинг айланиш тезлигини ортиб бориши натижасида толаларнинг дискрет оқими бир-бири билан кучли боғланмаган майда толали бўлакчаларига ажралиб, бир вақтда уларни ифлос аралашмалардан ва нуқсонлардан тозалайди (1-расм).



1-расм. Тозалаш барабанида толаларни титиш схемаси.

Тозалаш жараёнига қуйидагилар таъсир қилади: толанинг ифлослик даражаси, толанинг хосса кўрсаткичлари, толанинг таъминланиш тезлиги, гарнитура тишларининг геометрияси, барабаннинг айланиш тезлиги ва ҳаво босими. Ушбу технологик параметрлар меъёр даражасида бўлмаса титилиб-тозаланаётган толаларда непс микдори ортиб таралган пилтанинг хосса кўрсаткичлари пасайишига олиб келади ва йигирилаётган ип сифатига салбий таъсир кўрсатади.

Экспериментал қисм. Тозалаш жараёнида тавсия қилинаётган арра

тишли гарнитуранинг толаларга таъсир қилувчи параметрлари таҳлил қилинди.

Тўғри танланган гарнитурадан ташқари тозалаш барабанининг айланиш частотасини тўғри танлаш муҳим ҳисобланади. Айланиш частотаси ортиши натижасида толаларнинг титилиб-тозаланиши, гарнитурадан толаларни ажратиш ва уларни узатиш яхшиланади, аммо бир вақтда шикастланган толалар сони ҳам ортиши мумкин. Тозалаш барабанининг айланиш тезлиги жуда катта бўлганда толалар кўндаланг йўналишда жойлашиб ҳаракат траекториясининг ўзгариши ва механик куч таъсирида толанинг табиий хоссалари пасайиши мумкин [7].

Шунинг учун юқорида келтирилган CVT-3 асосий тозалаш машинасининг тозалаш барабанининг айланиш частотасини ва амалда ип йигириш корхоналарида ўрнатилган тозалаш барабанларининг айланиш частоталари таҳлил қилинди. Тадқиқот ишимизда, тишлар сони $N_1=8$; $N_2=12$; $N_3=16$ гарнитуралардан ва барабан айланишлар частоталари $n_1=900 \text{ мин}^{-1}$; $n_2=1100 \text{ мин}^{-1}$; $n_3=1300 \text{ мин}^{-1}$ қийматларида таҳлил қилинди.

Арра тишли гарнитура толали қатламдаги толаларни титиш вақтида унга қуйидаги кучлар таъсир қилади: радиус-вектор бўйлаб аэродинамик қаршилик кучи ($\vec{F}_r$), уринма бўйлаб таъсир қилувчи аэродинамик қаршилик кучи ($\vec{F}_\tau$), марказдан қочма куч ($\vec{F}_{m.k}$), кориолис куч ($\vec{F}_{кор}$), уринма ва радиус-вектор бўйича йўналган қаршилик коэффициенти (f_r) ва (f_τ), толалар оқиб ўтувчи юзалари (A_r) ва (A_τ) ҳавонинг қаршилик кучи (ρ), уринма тезлиги (v_r) радиус-вектор бўйича тезлиги (v_τ) уринма бўйлаб ҳавонинг тезлиги (v).

Юқорида келтирилган, яъни толали қатламдаги толаларни титишда ҳосил бўладиган параметрлар таҳлил қилинди. Тиш олд қиррасидаги толаларга уринма ва радиус-вектор бўйича толаларга таъсир қилувчи аэродинамик қаршилик кучлари қуйидагича аниқланди [8].

$$\vec{F}_r = \frac{1}{2} \cdot f_r \cdot A_r \cdot \rho \cdot v_r^2; \quad \vec{F}_\tau = \frac{1}{2} \cdot f_\tau \cdot A_\tau \cdot \rho \cdot (v + v_\tau)^2 \quad (1)$$

Толали бўлакчаларнинг уринма ва радиус-вектор бўйлаб арра тиши ости асосидаги тезликлари ҳисобланди.

$$\mathcal{G}_r = \frac{dl}{dt} = \dot{l}; \quad \mathcal{G}_\tau = l \cdot \frac{d\varphi}{dt} = l \cdot \dot{\varphi} \quad (2)$$

Толали бўлакчаларнинг ҳаракат оқимини ўрганишда кутб радиуси ва кутб бурчаклари вақт функцияси сифатида киритилди.

$$\begin{aligned} m \cdot \ddot{l} + F_{m.k} &= \pm F_r \\ m \cdot l \cdot \ddot{\varphi} + F_{кор} &= F_\tau \end{aligned} \quad (3)$$

бу ерда, марказдан қочма ва кориолис кучлар $\vec{F}_{m.k} = m \cdot l \cdot \dot{\varphi}^2$ ва $\vec{F}_{кор} = -2 \cdot m \cdot \dot{l} \cdot \dot{\varphi}$ толаларнинг тиш олд қиррасидаги ёй бўйлаб ҳаракати натижасида юзага келадиган кучлар аниқланди.

Бундан ташқари толаларни тозалаш зонасига узатилишида уларнинг ҳаводаги тезлиги ҳисобланди.

$$\mathcal{G}_t = \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot g}{c \cdot S \cdot \rho}} \quad (4)$$

g – толаларнинг эркин тушиш тезланиши; m – тола массаси; S – арра тишлар орасидаги юза; c – қаршилиқ коэффициент.

бундан $a = \frac{1}{2} \cdot c \cdot S \cdot \rho = \frac{g \cdot m}{\mathcal{G}_h^2}$ белгилаш киритиш натижаси (3) тенглик қуйидагича кўринишда ифодаланди.

$$\begin{aligned} \ddot{l} + l \cdot \dot{\varphi}^2 &= \pm a \cdot \dot{l}^2 \\ l \cdot \ddot{\varphi} - 2 \cdot \dot{l} \cdot \dot{\varphi} &= \pm (\mathcal{G} - l \cdot \dot{\varphi})^2 \end{aligned} \quad (5)$$

Бошланғич шартдан фойдаланиб, яъни даставвал толали қатламни титиш жараёнида $\varphi = 0$ даги қийматлар аниқланди [9]

$$(l)_{\varphi=0} = l_0; (\mathcal{G}_r)_{\varphi=0} = \pm \mathcal{G}_{r0}; (\mathcal{G}_\tau)_{\varphi=0} = \mathcal{G}_{\tau0}$$

Бошланғич шартлардан фойдаланиб толаларнинг умумий ҳаракат тезликларини аниқлашда тавсия қилинаётган тозалаш машинаси тозалаш барабанининг айланиш частотасини $n_1 = 900 \text{ мин}^{-1}$; $n_2 = 1100 \text{ мин}^{-1}$; $n_3 = 1300 \text{ мин}^{-1}$ қийматларда, тишлар сони $N_1 = 8$; $N_2 = 12$; $N_3 = 16$ қийматларда ва толаларнинг чизиқли тезликларини $v_1 = 10.8 \frac{m}{s}$, $v_2 = 13.2 \frac{m}{s}$, $v_3 = 15.6 \frac{m}{s}$ қийматларга мос келадиган толалар тезликлари қуйидагича

$$\text{агар } l > l_0 \text{ бўлса } \mathcal{G} = 0.1 \cdot l \cdot v \cdot e^{-5.09(r-r_0)} / l_0 \cdot \beta^{0.75}$$

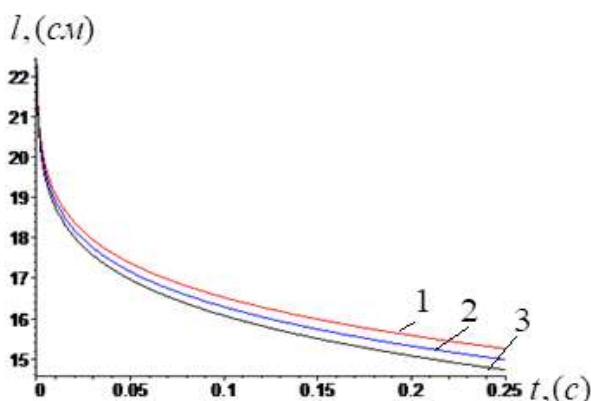
$$\text{агар } l < l_0 \text{ бўлса } \mathcal{G} = 0.1 \cdot l \cdot v$$

аниқланди. Бу ерда, v — айланиш частотаси, l – арра тишининг узунлиги, l_0 – арра тишлар бошланғич масофаси. Толаларга таъсир қилувчи ташқи кучларни тавсия қилинаётган тозалаш барабанининг параметрлари билан боғлаб, толаларнинг тезликлари таҳлил қилинди (2-3-расм).

(5) тенгламадан тола бўлакчаларнинг тозалаш зонаси бўйлаб умумий ҳаракат траекторияси тенгламаси ҳисобланади.

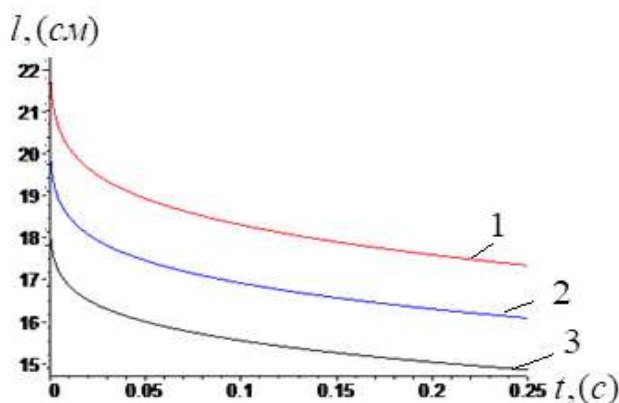
$$l = \frac{\mathcal{G}_t^2}{g} \cdot \ln\left(\frac{v_\tau + \mathcal{G}_t}{v_n} - \frac{v_\eta}{v_\tau + v_n}\right) \quad (6)$$

Натижалар таҳлили. Олинган қийматлар тиш олд қиррасидаги толаларнинг ҳаракатини арра тишлар сони $N_1=8$; $N_2=12$; $N_3=16$ кўринишдаги ҳолатларда толаларга таъсир этувчи ташқи кучлар натижасидаги тезликлари кўриб чиқилади [10].



2-расм. Тола бўлакчаларнинг тиш олд қиррасидаги ҳаракатининг турли айланиш частотаси ва вақт оралиғидаги графиги

$$n_1 = 900 \text{ мин}^{-1}; n_2 = 1100 \text{ мин}^{-1}; n_3 = 1300 \text{ мин}^{-1}$$



3-расм. Тола бўлакчаларнинг тиш олд қиррасидаги ҳаракатининг турли чизиқли тезлик ва вақт оралиғидаги графиги

$$v_1 = 10.8 \frac{m}{s}, v_2 = 13.2 \frac{m}{s}, v_3 = 15.6 \frac{m}{s}$$

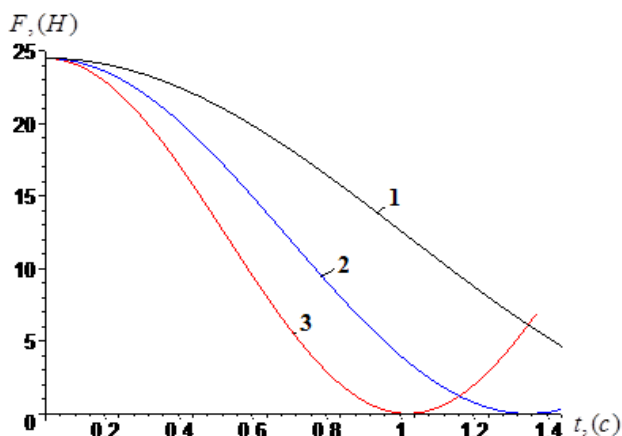
Ҳар хил зичликдаги пахта толаларнинг (тойланган ва тойланмаган) тозалаш машинаси тозалаш барабанининг айланиш частотаси ва толали қатламни толали бўлакчаларига ажратишдаги илашиш кучини тишлар сонига боғлиқлик тенгламаларидан фойдаланиб илашиш кучи ҳисобланади [11]. (4-5-расмлар) .

$$F_{ил} = m \cdot g \cdot \cos^2 \alpha \cdot e^{\left[\frac{\mu \cdot l_t}{\pi} \left(\frac{1}{L} + \frac{1}{N} \right) \right]} \quad (7)$$

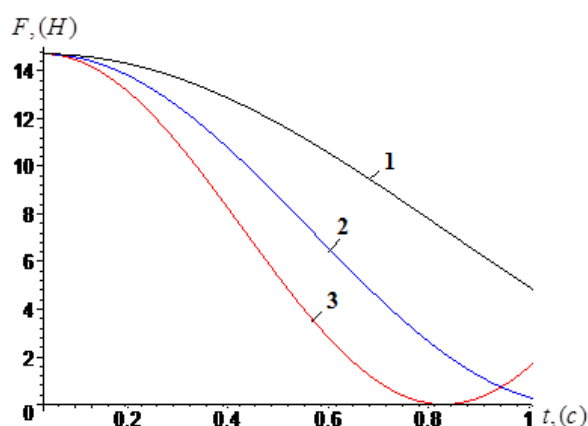
μ – толаларнинг тишлар ва тўрли сирт орасидаги ишқаланиш коэффиценти;

L – тишининг қалинлиги, N – тишлар сони, l_t – тола узунлиги;

α – тозалаш барабани тишларининг қиялик бурчаги.



4-расм. Тойланган толали бўлакчаларни илашиш кучининг вақт оралиғи ва тишлар сонининг турли қийматларида ўзгариш графиги $N_1=8$; $N_2=12$; $N_3=16$.



5-расм. Тойланмаган толали бўлакчаларни илашиш кучининг вақт оралиғи ва тишлар сонининг турли қийматларида ўзгариш графиги $N_1=8$; $N_2=12$; $N_3=16$.

Хулоса

Тозалаш барабанининг гарнитура тишлари билан толанинг тутиб туриш шартларини таҳлил қилиш асосида гарнитура арра тишлар сони $N_1=8$; $N_2=12$; $N_3=16$ қийматларда толали қатламни тозалаш зонасининг охиригى нуқтасигача бўлган масофада буралиш бурчаги $\alpha = 0 - 1,9 \text{ rad}$ оралиқда толаларни бир текисда узатишда тозалаш барабанининг чизиқли тезлиги $v = 13.2 \frac{m}{s}$ бўлганда, кам зичланган (тойланмаган) толали қатламни тозалашда тишлар томонидан ушланган толали бўлакчаларнинг самарали титиб-тозаланиши таъминланади.

Адабиётлар

- [1]. Aralbaevich, P. B., Abdumalik, P., Faridovich, R. F., & Zivaddinovich, M. S. (2022). Changes of cotton fiber properties in the ginning and automatic bale opener. *European Chemical Bulletin*, 11(1), 4-4.
- [2]. E. Kirtay. a.o. Examination of fiber neps count during yarn manufacturing. № 3 (363) *Texnologiya tekstilnoy promishlennosti* 2016, 102-106 st.
- [3]. Paluanov B.A., Pirmatov A.P., Uyg'unlashgan texnologiyada chigitli paxtadan ip yigirish jarayonlarining samaradorligi va maxsulot sifati tahlili. O'zbekiston to'qimachilik jurnali. №4.2021y. 79-89-betlar.
- [4]. Baxtiyar Paluanov, Abdumalik Pirmatov, Jurabek Muxtarov, Batir Kojametov. Investigation of mechanical damage of cotton fiber in the process of pressing and baling. *Universum: texnicheskiye nauki* № 3 (96) 2022. Pages-1-7. DOI: 10.32743/UniTech.2022.96.3.13229.
- [5]. Muxtarov J.R. Yigirilgan paxta ipi sifatiga tolalar holatining ta'sirini aniqlash usulini takomillashtirish. Diss. Toshkent – 2018.
- [6]. Paluanov, B. A., & Pirmatov, A. P. (2021). Organization of compact spinning technology in textile clusters. *Karakalpak Scientific Journal*, 4(1), 17-22.
- [7]. Ахмедов Камол Ибрагимович. Пневмомеханик йигириш машиналарида дискретизация жараёнини такомиллаштириш. т.ф. PhD. дисс. Тошкент, – 2022. 37-64-бетлар.
- [8]. Прискер Д.М., Сахаров Г.И. Аэродинамика. Москва.: Машиностроения, 1968. Ст. 309.
- [9]. Пастухов В.Т. Совершенствование технологического процесса пневмомеханического прядения. – Ленинград: 1984. Ст 35.
- [10]. Мавлонов Т.М., Абдувахидов М. Ип ва тўқималар механикаси. Тошкент: 2011. 14-б.
- [11]. Палуанов Бахтияр Аралбаевич. Пахта-тўқимачилик кластерларида тойланмаган толалардан ип йигиришнинг технологик параметрларини асослаш. т.ф. PhD. дисс. Тошкент, – 2023. 55-60-бетлар.

УДК 629:039:5

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ И ПРОГНОЗИРОВАНИИ
ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ ВЛИЯЮЩИЕ НА ЖЕЛЕЗНУЮ ДОРОГУ И ЕЁ
ОБЪЕКТЫ В ГОРНЫХ И ПРИГОРНЫХ РАЙОНАХ УЗБЕКИСТАНА**

Ш.Х. Абдазимов, М.Н. Умарова, М.У. Амиров

Ташкентский Государственный Транспортный Университетabdazimov_sh@mail.ru

(Получена 6.01.2024 г.)

Основные причина возникновения оползней и горных лавин в горных районах Республики, которые проводящие к экономическому ущербу железнодорожного транспорта. Рассмотрен вопрос применение уравнений движения вязкой несжимаемой жидкости к селям и оползням требует введения дополнительных форм зависимости касательных напряжений τ от скорости v .

Ключевые слова: горные лавины, оползни, сели, горные лавины, рыхлая земля, горные породы, механическая модель, математическое описание, горные породы

Respublikamizning tog'li hududlarida temir yo'l transportiga iqtisodiy zarar yetkazuvchi ko'chki va qor ko'chkilarining asosiy sabablari. Yopishqoq siqilmaydigan suyuqlikning harakat tenglamalarini sel va ko'chkilarga qo'llash tangensial kuchlanishlarning t tezlikka bog'liqligining qo'shimcha shakllarini joriy qilishni talab qiladi.

Kalit so'zlar: tog' ko'chkilari, ko'chkilar, sel, tog' ko'chkilari, bo'sh tuproq, qoyalar, mexanik model, matematik tavsif, tog' jinslari.

The main causes of landslides and avalanches in the mountainous regions of the Republic, which lead to economic damage to railway transport. The application of the equations of motion of a viscous incompressible fluid to mudflows and landslides requires the introduction of additional forms of dependence of tangential stresses τ on velocity.

Key words: mountain avalanches, landslides, mudslides, mountain avalanches, loose earth, rocks, mechanical model, mathematical description, rocks.

В Республике Узбекистан оползни часто происходят в Охангаронском, Алмалыкском районах, Чирчикской, Кашкадарьинской, Зеравшанской и Сурхандарьинской долинах Ташкентской области. Оползни разрушают железные и автомобильные дороги, мосты, деревни и парки. Условия образования лавин, размеры, скорость движения различны. Они в разных скалах может встречаться в известняках, песчаниках, лёссах, лессовидных почвах (Рис 1).

Оползневые процессы - это последовательные изменения состава, состояния и свойств оползня с момента его зарождения и перемещения на другой уровень вплоть до полного затухания, проявляющиеся в деформациях слагающих оползень горных пород. Опыт показывает, что предупреждать оползни, например, на автодорогах и железной дороге значительно дешевле, чем ликвидировать последствия их активизации, ведь это приводит не только к многократному увеличению расходов на строительные работы, но и к потерям в экономике в результате ограничения движения транспорта и т.д.

Изучение склоновых процессов, особенно таких катастрофических проявлений, как обвалы, оползни и сели, необходимо для их прогноза и проектирования защитных сооружений. При этом важной составляющей является определение масштабов и динамических характеристик этих процессов и явлений, для чего применяются различные методы: полевые наблюдения, дистанционные методы, экспериментальное и математическое моделирование (у каждого из них — своя область применения и своя степень точности).

Следует отметить, что разработка математической модели конкретного процесса осуществляется через ряд этапов:

построение модели (выбор сценария (механизма) процесса, описание процесса с применением законов физики, получение уравнений, решение полученных уравнений с применением численных или аналитических методов, разработка алгоритма модели в среде программирования) апробация модели (реализация модели для процессов с заранее известными параметрами, верификация результатов моделирования, калибровка модели) применение модели для прогноза процессов.

В соответствии с основной последовательностью этапов построения модели была построена последовательная классификация моделей. В ходе классификации моделей были выделены типы моделей, каждый из которых делится на подтипы (рис. 1). Типы моделей выделялись с учетом специфики представления в модели механизма селевого или склонового процесса. Всего было выделено три типа моделей селевых и склоновых процессов – непрерывные модели, клеточные автоматы и дискретные модели. Подтипы моделей выделялись по принципу специфики физико-математического описания движения вещества. Ниже будет охарактеризован каждый из выделенных типов математических моделей с рассмотрением подтипов и указанием примеров моделей.



Рис.1. Последствия оползны на железную дорогу.

Исследование оползневых процессов является актуальной темой, как при строительстве новых объектов, так и при эксплуатации уже возведенных. Систематическое наблюдение за оползнями позволяет предотвратить разрушение откосов (как естественных, так и искусственных), склонов, не допустить угрозы аварийных ситуаций в зданиях и сооружениях, а значит избежать человеческих жертв.

Разработка надежных противооползневых сооружений – весьма сложная задача, успешное решение которой невозможно без количественной оценки устойчивости склонов и развития склоновых деформаций, основанной на комплексе математических моделей, описывающих различные стадии оползневого процесса. Однако, не смотря на то, что начало работ по исследованию оползней приходится на шестидесятые годы прошлого века, получение такой оценки связано с большими трудностями – сложность и многофакторность оползневых явлений, обилие переменных величин, определяющих ход оползневых процессов, отсутствие физически обоснованных зависимостей, дающих строгое математическое описание этих процессов.

Так результаты расчетов устойчивости склонов, как правило, оказываются оптимистическими даже в тех случаях, когда имеется явная неустойчивость – живой оползень.

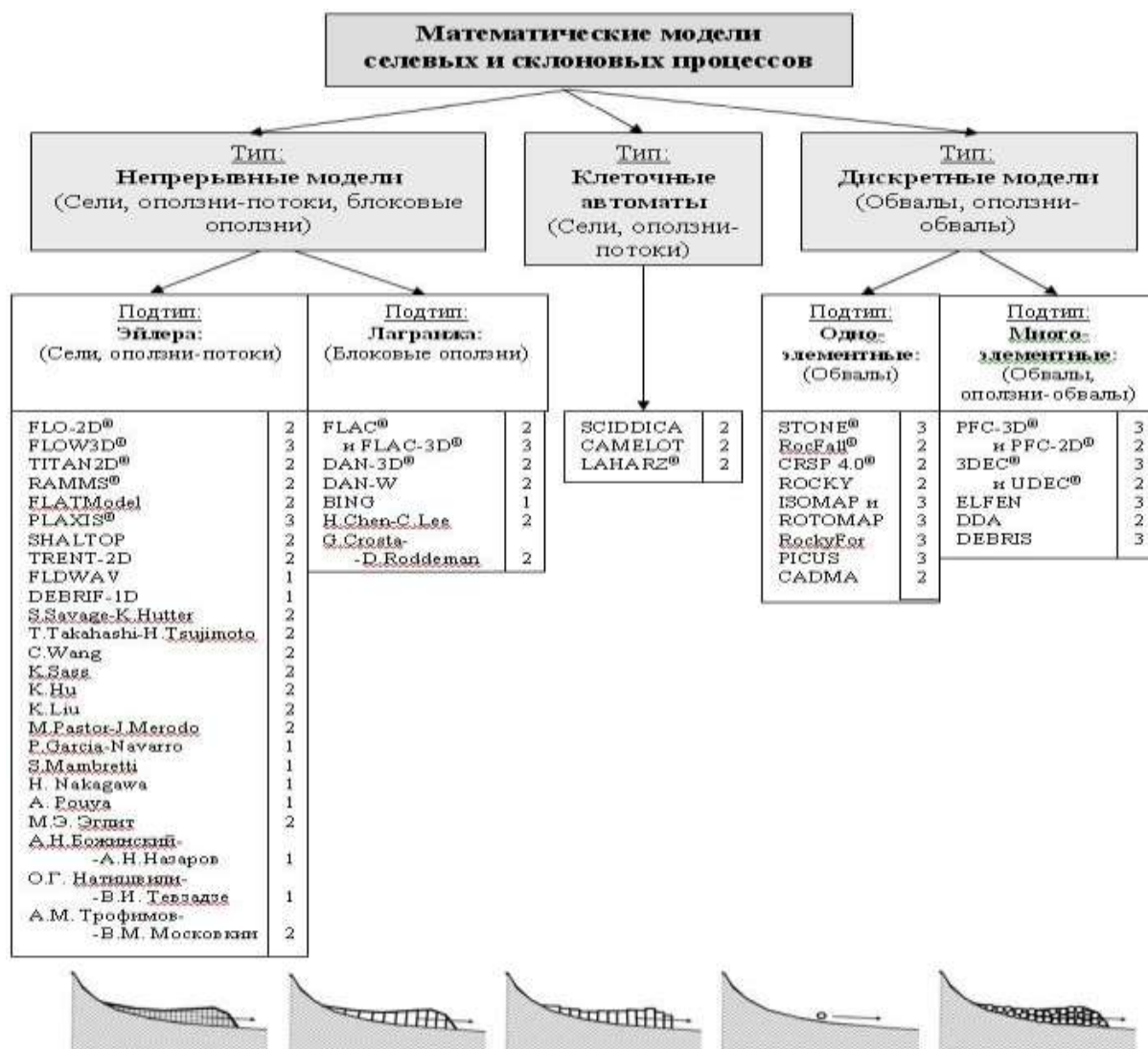


Рис. 2. Классификация и примеры математических моделей селевых и склоновых процессов, а также схемы представления потока вещества для различных типов моделей. Справа от примеров моделей в колонке указана их размерность.

Массовая активизация оползней наблюдается при особых метеорологических условиях-выпадении большого количества осадков. Острота проблемы активизации оползней состоит в том, что катастрофические проявления их могут нести огромные экономические убытки.

Все факторы, обуславливающие формирование и развитие оползневых процессов делят на три группы:

- 1) постоянные или неизменяющиеся (геологическое строение и рельеф) территории окружающих региона;
- 2) медленно изменяющиеся (современные тектонические движения, климат, гидрогеологические, геокриологические условия, растительность, почвы);
- 3) быстро изменяющиеся (метеорологические, гидрологические, сейсмические условия, хозяйственная деятельность).

Разделение оползней по их механизму проводится на одном иерархическом уровне, выделяется шесть отличных друг от друга типов оползней: скольжения, выдавливания, всплывания, течения, проседания и разжижения. Особенности инженерно-геологических условий территорий и, в первую очередь, состав, структура и свойства пород стратиграфо-генетических комплексов, слагающих склоны, обуславливают неравномерность как в целом на земном шаре, так и в отдельных геологических регионах, в частности, в специфических

условиях территории, по особенностям техногенного воздействия на геологическую среду можно разделить на две орографические зоны: на севере - горная система Большого Кавказа, в южной части предгорная равнина.

Оползневые процессы оказывают существенное влияние на общее экологическое состояние территории и ежегодно наносят начительный материальный ущерб жителям республики, а иногда приводят к человеческим жертвам. Однако человек в ходе хозяйственной деятельности может изменить - ускорить или замедлить - ход развития геологических процессов. Нарушение склонов при строительстве жилых домов и других различных сооружений на некоторых районах территории республики приводит к образованию и активизации оползней.

Актуальность данных проблем обусловлена многочисленными случаями опасных геомеханических и геодинамических явлений, прошедших в районах и близлежащих территориях [3].

Интенсивные техногенные смещения земной поверхности (более 1-2 метров) – менее распространенное явление, но с весьма опасными последствиями. Основные и наиболее опасные формы этих последствий – сильные деформации наземных сооружений, разрыв коммуникаций, слом обсадных колонн эксплуатационных скважин, заболачивание и затопление опускающихся участков земной поверхности, региональное проявление оползневых процессов.

Изменение коэффициента пористости при нагрузке и разгрузке для большинства пористых пород можно представить в виде линейной функции от логарифма гидро-статического напряжения σ :

$$e = N - \lambda \cdot \ln \sigma; e = e_k - k \cdot \ln \sigma, \quad (1)$$

где

λ, k – углы наклона прямых соответственно при нагрузке и разгрузке;

N, e_k – начальные значения коэффициента пористости.

При этом деформирование образца при разгрузке и повторной нагрузке считается упругим. Объемные пластические деформации сжатия будут возникать при выходе напряжений за границу поверхности текучести A_{pc} , которая имеет вид эллипса со смещенным относительно начала координат центром. Согласно ассоциированного закона пластического течения поверхность текучести одновременно является также поверхностью пластического потенциала, т.е. [1].

$$F = Q = \frac{q^2}{M^2 + \sigma} + \sigma - pc = 0, \quad (2)$$

где

F, Q - обозначают соответственно критерий разрушения и пластический потенциал;

M – параметр линии критического состояния (CSL) вида $q = M \cdot \sigma$.

Появление объемных пластических деформаций ε_v^p означает упрочнение материала, т.е. расширение области упругости A_{pc} по закону

$$p_c = p_{c0} * \exp \left(\frac{1 + \varepsilon_0}{\lambda - k} * \varepsilon_v^p \right) \quad (3)$$

В области низких нормальных напряжений (при $\sigma < pc/2$) упрочнение материала невозможно и появление пластических деформаций связано с разрушением материала при сдвиге или при растяжении. В диаграмме σ - q форма критерия разрушения от сдвига аналогична критерию Кулона-Мора:

$$F = q - \sigma \cdot \tan \phi * -C *, \quad (4)$$

где $\tan \phi = \frac{6 \sin \phi}{3 - \sin \phi}$; $C * = pc \cdot (M - \tan \phi *)/2$.

При растяжении критерий разрушения записывают в виде $F = -\sigma_3 - \sigma_p = 0$,

где σ_p – прочность на растяжение [1].

При разрушении материала от сдвига или растяжения появляются пластические деформации увеличения объема. При этом параметр pc согласно (3) уменьшается и вместе с

ним упругая область, т.е. происходит разупрочнение. Однако следует отметить, что специфика деформирования коллекторов при падении пластового давления в обычных условиях не создает условий для разрушения от сдвига или растяжения.

Чаще всего подвижка земляных масс на склонах происходит вследствие сочетания ряда причин. В зависимости от конкретных условий и причин подвижки пород на склонах имеют различную динамику и разные формы проявления: они могут быть поверхностными или глубокими.

Глубокие смещения, или собственно оползни, захватывают склон на глубину, иногда измеряемую десятками метров. Динамика оползневой процесса в данном случае зависит не только от причин развития оползней, но и от геологического строения склона (состава пород, условий их залегания, слоистости и т.д.) [1].

Классификация оползней предусматривает выделение собственно оползней, а также их разновидностей в виде сплывов (или сплывин) и оползней - обвалов. С оползней происходят только путем скольжения земляных масс по склону. Плоскость скольжения обычно располагается на значительных глубинах (многие метры). Сплывы - смещение земляных масс на небольшой площади (сотни квадратных метров) вследствие водонасыщения верхних слоев. Глубина залегания плоскости скольжения до 1м. Свойственны весеннему периоду года. Оползни-обвалы представляют собой смещение земляных масс одновременно по типу скольжения и обвала. Типичны для крутых склонов.

Учитывая, что в каждом регионе грунты имеют свои генетические особенности, предпочтительнее при прогнозировании применять механико-математические расчеты устойчивости склонов и искусственных откосов в скальных породах [1].

При этом важной составляющей является определение масштабов и динамических характеристик этих процессов и явлений, для чего применяются различные методы: полевые наблюдения, дистанционные методы, экспериментальное и математическое моделирование (у каждого из них - своя область применения и своя степень точности). Использование математического моделирования позволяет детально количественно охарактеризовать тот или иной опасный процесс, что необходимо для его последующего количественного прогноза и управления им. Этот метод в настоящее время активно развивается и имеет большие перспективы.

Система уравнений движения Навье - Стокса получается при рассмотрении суммы сил, действующих на элементарный бесконечно малый объем жидкости dx, dy, dz в форме параллелепипеда, где dx, dy и dz -стороны параллелепипеда в направлении соответственно осей координат x, y и z (или соответственно x_1, x_2 и x_3). Как известно, на единицу площади стенки данного объема в направлении оси i действуют нормальные σ_i (действующие на площадку, перпендикулярную оси i) и касательные напряжения τ_{ij} (действующие на площадку, перпендикулярную оси $j, j \neq i$) и τ_{ik} (действующие на площадку, перпендикулярную оси $k, k \neq i, k \neq j$). На единицу массы данного объема также действует гравитационная сила g_i в проекции на ось i . После сложения сил и применения второго закона Ньютона, а также сокращения обеих частей уравнения на $\rho \cdot dx, dy, dz$ получим формулу для проекции скорости v_i и напряжений $\sigma_i, \tau_{ij}, \tau_{ik}$ на ось i :

$$\frac{dv_i}{dt} = g_i + \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \sigma_i}{\partial x_i} + \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} + \frac{\partial \tau_{ik}}{\partial x_k} \right) \quad (5)$$

Где

t - время; ρ - плотность жидкости; x_i, x_j, x_k координаты положения объема соответственно по осям i, j, k .

Если учесть, что по формуле Ньютона

$$\sigma_i = -p + 2\eta \frac{\partial v_i}{\partial x_i}, \quad (6)$$

то мы получим систему уравнений движения вязкой несжимаемой жидкости Навье - Стокса, лежащую в основе всех математических моделей рассматриваемого типа. Форма

указанных уравнений, интегрированная по глубине, носи название уравнений Сен-Венана [1].

Применение уравнений движения вязкой несжимаемой жидкости к селями оползням требует введения дополнительных форм зависимости касательных напряжений τ от скорости v , отличных от выражения (3). В частности, наиболее распространена реологическая формула Кулона и Вельми:

$$\tau = pgH \left(\cos \alpha + \frac{v^2}{gR} \right) (1 - r_u) \operatorname{tg} \phi + pg \frac{v^2}{\xi}, \quad (7)$$

где

g - гравитационная сила; H - глубина потока; α - угол наклона склона; R - радиус кривизны ложа потока в вертикальном продольном сечении; r_u - коэффициент порового давления грунта; ϕ - угол трения; ξ - коэффициент турбулентности.

Для моделей рассматриваемого типа необходимы: цифровая модель рельефа, заданные начальные и граничные условия такие характеристики потока, как скорость и давление) и сведения об изменениях этих характеристик с течением времени. Необходимы также данные о физических свойствах вещества потока - плотности, вязкости, угле трения, модуле упругости. В результате работы моделей получаются поля значений физических параметров потока вещества в различные моменты времени - векторы скорости, глубина, давление, силы и др. Указанные значения представляются в виде карт или цифровых моделей. Получаемая в результате моделирования информация может быть полезной при рассмотрении зон распространения селей и оползней-потоков, а также при проведении защитных мероприятий.

Список литературы

- [1]. Мирзоева К. А. «Применение математических моделей при изучении и прогнозировании оползневых процессов» Азербайджанский Государственный Педагогический Университет 2021 г. Стр 3-8
- [2]. Ш.Х. Абдазимов. «Обеспечении безопасности в чрезвычайных ситуациях природного характера железнодорожного транспорта в горных местах Республики». Транспорт сохасида халкоро даражадаги мутахассис кадрлар тайёрлаш истикболи ва йўналиши. «Илмий амалий конференция» 12-21 бетлар, 2022-йил.
- [3]. Абдазимов Ш.Х. «Прогнозирование паводкового наводнения в целях обеспечения безопасности движения в железной дороги горных и при горных районах Республики “Yong'in-portlash xavfsizligi” Ilmiy-amaliy elektron jurnal . -6 bet, 2022-yil.
- [4]. Ш.Х. Абдазимов, С.К. Худайберганов, Ж.Н.Махкамов «Зарубежный опыт по защите железной дороги и объектов народного хозяйства от чрезвычайной ситуации природного характера (оползней). Академия МЧС. «Пожаро взрывобезопасность» научно-практический электронный ЖУРНАЛ.
- [5]. Абдазимов Ш.Х., Дусматов Х.М., Махкамов Н.Я. «Обеспечение безопасности от чрезвычайных ситуаций природного характера на железнодорожном транспорте и в населенных пунктах в горных районах республики Узбекистан / г.Минск. Международная научно-практическая конференция, посвященная 65-летию создания первого в Республике Беларусь научного подразделения в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и пожаров.

METAL SIMLI CHALKASHLIK DAN YASALGAN HAVO O'TKAZUVCHI MATRITSALI ABSORBERGA EGA BO'LGAN QUYOSH HAVO QIZDIRGICHNING SAMARADORLIK KOEFFITSIENTINI ANIQLASH USULINI ISHLAB CHIQUISH

Yu.K. Rashidov, J.T. Orzimatov

Farg'ona politexnika instituti,
rashidov_yus@mail.ru, orzimatov@mail.ru
 (Qabul qilindi 19.01.2024 y.)

Maqolada metall simli chalkashlikdan yasalgan havo o'tkazuvchan matritsali absorberli quyosh havo qizdirgichning samaradorlik koeffitsientini aniqlash usuli ishlab chiqilgan. Issiqlik modeli taklif qilingan va uning termofizik va geometrik parametrlarini inobatga olgan holda, metall simli chalkashlikdan yasalgan havo o'tkazuvchan matritsali absorberli quyosh havo isitgichining solishtirma issiqlik ko'rsatkichlarini hisoblash uchun tenglamalar olingan.

Tayanch soʻzlar: quyoshli havoqizdirgich kollektor, havo oʻtkazuvchan matritsali absorber, metall simli chalkash, solishtirma issiqlik koʻrsatkich, issiqlik ishlab chiqarish, samaradorlik.

В статье разработана методика определения коэффициента эффективности солнечного воздухонагревателя с воздухопроницаемым матричным абсорбером из металлической проволоочной путанки. Предложена тепловая модель и получены уравнения, позволяющие рассчитать удельную теплопроизводительность солнечного воздухонагревателя с воздухопроницаемым матричным абсорбером из металлической проволоочной путанки, учитывающая её теплофизические и геометрические параметры.

Ключевые слова: воздушный солнечный коллектор, воздухопроницаемый матричный абсорбер, металлическая проволоочная путанка, удельная теплопроизводительность, эффективность.

The paper develops a methodology for determining the efficiency factor of a solar air heater with an air-permeable matrix absorber made of metal wire tangles. The thermal model is proposed and equations are obtained, allowing to calculate the specific heat capacity of solar air heater with air-permeable matrix absorber from metal wire tangle, taking into account its thermophysical and geometrical parameters.

Keywords: air solar collector, air permeable matrix absorber, metal wire entanglement, specific heat output, efficiency.

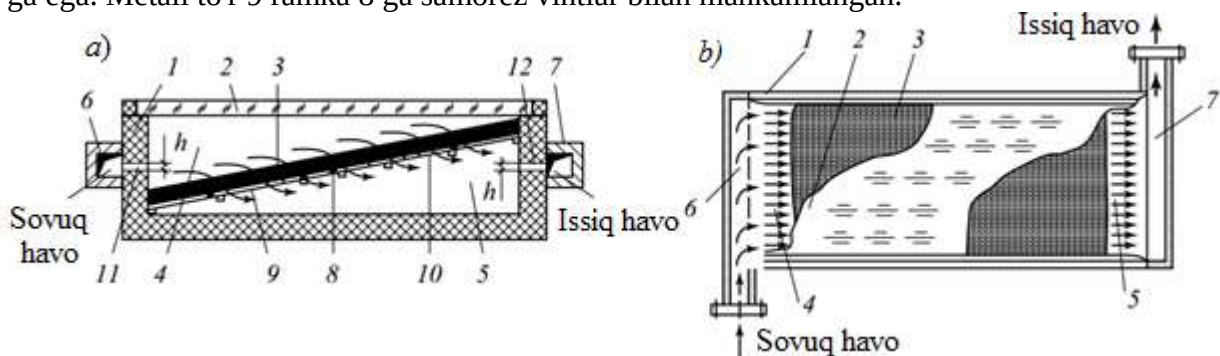
Kirish

Quyosh issiqlik taʼminoti dunyoda turar-joy va jamoat binolarini isitish va issiq suv bilan taʼminlash uchun keng amaliy qoʻllanila boshlandi [1]. Shu maqsadda zamonaviy quyosh texnologiyasida suyuqlik quyosh kollektorlari bilan bir qatorda havo quyosh kollektorlari (HQQ) koʻpincha qoʻllaniladi. Bunday kollektorlarning oʻziga xos xususiyati shundaki, ularni maxsus qimmat issiqlik tashuvchilarsiz salbiy haroratli hududlarda obʼektlarni isitish uchun ishlatish imkoniyati, shuningdek suyuqlik kollektorlariga nisbatan 30-50 foiz arzonroqdir.

Jahon va mahalliy amaliyotda qoʻllaniladigan maʼlum HQKlari konstruksiyalarining afzalliklari va kamchiliklarini tanqidiy tahlil qilish, shuningdek patent adabiyotlarini oʻrganish asosida ushbu maqola mualliflari tomonidan metall simli chalkashlik (MSCh)dan yasalgan havo oʻtkazuvchan matritsali absorber (HO`MA)ga ega boʻlgan quyosh havo isitgichining yangi konstruksiyasi ishlab chiqilgan [2,4,5, 6].

Ishlab chiqilgan quyosh havo isitgichi (1-rasm): issiqlik izolyatsiyalangan korpus 1, shaffof qoplama 2, tekis absorber 3, yuqoridan uzatuvchi 4 va pastdan olib ketuvchi 5 havo kanallari, sovuq havo uzatish kollektori 6 va issiq havoni olib ketish kollektori 7 lardan tashkil topgan.

Havo oʻtkazuvchan tuzilma metall toʻr 9 boʻlgan ramka 8 shaklida ishlab chiqilgan, uning ustiga metall simli chalkashlik 10 oʻrnatilgan. Metall simli chalkashlik 10 diametri 0,5; 0,6; 0,8 yoki 0,9 mm boʻlgan poʻlat simlardan toʻqishgan. Korpus 1 eni boʻyicha 11 va 12 tirqishlar doimiy balandlik h ga ega. Metall toʻr 9 ramka 8 ga samorez vintlar bilan mahkamlangan.



1-rasm. Metall simli chalkashlikdan yasalgan havo oʻtkazuvchan matritsali absorberli quyosh havo qizdirgich konstruksiyasining yon boʻylama kesma koʻrinishi (a) va yuqoridan koʻrinishi (b): 1 - korpus; 2 – shaffof qoplama; 3 - tekis absorber; 4, 5 - yuqoridan uzatuvchi va pastdan olib ketuvchi havo kanallari; 6, 7 - sovuq havo uzatuvchi va issiq havo olib ketuvchi kollektorlar; 8 - ramka; 9 – metalldan yasalgan toʻr; 10 - metall simli chalkashlik; 11, 12 - korpus eni boʻyicha doimiy balandlikdagi tirqishlar.

Shaffof qoplama 2 orqali oʻtadigan quyosh nurlari tekis absorber 3 sirti hamda havo oʻtkazuvchan tuzilmaning butun xajmi bilan yutiladi, metall simli chalkashlik 10 ichida koʻp marta qayta aks etishi natijasida isish jarayoni jadallashadi.

Ishlab chiqilgan metall simli chalkashlikdan yasalgan havo oʻtkazuvchan matritsali

absorberli quyosh havo qizdirgichni loyihalashda maksimal samaradorlikka erishish uchun, uning issiqlik texnik hisoblashining asosiy bog'lanishlarini aniqlash zarur. Bu uning asosiy radiatsiya yutuvchi elementidagi, ya'ni metall simli chalkashlikdan tayyorlangan havo o'tkazuvchan matritsali absorberning fizik-matematik modellini, shuningdek, butun HQK ning atrof-muhitga issiqlik yo'qotishlarini hisobga olgan holda issiqlik almashinuvi jarayonining issiqlik modellini ishlab chiqishni talab qiladi.

Metall simli chalkashlikdan yasalgan havo o'tkazuvchan matritsali absorberdagi, ya'ni quyosh nurini yutuvchi elementdagi issiqlik almashinuvi jarayonining fizik-matematik modeli avvalroq [7-9] maqolalarda mualliflar tomonidan ishlab chiqilgan va uning yechimlari topilgan. Ushbu ishning maqsadi atrof-muhitga issiqlik yo'qotishlarini hisobga olgan holda butun HQK ning issiqlik modelini ishlab chiqish, shuningdek, uning asosida metall simli chalkashlikdan yasalgan havo o'tkazuvchan matritsali absorberli quyosh havo qizdirgichning samaradorlik ko'effitsientini aniqlash usulini ishlab chiqishdir.

Tadqiqot metodologiyasi

Havoli quyosh kollektorining issiqlik modelini ishlab chiqish bo'yicha tadqiqotlar Hottel-Whillier-Bliss tenglamasiga [3, 10] asoslangan analitik usul yordamida amalga oshirildi. Ushbu tenglama odatda tekis varaq-quvur turdagi suyuqli quyosh kollektorining birlik maydoniga q_u foydali issiqlikni hisoblash uchun mo'ljalladi [3]. U kollektorning samaradorligini uchta omilga [10], ya'ni kollektordan issiqlikni olib ketish F_R ko'effitsientiga, nurni o'tkazuvchanlik-yutilish ($\tau\alpha$) ko'effitsientlarining ko'paytmasiga va kollektorning umumiy issiqlik yo'qotish U_L ko'effitsientiga bog'liq holda aniqlaydi.

Havo kollektori holatida, tekis varaq-quvur issiqlik almashinuv elementi o'rniga havo o'tkazuvchan matritsali absorber ishlatiladi. Shu sababli [3] adabiyotda keltirilgan tavsiyalarga muvofiq, maqola mualliflari metall simli chalkashlikdan yasalgan havo o'tkazuvchan matritsali absorberning geometrik, issiqlik-fizikaviy, optik va ish parametrlariga qarab kollektor samaradorligi F' ni va uning umumiy issiqlik yo'qotish ko'effitsienti U_L ni aniqlash uchun tegishli ifodalarni topdilar. Shu maqsadda [7-9] ishlarning natijalari ham qo'llanildi, ularda havo o'tkazuvchan matritsali absorberning geometrik, issiqlik-fizikaviy, optik va ish parametrlariga qarab o'rtacha haroratini aniqlash imkonini beradigan tenglamalar olingan.

Natijalar va uning muhokamasi

Quyosh havo qizdirgichlari uchun uning absorberining konstruktiv xususiyatlariga qarab issiqlik almashinuvi jarayonining turli xil issiqlik sxemalari mavjud bo'lib, ular [3, 11-13] ilmiy ishlarda muhokama qilingan.

Matritsali havo qizdirgichi uchun uning geometrik, issiqlik-texnik ko'rsatkichlariga qarab umumlashtirilgan shaklda kollektor samaradorligi ko'effitsienti F' tenglamasi hali olinmagan [3, 11]. Shuning uchun bu holatda odatda raqamli usullardan foydalanish tavsiya etiladi [11].

Biroq, masalani biroz soddalashtirsak va metall simli chalkashlikdan yasalgan matritsali havo o'tkazuvchan absorber qalinligi δ bo'lgan va qattiq skeletning doimiy issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsienti λ_c bo'lgan g'ovakli material ekanligini qabul qilsak (2-rasm, a), keyin matritsali absorberli HQK ning soddalashtirilgan issiqlik sxemasini ishlab chiqish mumkin (2-rasm, b).

Havo o'tkazuvchi absorber yuzasidan ma'lum δ_p masofada yutulgan quyosh energiyasi yutuvchi panelni T_p haroratgacha qizdiradi. Issiqlik, qalinligi $\delta - \delta_p$ bo'lgan havo o'tkazuvchi absorber qatlamidan uning T_{c2} haroratli ichki yuzasiga konveksiya (issiqlik berish ko'effitsienti α_2) va radiatsiya (radiatsiya issiqlik berish ko'effitsienti α_{rb}) orqa issiqlik izolatsiyasining ichki yuzasiga T_b harorat bilan o'tkaziladi, so'ngra orqa issiqlik izolatsiyasi (yo'qotish ko'effitsienti U_b) orqali harorat T_a bo'lgan atrof-dagi havoga, konveksiya orqali (issiqlik berish ko'effitsienti α_2) T_f haroratli oqayotgan havoga va radiatsiya (radiatsiya issiqlik berish ko'effitsienti α_r) orqali shisha qoplamasining ichki yuzasiga uzatiladi. Shishadan energiya atrof-muhitga konveksiya va radiatsiya

orqali yo'qoladi (yuza sirt orqali yo'qotish koeffitsienti U_t ga teng). E'tibor bering, U_t bir necha qatlamli qoplama mavjudligini hisobga olishi mumkin.

[3, 11] ishlarning uslubiyati ortidan borib, HQK uchun uning issiqlik sxemasiga muvofiq (2, b-rasmga qarang) shaffof qoplama, HO`MA va havo uchun energiya muvozanati (balansi) tenglamalarini tuzamiz:

$$U_t(T_a - T_c) + \alpha_r(T_{c1} - T_c) + \alpha_1(T_f - T_c) = 0; \quad (1)$$

$$S + \alpha_r(T_c - T_{c1}) + \alpha_2(T_f - T_{c1}) + \frac{\lambda_c(1-p)}{\delta_p}(T_p - T_{c1}) = 0; \quad (2)$$

$$\frac{\lambda_c(1-p)}{\delta_p}(T_{c1} - T_p) + \frac{\lambda_c(1-p)}{\delta - \delta_p}(T_{c2} - T_p) = 0; \quad (3)$$

$$\frac{\lambda_c(1-p)}{\delta - \delta_p}(T_{c2} - T_p) + \alpha_{rb}(T_{c2} - T_b) + \alpha_2(T_{c2} - T_f) = 0; \quad (4)$$

$$U_b(T_a - T_b) + \alpha_{rb}(T_{c2} - T_b) + \alpha_3(T_f - T_b) = 0; \quad (5)$$

$$\alpha_1(T_c - T_f) + \alpha_2(T_{c1} - T_f) + \alpha_2(T_{c2} - T_f) + \alpha_3(T_b - T_f) = q_u; \quad (6)$$

Ushbuolti tenglamani q_u foydali issiqlikni $U_t, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_r, \alpha_{rb}, T_f$ va T_a kattalirlarga qarab aniqlashga erishadigan tarzda yechamiz. Boshqacha qilib aytganda, T_p, T_c, T_{c1}, T_{c2} va T_b haroratlarni qisqartirish kerak.

Buning uchun (6) tenglamada α_2 dagi qavslarni ochib, topamiz

$$\alpha_1(T_c - T_f) + 2\alpha_2\left(\frac{T_{c1} + T_{c2}}{2} - T_f\right) + \alpha_3(T_b - T_f) = q_u \quad (7)$$

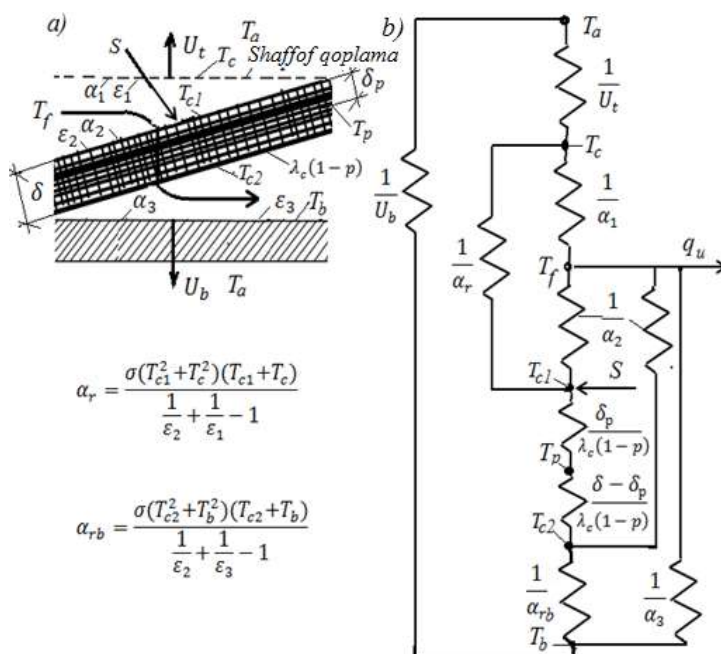
yoki quyidagi ifodani hisobga olgan holda

$$\frac{T_{c1} + T_{c2}}{2} = T_p,$$

yozi b olish mumkin

$$\alpha_1(T_c - T_f) + 2\alpha_2(T_p - T_f) + \alpha_3(T_b - T_f) = q_u \quad (8)$$

T_c ga nisbatan (1) tenglamani, T_{c1} ga nisbatan (2) tenglamani, T_p ga nisbatan (3) tenglamani, T_{c2} ga nisbatan (4) tenglamani va T_b ga nisbatan (5) tenglamani yechish orqali $T_c, T_{c1}, T_p, T_{c2}, T_b$ uchun quyidagi beshta tenglamani olamiz, masalani yechish jarayonida ularni qisqartirish kerak:



2-rasm. Havo o'tkazuvchan matritsali absorberli quyosh havo kollektori (a) va uning issiqlik sxemasi (b).

$$T_c = \frac{U_t T_a + \alpha_r T_{c1} + \alpha_1 T_f}{U_t + \alpha_r + \alpha_1}; \quad (9)$$

$$T_{c1} = \frac{S + \alpha_r T_c + \alpha_2 T_f + \frac{\lambda_c(1-p)}{\delta_p} T_p}{\alpha_r + \alpha_2 + \frac{\lambda_c(1-p)}{\delta_p}}; \quad (10)$$

$$T_p = \frac{(\delta - \delta_p) T_{c1} + \delta_p T_c}{\delta} = \frac{T_{c1} + T_{c2}}{2}; \quad (11)$$

$$T_{c2} = \frac{\frac{\lambda_c(1-p)}{\delta - \delta_p} T_p + \alpha_{rb} T_b + \alpha_2 T_f}{\frac{\lambda_c(1-p)}{\delta - \delta_p} + \alpha_{rb} + \alpha_2}; \quad (12)$$

$$T_b = \frac{U_b T_a + \alpha_{rb} T_{c2} + \alpha_3 T_f}{U_b + \alpha_{rb} + \alpha_3}. \quad (13)$$

$T_c - T_f$, $T_p - T_f$ va $T_b - T_f$ uchun ushbu besh tenglamani yechishda biz quyidagilarga ega bo'lamiz:

$$T_c - T_f = \frac{S(U_t + \alpha_r + \alpha_1) - (T_f - T_a)(U_t \alpha_r + U_t \frac{\lambda_c(1-p)}{\delta_p} + \frac{\lambda_c(1-p)}{\delta_p} \alpha_r + \frac{\lambda_c(1-p)}{\delta_p} \alpha_1)}{(U_t + \alpha_r + \alpha_1) \left(\alpha_r + \alpha_2 + \frac{\lambda_c(1-p)}{\delta_p} \right) - \alpha_f^2} \quad (14)$$

$$T_p - T_f = \frac{S \alpha_r - (T_f - T_a)(U_t \alpha_r + U_t \frac{\lambda_c(1-p)}{\delta_p} + \frac{\lambda_c(1-p)}{\delta_p} \alpha_r + \frac{\lambda_c(1-p)}{\delta_p} \alpha_1)}{(U_t + \alpha_r + \alpha_1) \left(\alpha_r + \alpha_2 + \frac{\lambda_c(1-p)}{\delta_p} \right) - \alpha_f^2} \quad (15)$$

$$T_b - T_f = \frac{S(U_b + \alpha_{rb} + \alpha_3) - (T_f - T_a) \left(\frac{\lambda_c(1-p)}{\delta - \delta_p} \alpha_{rb} + \frac{\lambda_c(1-p)}{\delta - \delta_p} U_b + U_b \alpha_{rb} + U_b \alpha_2 \right)}{(U_b + \alpha_{rb} + \alpha_3) \left(\frac{\lambda_c(1-p)}{\delta - \delta_p} + \alpha_{rb} + \alpha_2 \right) - \alpha_{rb}^2} \quad (16)$$

Ushbu uchta ifodani q_u tenglamasi (6) ga o'rniga qo'yib va natijani o'zgartirsak, biz quyidagilarni olamiz:

$$q_u = F' [S - U_L (T_f - T_a)], \quad (17)$$

bu yerda

$$F' = \frac{\alpha_r \alpha_1 + U_t \alpha_2 + \alpha_2 \alpha_r + \alpha_1 \alpha_2}{(U_t + \alpha_r + \alpha_1) \left(\alpha_r + \alpha_2 + \frac{\lambda_c(1-p)}{\delta_p} \right) - \alpha_f^2}; \quad (18)$$

$$U_L = \frac{(U_b + U_t)(\alpha_r \alpha_1 + \alpha_2 \alpha_r + \alpha_1 \alpha_2) + U_b U_t (\alpha_1 + \alpha_2)}{\alpha_r \alpha_1 + U_t \alpha_2 + \alpha_2 \alpha_r + \alpha_1 \alpha_2} \quad (19)$$

Olingan (17), (18) va (19) tenglamalar [3] adabiyotda hisoblash misoli bilan berilgan usuli bo'yicha metall simli chalkashlikdan yasalgan HO`MALi quyosh kollektorining geometrik, issiqlik fizikaviy, optik va ish parametrlariga qarab, uning solishtirma issiqlik ishlab chiqarish unumdorligini, kollektordan chiqayotgan issiq havo haroratini va samaradorligini hisoblash imkonini beradi.

Xulosa

O'tkazilgan tadqiqotlar asosida quyidagi xulosalar chiqarish mumkin:

1. Suyuqli varaq-quvur turudagi yassi quyosh kollektorining birlik maydoni uchun foydali issiqlik miqdori q_u ni aniqlashga mo'ljallangan Hottel-Wheeler-Bliss tenglamasi metall simli chalkashlikdan tayyorlangan havo o'tkazuvchan matritsali absorberli havo quyosh kollektorini loyihalashda qo'llanilishi mumkin. Buning uchun havo kollektorining samaradorligi F' va umumiy issiqlik yo'qotish koeffitsienti U_L uchun mos ifodalar topildi.
2. Metall simli chalkashlikdan tayyorlangan havo o'tkazuvchan matritsali absorberli havo quyosh kollektorining issiqlik cxemasi va matematik modeli yaratilgan. Ular ishlab chiqarilgan havo o'tkazuvchan matritsali absorberning geometrik, issiqlik fizikaviy, optik va ish parametrlarini hisobga oladi.

3. Metall simli chalkashlikdan tayyorlangan havo o'tkazuvchan matritsali absorberli havo quyosh kollektorining samaradorlik koeffitsienti F' va umumiy issiqlik yo'qotish koeffitsienti U_L ni aniqlash usuli ishlab chiqilgan.

Shartli belgilar: S – kollektor absorberi tomonidan yutilgan quyosh nurlanishining energiyasi, Vt/m^2 ; F' – quyosh kollektorining yutilish yuzasi samaradorligi; F_R – kollektordan issiqlikni olib ketish koeffitsienti; $q_u = 1 m^2$ kollektordan olingan solishtirma foydali energiya, Vt / m^2 ; U_L – kollektorning umumiy issiqlik yo'qotish koeffitsienti, $Vt/(m^2 \cdot ^\circ C)$; U_t – kollektorning yuqori yuzasi orqali issiqlik yo'qotish koeffitsienti, $Vt/(m^2 \cdot ^\circ C)$; U_b – kollektorning pastki yuzasi orqali issiqlik yo'qotish koeffitsienti, $Vt/(m^2 \cdot ^\circ C)$; α_1 – oqib o'tayotgan havo oqimidan shisha qoplamaning ichki yuzasiga issiqlik berish koeffitsienti, $Vt/(m^2 \cdot ^\circ C)$; α_2 – paneldan oqib o'tayotgan havo oqimiga issiqlik berish koeffitsienti, $Vt/(m^2 \cdot ^\circ C)$; α_3 – kollektor tubining ichki yuzasiga oqib o'tayotgan havo oqimidan issiqlik berish koeffitsienti, $Vt/(m^2 \cdot ^\circ C)$; α_r – paneldan shisha qoplamasining ichki yuzasiga issiqlik berishning radiatsiya koeffitsienti, $Vt/(m^2 \cdot ^\circ C)$; λ_c – metall (po'lat) simlarning chalkashlikining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti, $Vt/(m \cdot ^\circ C)$; T – harorat, $^\circ C$; T_f – oqib o'tayotgan havo oqimining o'rtacha harorati, $^\circ C$; T_c – kollektor harorati, $^\circ C$; T_p – kollektor plastinasining harorati, $^\circ C$; T_a – tashqi muhitdagi havo harorati, $^\circ C$; $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ – mos ravishda shaffof qoplamning ichki yuzasi, metall simning chalkashligi va kollektor tagining ichki yuzasining qoralik darajasi.

Ish O'zbekiston Respublikasi Innovatsion texnologiyalar vazirligining moliyaviy ko'magida BV-M-F3-003 fundamental granti va FA-Ateh-2018-421 amaliy granti doirasida amalga oshirilgan.

Adabiyotlar

- [1]. Weiss W., Spörk – Dür M. "Solar Heat Worldwide. Global Market Development and Trends in 2022. Detailed Market Figures 2021. 2023 edition". Available: <https://www.iea-shc.org/Data/Sites/1/publications/Solar-Heat-Worldwide-2023.pdf>.
- [2]. Бутузов В.А. Мировой опыт сооружения воздушных гелиоустановок // Энергосовет. 2012. № 2 (21). <http://www.energsovet.ru>.
- [3]. Даффи Дж. Основы солнечной теплоэнергетики. Пер. с англ.: Учебно-справочное руководство/ Дж. Даффи, У. Бекман. – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2013. – 888 с.
- [4]. Berner J. Air collectors in commercial buildings: ventilation systems that save energy // Sun, Wind Energy. 2008. № 5 - P.85-87.
- [5]. Пат. № FAP 01588. Солнечный воздухонагреватель / Ю.К. Рашидов, Ж.Т. Орзиматов, К.Ю. Рашидов // Б.И. 2021. № 6 (239).
- [6]. Рашидов Ю.К., Орзиматов Ж.Т., Эсонов О.О. Зайнабидинова М.И. Воздухонагреватель с воздухопроницаемым матричным абсорбером солнечный воздухонагреватель с воздухопроницаемым матричным абсорбером. Scientific progress volume 3, ISSUE, 4, 2022, pp.1237-1244/
- [7]. Rashidov, Yu. K. and Orzimatov, J. T. (2022) "Solar air heater with breathable matrix absorber made of metal wire tangle," Scientific-technical journal: Vol. 5: Iss. 1, Article 1. Available at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi/vol5/iss1/1>.
- [8]. Ю.К. Рашидов, Ж.Т. Орзиматов. Солнечный воздухонагреватель с воздухопроницаемым матричным абсорбером из металлической проволоочной путанки. Новое в российской электроэнергетике. №5, 2023, стр.18-27.
- [9]. Rashidov Yu., Orzimatov J., Abdulkhaev Z., Esonov O., Mirzaraximov M. Solar air heater with breathable metal mesh matrix absorber with increased thermal efficiency. "Muhandislik kommunikatsiyalari qurilishida innovatsion va energiyatejamkor texnologiyalarni qo'llashning ilmiy asoslari" mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjuman MATERIALLARI. 2023 yil, 5-6 oktabr. Farg'ona – 2023. P.13-17.
- [10]. Charles C. Smith, Thomas A. Weiss. Design application of the Hottel-Whillier-Bliss equation. Solar Energy. Volume 19, Issue 2, 1977, Pages 109-113.
- [11]. Даффи Дж.А., Бекман У.А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии. - М.: Мир, 1977. – 420 с.
- [12]. Твайделл Дж., Уэйр А. Возобновляемые источники энергии. – М.: Энергоатомиздат. 1990.- 392 с.
- [13]. Hollands K.G.T., Shewen E.C. Optimization of Flow Passage Geometry for Air Heating Plate-Type Solar Collectors // Trans. ASME J. Eng. V 103, 1981.- P. 323.

ИССИҚХОНАЛАРНИ КАРБОНАТ АНГИДРИД БИЛАН ТАЪМИНЛАШ
ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ

С.М. Хўжақулов¹, Б.Э. Хайриддинов², Ш.Х. Эргашев¹

¹Қариш муҳандислик-иқтисодиёт институти, Қариш, Ўзбекистон, strong.shakhrier@mail.ru

²Қариш давлат университети, Қариш, Ўзбекистон.

(Қабул қилинди 17.10.2023 й.)

Мақолада мева-сабзавотларни етиштириш учун мўлжалланган иссиқхоналарда кислород, карбонат ангидрид газлари ва сув буғлари билан таъминлаш усуллари, ўсимлик ўстириш жараёнида фотосинтез жараёни ва модда алмашинуви учун карбонат ангидрид газлари билан таъминлаш схемалари келтирилган.

Kalit so'zlar: yonish maxsulotlari, texnologik jarayonlar, havoning ifloslanish darajasi, yonish issiqligi, uch atomli gazlar, ortiqcha havo ko'effitsienti, dinamik yopishqoqlik, issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsienti.

В статье представлены способы подачи кислорода, углекислых газов и водяного пара в теплицах, предназначенных для выращивания овощей и фруктов, схемы подачи углекислых газов для процесса фотосинтеза и обмена веществ в процессе роста растений.

Ключевые слова: продукты сгорания, технологические процессы, степень загрязнения воздуха, теплота сгорания, трёх атомные газы, коэффициент избытка воздуха, динамическая вязкость, коэффициент теплопроводности.

The article presents methods for supplying oxygen, carbon dioxide and water vapor in greenhouses intended for growing vegetables and fruits, schemes for supplying carbon dioxide for the process of photosynthesis and metabolism in the process of plant growth.

Keywords: products of combustion, technological processes, degree of the soiling the air, heat of combustion, three atomic gases, factor of the excess of the air, dynamic viscosity, factor heat-conducting.

Иссиқхона ҳавоси таркибидаги сув буғларининг миқдори ҳароратга боғлиқ. Масалан, ҳаво ҳарорати қанчалик юқори бўлса, унда сув буғларининг миқдори шунчалик кўп бўлади ($15^{\circ}\text{C} - 13\text{ г}$, $35^{\circ}\text{C} - 40\text{ г/м}^3$). Агар ҳаво ҳарорати 15°C дан 40°C гача кўтарилса ва унда 13 г буғ бўлса, ҳавонинг нисбий намлиги 100 дан 33 фоизгача пасайиб кетади. Ҳаво таркибида $13-14\text{ г}$ сув буғлари бўлиб, агар ҳарорат 15°C дан 5°C гача пасайтирилса, ҳаво таркибидаги $6,5\text{ г}$ миқдордаги конденсат шудринг кўринишида тушади. Ҳаво совуқ бўлса, шудринг томчилари ойналарда, мўятадил ҳарорат муҳитида – барг ва мевалар сиртида пайдо бўлади [1].

Атмосфера ҳавоси таркибида карбонат ангидрид газининг миқдори ўртача $0,03\%$, яъни 1 м^3 ҳажмида $0,3\text{ л}$ ёки $0,57\text{ г}$ ни ташкил қилади. 1 га иссиқхонада етиштирилаётган бодринг ўсимлиги, ҳар куни ҳаводан 700 кг карбонат ангидрид газини ютиши меъёр ҳисобланади. Бу миқдорга эришиш учун ўсимлик юза қисмига 1 млн м^3 ҳаво берилиши керак. Ҳавонинг узлуксиз конвекцияланиши ҳисобигагина иссиқхона ўсимликлари карбонат ангидрид газини (CO_2) билан таъминланиши мумкин бўлади, яъни шамол тезлиги ошиши билан фотосинтез жараёни кучаяди. Турғун ҳаво муҳитида газ алмашилиши бузилади, натижада карбонат ангидрид (CO_2) газлари етишмайди ва фотосинтез жараёни секинлашиб қолади. Бундай шароитда ўсимликларнинг ўсиши ҳам секинлашади ва нобуд бўла бошлайди [1].

Иссиқхоналарда, биологик усулда иситиладиганларидан ташқари, қуёшли кунларда ҳаво таркибидаги CO_2 газининг миқдори табиий миқдордан пасайиб кетиши мумкин ($0,01\%$ гача). Карбонат ангидрид газларининг концентрацияси $0,15-0,20\%$ бўлганда, фотосинтез жараёни жадаллашади. Меъёридан ортиқча миқдордаги газ миқдори фотосинтез жараёни тезлигини ва ўсимликлар нафас олишини секинлаштиради [1].

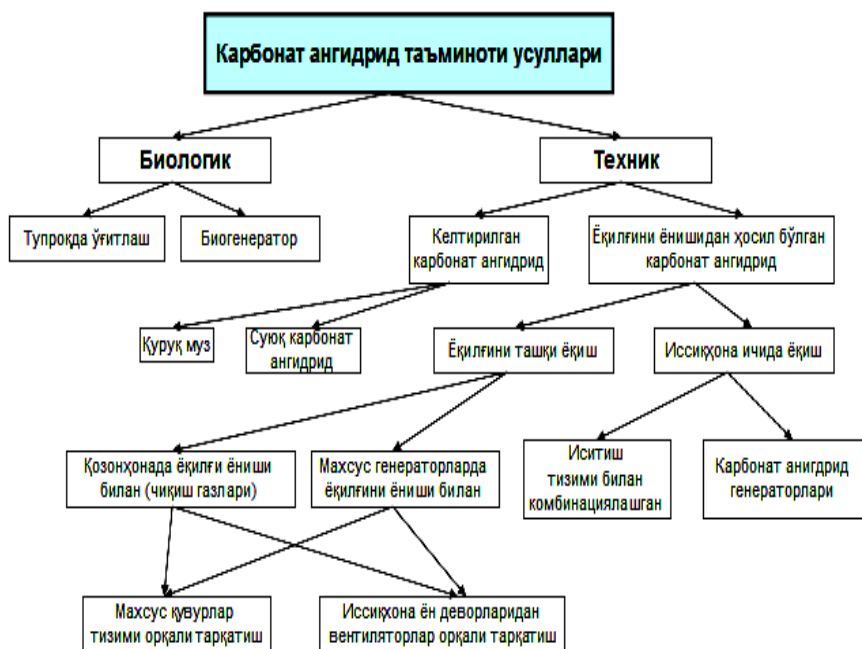
Иссиқхоналарни карбонат ангидрид газлари билан таъминлаш бўйича адабиётлар ва олиб борилган илмий тадқиқотлар таҳлил қилинди. Жумладан, В.А.Шуваева ва бошқалар

томонидан [2] ўсимликларни озиклантириш учун карбонат ангидрид газларини бериш орқали кичик хажмли технологияларни жорий қилиш бўйича ўтказилган тажрибалар баён қилинган. Иссиқхонага карбонат ангидрид газларини “ПРИВА” фирмасининг микроиклимни автоматлаштирилган бошқариш тизими орқали узатишда умумий энергия истеъмоли камайиши, қўлланиладиган қурилмаларнинг самарадорлиги ва ишончлилик даражаси ортиши, микроиклим параметрларини сақловчи иқлим назорати ўрнатилиши ҳисобига иссиқхонада маҳсулдорлик ортиши каби бир қатор афзалликлар кўрсатиб ўтилган.

Иссиқхона ҳўжалигида ойлар бўйича 9 дан 16 соатгача бодринг ўсимлигини озиклантириш учун CO_2 таъминотини йўлга қўйиш орқали маҳсулот етиштириш технологияси батафсил кўриб чиқилган. Дастлабки йиғим ва ўрнатилган қурилмалар эксплуатациясига нисбатан ҳосилдорлик натижалари келтирилган. Рентабеллик даражаси 77,8 %, соф фойда эса 6251000 рубл/га деб баҳоланган [2].

Иссиқхонада ўсимликларни карбонат ангидрид газлари билан таъминлашнинг турли усуллари тўғрисида маълумотларда келтирилган [3]. Карбонат газлари билан таъминлашнинг куруқ музли ёки суюқ карбонатли усуллари техник-иқтисодий асоснома ишлаб чиқилишини талаб қилади. Бу усулларда карбонат ангидрид газлари иссиқхона хажми бўйлаб бир текис тақсимланади ва экологик ҳимояланганлиги билан ажралиб туради. Бироқ ушбу таъминот усулларини амалга ошириш ва суюқ карбонатларни ишлаб чиқариш таннархининг қиммат эканлиги, ишлаб чиқариш корхонаси қувватининг доимийлигини таъминлаш имкони йўқлиги сабабли истеъмол хажмини қондириб бўлмаслиги каби камчиликлар ҳам мавжуд.

Органик ёқилғиларнинг ёнишидан ажраладиган карбонатли газларни иссиқхонага пуркаш самарали усуллардан бири ҳисобланади. Ёқилғининг иссиқхона биноси ичида ёқилиши натижасида ажраладиган иссиқлик иссиқхона биноси атмосферасида нотекис тақсимланишига, натижада иссиқлик манбаи яқинида ўсаётган ўсимликларнинг барглари ва меваларининг куйишига, иссиқхонанинг айрим конструкцион элементлари иссиқлик таъсирида емирилишига олиб келади. Камчиликларига қарамасдан, ушбу услуб ўзининг соддалиги ва қурилмалар таннархининг арзонлиги сабабли кенг тарқалган.



1-расм. Карбонат ангидрид билан таъминлаш усуллари.

қозонхонада ёқилғи ёқиш ва махсус газ генераторлари орқали карбонат газлари билан таъминлаш самарали усуллар ҳисобланади.

Бугунги кунда мавжуд иссиқхоналарда карбонатли газлар концентрациясини қисқа

Қозонхоналарнинг чиқиш газлари ҳисобидан карбонатли газлар билан таъминлаш катта самарадорликка эга бўлиши мумкин. Ушбу услубда ёқилғини ички ёқишдаги камчиликлар кўзга ташланмайди, бироқ зарарли газлар миқдорини назорат қилиш тизимининг мураккаблиги ва уларни тозалаш зарурияти камчилик сифатида кўрсатилади [3].

1-расмда карбонат ангидрид билан таъминлашнинг структуравий схемаси келтирилган [3]. Улардан

муддат зарурий даражага етказиш, саклаб туриш ва таъминот жараёнини ростлаш имконияти йўқлиги, маҳсулот етиштиришда карбонат ангидрид газларидан фойдаланишнинг асосий камчилиги ҳисобланади. Карбонат ангидрид газларининг етишмовчилиги жуда муҳим муаммо ҳисобланади. Келтирилган маълумотлардан озиқа сифатида карбонат ангидрид газларидан фойдаланиш маҳсулот ҳосилдорлигини оширишга замин яратади, деган хулосага келиш имконини беради [4].

2-расмда CO_2 концентрациясининг иссиқхона ўсимликлари маҳсулдорлигига кўрсатадиган таъсири келтирилган [5].

Келтирилган графикка кўра, иссиқхона ҳажмида карбонат ангидрид газларининг концентрациясининг 340 дан 1000 ppm гача ортиши иссиқхона маҳсулдорлигини 35 % га ошириши қайд этилган.

Ҳозирги кунда иссиқхоналарни карбонат ангидрид билан таъминлаш технологияларининг саноат масштабида учта асосий усули мавжуд [6]:

1. Газ генераторларидан тўғридан-тўғри таъминлаш. Бу усул табиий газ ёндиргичларидан иборат газ генератори ёрдамида амалга оширилади. Тизимнинг камчилиги шундаки, ёниш жараёнида ҳосил бўлган барча зарарли моддалар иссиқхона ҳажмида қолади, шунингдек ички ҳароратни кўтаради ва йўл қўйилган микдорнинг ортишига ҳам олиб келади.

2. Қозонхонадан чиқиш газларини узатиш. Ушбу усул биринчисидан яхшироқ. Чунки қозон қурилмаларидан чиқиш газлари палладийли катализаторлар, сувли скрубберлар ёки конденсаторларда тозалаш жараёнидан ўтказилади. Кўриб чиқилган тизим ҳам қуйидаги камчиликларга эга:

а) иссиқхона иншоотининг ички ҳавосига углерод моно оксиди, азот оксидлари, олтингугурт диоксиди, этилен каби газлар аралашиб қолади;

б) бу усул капитал харажат талаб қилади.

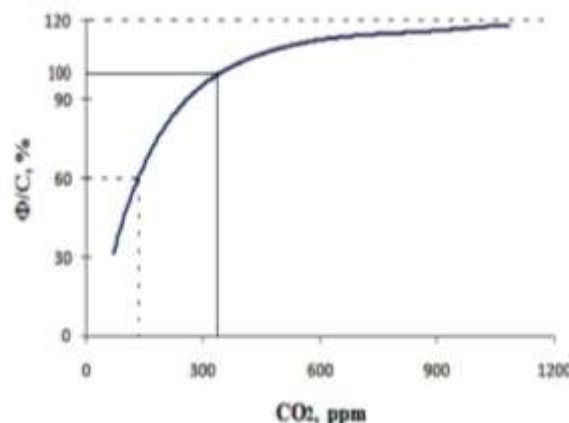
3. Суюқ карбонатларни узатиш. Мазкур тизим хавфсизроқ ҳисобланади, чунки уларда сув буғларидан ташқари аралашмалари бўлмаган тоза карбонат ангидриддан фойдаланилади. Ушбу усулни қозон агрегатларидан карбонат ангидрид олиш тизими билан бирлаштириш мумкин. 1-жадвалда бодринг етиштириладиган иссиқхона муҳитига CO_2 узатишнинг тахминий регламенти келтирилган [6].

1-жадвал.

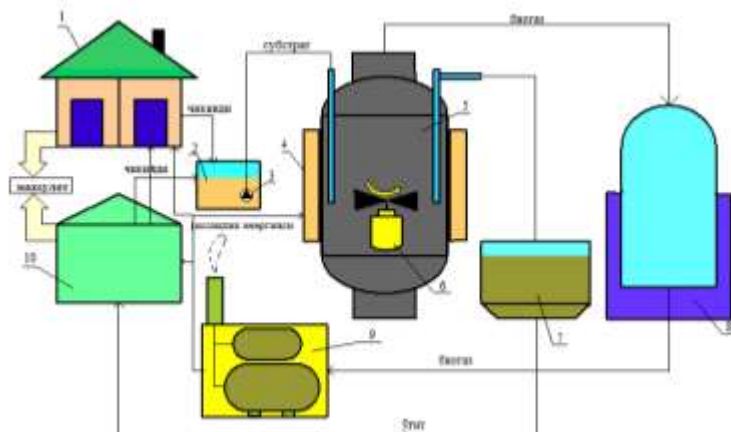
Бодринг етиштириладиган иссиқхонага CO_2 узатишнинг тахминий регламенти

Маҳсулот етиштириладиган ойлар	CO_2 узатиш вақти, соат	Иссиқхонадаги CO_2 концентрацияси, ppm
Январь	10-30 – 14-00	600
Февраль	9-30 – 16-00	700
Март	9-00 – 16-00	800
Апрель	9-00 – 16-00	700
Май	8-00 – 16-00	500-600
Июнь	8-00 – 16-00	300-400

Иссиқхонада турли экинларни етиштиришда CO_2 таъминотининг истиқболли турларидан бири иссиқхона хўжалигида биочиқиндиларни анаэроб усулда қайта ишлашдир. А.А.Ковалёв томонидан биочиқиндиларни анаэроб қайта ишлашнинг технологик схемаси кўриб чиқилган. 3-расмда таклиф қилинган технологик схема келтирилган [7].



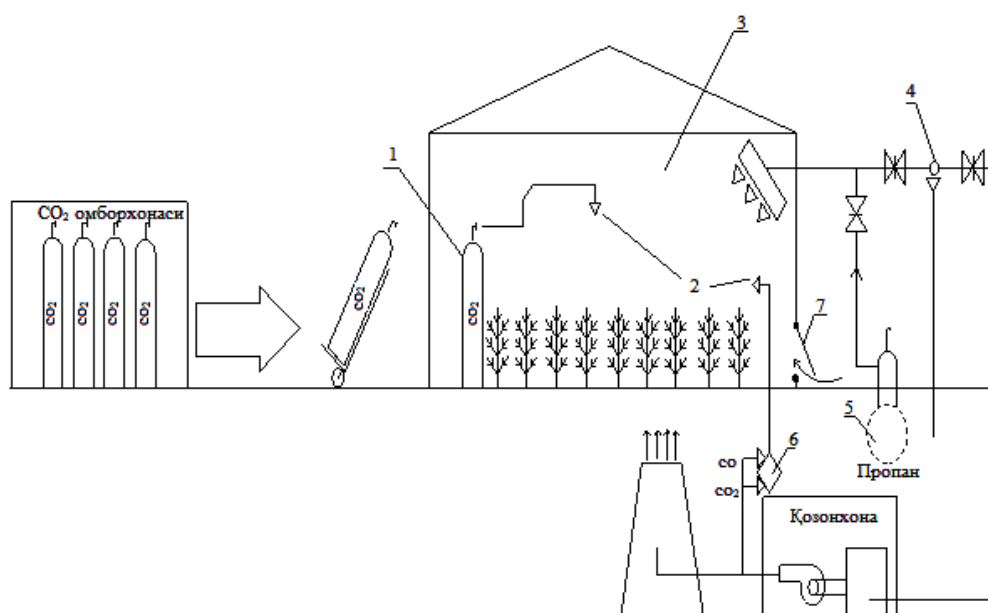
2-расм. Иссиқхона ҳавоси ҳажмидаги CO_2 микдорининг фотосинтез жараёнига таъсири графиги.



3-расм. Биочикиндиларни қайта ишлаш ва олинган энергия ҳамда биоўғитдан иссиқхонада фойдаланиш схемаси: 1 – чорвачилик биноси; 2 – чиқиндиларни тайёрлаш резервуари; 3 – насос; 4 – иссиқлик алмашингич; 5 – биореактор; 6 – аралаштиргич; 7 – биоўғит; 8 – газгольдер; 9 – қозонхона; 10 – иссиқхона.

мақсадлари учун чорвачилик биноси вентиляция чиқиндиларидан олинган карбонат ангидрид газини иссиқхонага узатиш схемаси таклиф қилинган [8].

Ўсимликларни карбонат ангидрид билан таъминлашнинг асосий усуллари 4-расмда тасвирланган [8,9,10].



4-расм. Иссиқхонага карбонат ангидрид узатиш усуллари схемаси: 1 – суюлтирилган карбонат ангидридли баллон; 2 – газ тақсимлагич; 3 – газли иссиқлик генератори; 4 – газ қувири; 5 – газгольдер; 6 – катализатор; 7 – фрамуга-туйнук.

Ўрганилган ишларда иссиқхоналарни карбонат ангидрид билан таъминлаш учун мавжуд тизимларнинг барчаси табиий газдан фойдаланишни ўз ичига олганлиги сабабли замонавий талабларга жавоб бермайди.

Шу асосда, чорвачилик биносидан карбонат ангидрид газларини вентиляция тизими орқали иссиқхонага етказиб бериш бўйича амалга оширилган ҳисоб-китоблар ва усулларни ўрганиш асосида 4-расмда келтирилган схема ишлаб чиқилган.

Адабиётлар.

1. <https://uz.denemetr.com/docs/768/index-284858-1.html?page=6>. (мурожат санаси: 16.02.2022).

2. Шуваев В. А., Голубев В. А., Кравцова Г. М. Выращивание огурца по малообъемной технологии в ЗАО «Трубирино» // Гавриш -2007. -№1. с. 77-81.
3. Жебраков А.В. "Подкормка растений углекислым газом в культивационных сооружениях защищенного грунта"//АгроЭкоИнженерия, 2003. № 74. - с.118-127.
4. Владыкин И. Р., Елесин И. С. Исследование энергоэффективных технологий подкормки углекислым газом биологических объектов в защищенном грунте//Вестник ВИЭСХ., 2014. №2(15). - с. 27-29.
5. Лотонов А.В., Юфев Л.Ю. Система мониторинга и автоматического регулирования содержания CO₂ в защищенном грунте //Вестник ВИЭСХ., 2011. №3(11). - с. 83-87.
6. Голубев В. А., Шуваев В. А. Подкормка растений углекислым газом в теплицах//Гавриш, 2007. №3. - с. 62-68.
7. Ковалев А.А. Технология анаэробной переработки органических отходов с утилизацией тепловой энергии и удобрений в культивационном сооружении.//Инновации В Сельском Хозяйстве., 2017. №4(25). - с. 68-70.
8. Педченко А.В., Педченко О.Д.. "Связь между объемно-планировочными решениями зданий, микроклиматом помещений и технологией выращивания животных и растений"//Строительство и техногенная безопасность, 2014. №50. - с.135-143.
9. Ergashev, Sh H., et al. "Results of mathematical modeling of nontemperature heating of" livestock heat complex" through the use of solar and bio energy." *International Conference on Remote Sensing of the Earth: Geoinformatics, Cartography, Ecology, and Agriculture (RSE 2022)*. Vol. 12296. SPIE, 2022.
10. Файзиев Т.А., Эргашев Ш.Х., Рўзикулов. Ғ.Ю., and Рўзикулов. Ғ.Ю.. "Чорвачилик комплексларини лойихалаш ва уларнинг иссиқлик ҳамда намлик режимлари ҳисоби" Инновацион технологиялар , no. 2 (42), 2021, pp. 62-67.

СОЛНЕЧНЫЙ ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛЬ

Е.С. Аббасов, М.А. Умурзакова

*Ферганский политехнический институт
(Получена 19.01.2024 г.)*

В статье предлагается способ повышения эффективности солнечного воздухонагревателя путем применения в качестве абсорбера прерывистых пластин, обеспечивающих периодический отрыв пограничного слоя. Расчеты показывают, что с ростом числа прерывистых участков возрастает коэффициент конвективной теплоотдачи, причем увеличение коротких участков до семи, приводит к росту коэффициента теплообмена практически в 1,6 раза.

Ключевые слова: солнечный воздухонагреватель, теплообмен, пограничный слой, прерывистая пластина, эффективность.

Maqolada chegara qatlamining davriy ajralishini ta'minlovchi, absorber sifatida qisqa plastinalardan foydalangan holda quyosh havo isitgichining samaradorligini oshirish usuli taklif etilgan. Hisob-kitoblar shuni ko'rsatadiki, qisqa plastinalar sonining ko'payishi bilan konvektiv issiqlik uzatish koeffitsienti ortmoqda va qisqa plastinalarning ettitagacha ko'tarilishi bilan, issiqlik uzatish koeffitsientining qiyimati deyarli 1,6 barobar oshishiga olib kelgan.

Tayianch so'zlari: quyosh havo isitgichi, issiqlik uzatish, chegara qatlami, uzilishli plastinka, samaradorlik.

The article proposes a way to increase the efficiency of a solar air heater by using intermittent plates as an absorber, ensuring periodic separation of the boundary layer. Calculations show that with an increase in the number of intermittent sections, the convective heat transfer coefficient increases, and an increase in short sections to seven leads to an increase in the heat transfer coefficient by almost 1.6 times.

Key words: solar air heater, heat transfer, boundary layer, discontinuous plate, efficiency.

Введение

Использование солнечных воздухонагревателей в системах сушки и воздушного отопления могут сэкономить расход топлива и улучшить экологические условия работы таких систем [1-5].

К недостаткам плоских солнечных воздухонагревателей можно отнести их низкую теплопередающую способность от поверхности абсорбера к прилегающему к нему воздушному потоку. Особенно при эксплуатации их в режимах свободной конвекции.

Анализ источников показывает, что теплопередающая способность такого коллектора увеличивается, если для повышения теплообменных процессов применить способы увеличения конвективной теплоотдачи, которые известны достаточно хорошо в научной литературе [6]. В данном случае возможно использовать такие методы, которые интенсифицировали бы процесс конвективного обмена теплотой при свободной конвекции.

К такому принципу обмена теплотой относятся поверхности на которых образуются короткие отрывы способствующие росту конвективного теплообмена (рис.1). Данный принцип реализуется с помощью небольших высот шероховатостей, нанесенных на поверхность теплообмена.

На рисунке 2 показаны результаты экспериментов, проведенных автором [6], как видно из графиков наблюдаются рост коэффициента теплоотдачи за счет отрывов потока от стенок поверхности. Увеличение расстояния между выступами шероховатости приводит к ослаблению конвективной теплоотдачи и с увеличением шага выступа наблюдается удлинение возвратной зоны течения что приводит к образованиям застойных зон. Важным также считается вопрос оценки эффективности таких поверхностей. В таких случаях

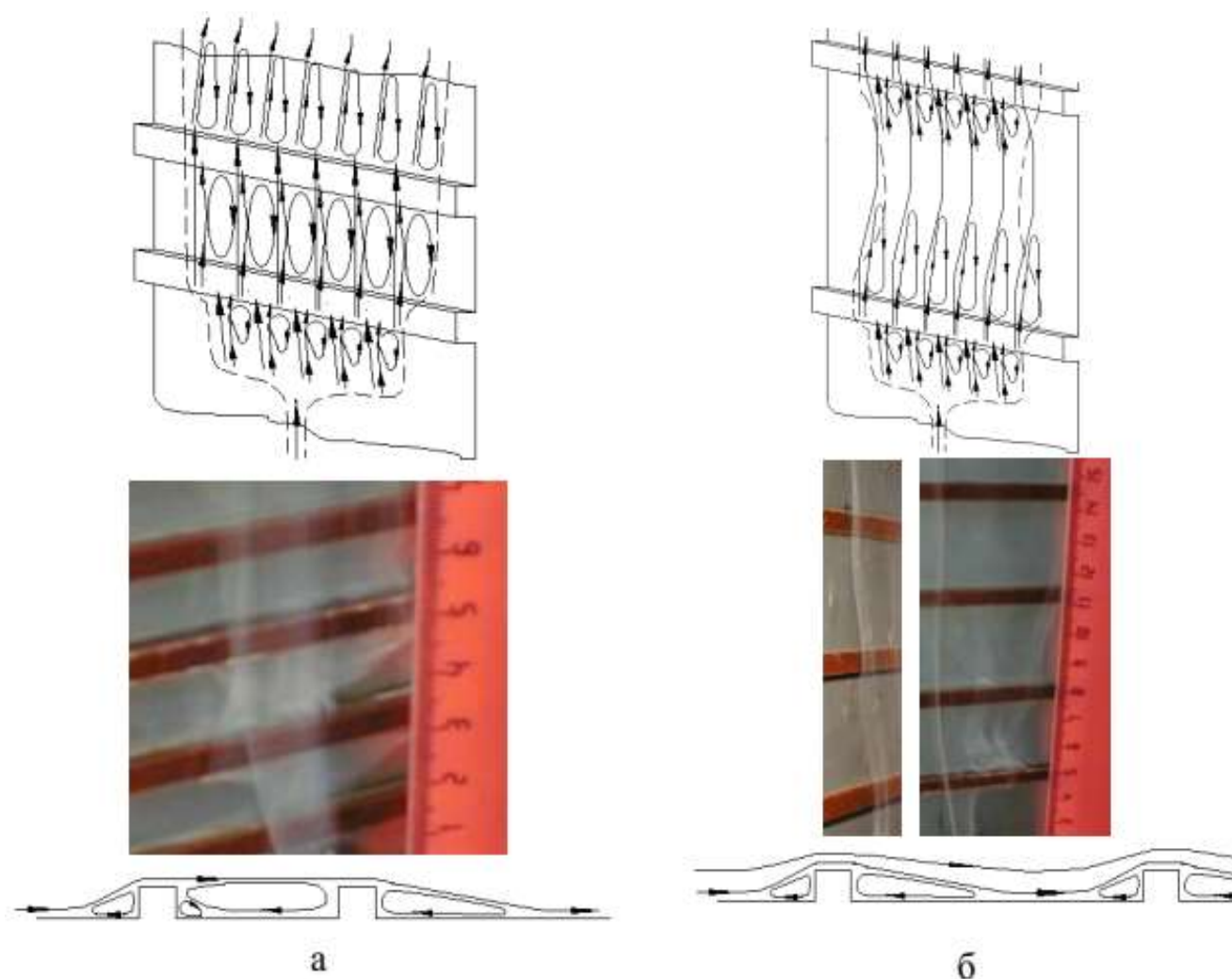


Рис.1 Картины свободно конвективного течения на вертикальной пластине с интенсификаторами. а – температурный напор 10^0 $T/H = 2$, б – 10^0 $T/H = 10 - 80$, $H = 3,2$ мм. T – шаг между выступами, H – высота шероховатости.

рекомендуется применение следующего критерия эффективности

$$E' = Q/\Delta P_c \quad (1)$$

Где $\Delta P_c = \Delta \rho g h$ – располагаемая тяга.

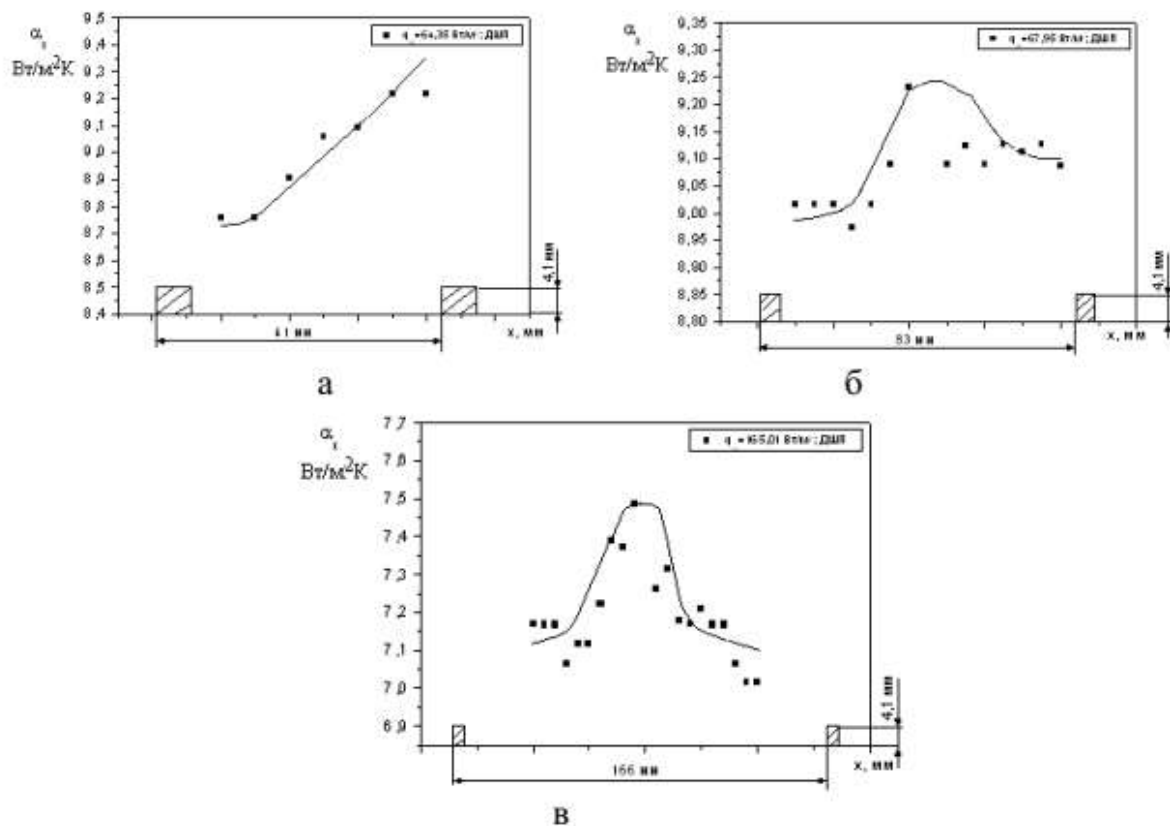


Рис.2 Распределение местных коэффициентов теплоотдачи между выступами (x - расстояние) на вертикальной дискретно – шероховатой поверхности при постоянном тепловом потоке q .

а – $q = 64,35 \text{ Вт/м}^2$, $x = 41 \text{ мм}$, б - $q = 67,95 \text{ Вт/м}^2$, $x = 83 \text{ мм}$, в - $q = 155,01 \text{ Вт/м}^2$, $x = 166 \text{ мм}$.

Авторами статьи предлагается повысить эффективность нагревателя путем применения прерывистых участков гелиоприемных пластин. Принципиальная схема солнечного воздушнонагревателя показана на рисунке 3.

Предлагаемая конструкция эффективного солнечного воздушнонагревателя включает в себя абсорбер, состоящий из коротких пластин разделенных друг от друга, таким образом, чтобы на поверхности абсорбера образовывались короткие пограничные слои (2). На рисунке 4 показана схема поступления солнечного излучения в коллектор.

Эффективность нагревателя заключается в том, что теплообмен в коротком слое значительно выше чем в пограничном слое протяженности которого равняется длине всего солнечного воздушнонагревателя.

Метод исследования

Для проведения сравнительного анализа эффективности солнечного воздушнонагревателя с короткими участками абсорбера, на котором реализуются эффект увеличения теплообмена,

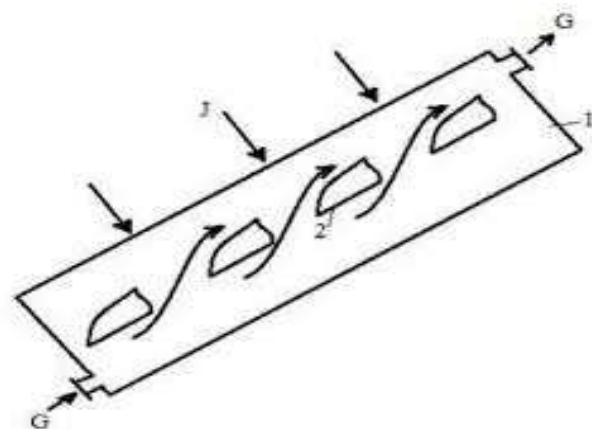


Рис. 3 Схема эффективного солнечного воздушнонагревателя. 1- корпус воздушнонагревателя, 2- короткий пограничный слой, 3 - поток солнечной радиации.

примем, что на коротких участках образуется пограничный слой и теплоотдача в пограничном слое может быть рассчитана по формуле

$$Q = \alpha_{\text{участка}} \cdot F \cdot \Delta t \quad (1)$$

Где $\alpha_{\text{участка}}$ – определяется согласно формуле

$$\alpha_{\text{участка}} = \frac{\lambda}{\delta} = \lambda / \left(\frac{5x}{\sqrt{Re_l}} \right) = \frac{\lambda}{\frac{5x}{\sqrt{Gr_l}}} \quad (2),$$

$$Q = \alpha_{\text{участка}} \cdot F \cdot \Delta t = \frac{\lambda}{\frac{5x}{\sqrt{Gr_l}}} \cdot F \cdot \Delta t \quad (3)$$

Формула сравнительной эффективности солнечного воздухонагревателя выглядит так:

$$\frac{Q_l}{Q_L} = \left(\frac{\alpha_{\text{участка}}}{\alpha_L} \right) \cdot \left(\frac{F_l}{F_L} \right) \cdot \left(\frac{\Delta t_l}{\Delta t_L} \right). \quad (4)$$

$$\frac{Q_l}{Q_L} = \left(\frac{\lambda}{\frac{5x}{\sqrt{Gr_l}}} \right) / \left(\frac{\lambda}{\frac{5L}{\sqrt{Gr_L}}} \right) \cdot \left(\frac{F_l}{F_L} \right) \cdot \left(\frac{\Delta t_l}{\Delta t_L} \right) \quad (5)$$

Если считать, что поверхность абсорбера остается постоянной т.е.

$F_l = F_L$ то, формула (5) принимает вид

$$\frac{Q_l}{Q_L} = \left(\frac{\lambda}{\frac{5x}{\sqrt{Gr_l}}} \right) / \left(\frac{\lambda}{\frac{5L}{\sqrt{Gr_L}}} \right) \cdot \left(\frac{\Delta t_l}{\Delta t_L} \right) \quad (6)$$

примем в первом приближении, что температурные напоры равны т.е.

$$\Delta t_l = \Delta t_L$$

Таким образом формула относительной производительности солнечного коллектора примет вид:

$$\frac{Q_l}{Q_L} = \frac{\frac{\lambda}{\frac{5x}{\sqrt{Gr_l}}}}{\frac{\lambda}{\frac{5L}{\sqrt{Gr_L}}}} = \frac{\left(\frac{5L}{\sqrt{Gr_L}} \right)}{\left(\frac{5x}{\sqrt{Gr_l}} \right)} \left(\frac{L}{x} \right) = \sqrt[4]{L/l} \quad (7)$$

Это означает, что увеличение производительности солнечного коллектора прямо пропорционально отношению длин абсорберов состоящего из сплошной пластины и пластины из отдельных участков.

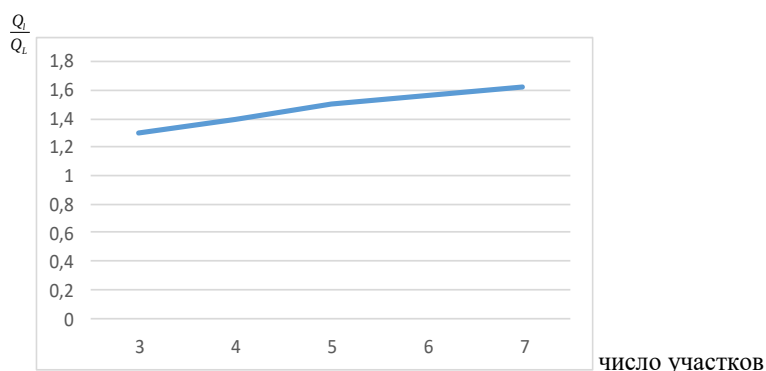


Рис. 4 Тепловая производительность солнечного воздухонагревателя.

Например, абсорбер длина которого равна 1 м и который разделен на 5 участков с длиной 0,2 м увеличивает производительность коллектора в 1,5 раза. На рис. 6 показана зависимость увеличения производительности коллектора от числа участков.

Анализ графика показывает, что путем сокращения длин участков сокращается протяженность

развивающегося на данном участке ламинарного пограничного слоя.

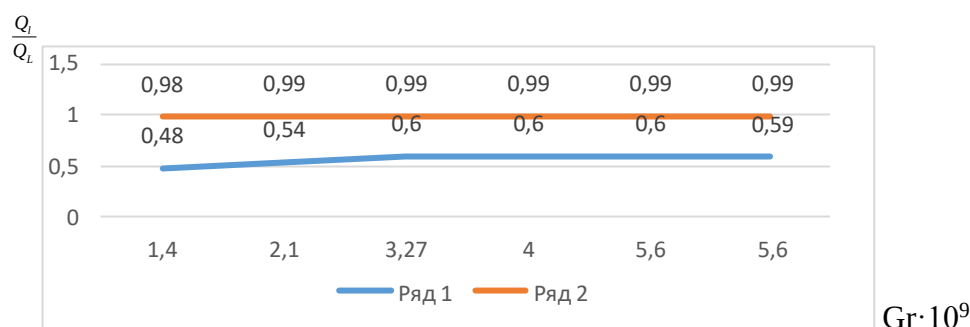


Рис. 5. Сравнение тепловой производительности солнечного воздушонагревателя с абсорбером из сплошной (ряд 1) и прерывистой пластины (ряд 2).

Выводы

1. Расчеты показывают, что применение абсорберов с прерывистыми участками может повысить теплообмен на гелиоприемной поверхности солнечного воздушного нагревателя примерно на 60% по сравнению с абсорберами, состоящими из сплошной стенки.
2. В статье предлагается способ расчета эффективности солнечного воздушонагревателя, основанный на сравнительном анализе теплообмена в предлагаемой конструкции нагревателя и гладкопластинчатого воздушонагревателя.

Список литературы

- [1]. Umurzakova M.A. Thermal efficiency of flat solar air heaters. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – India, Vol. 5, Issue 6, June 2018.
- [2]. Аббасов Е.С., Умурзакова М.А. Оценка тепловой эффективности плоских солнечных воздушонагревателей. Вестник ТашИИТ 2-3/ 2018. С.13 -20.
- [3]. Умурзакова М.А. Хегай О.А. О тепловой эффективности плоских солнечных воздушонагревателей. Гелиотехника 2018г. №3. С. 58 - 62.
- [4]. Yorkin Abbasov, Muyassar Umurzakova and Salokhiddin Sharofov. Results of the calculation of the absorber temperature in a flat solar air heater. E3S Web of Conferences 411, 01004 (2023) APEC – VI – 2023.
- [5]. Yorkin Abbasov, Muyassar Umurzakova, Salokhiddin Sharofov and Andrey Goryaev. Efficiency of solar air heaters. E3S Web of Conferences 452, 04009 (2023) IPFA 2023.
- [6]. Попов И.А. Гидродинамика и теплообмен внешних и внутренних свободноконвективных вертикальных течений с интенсификацией. Казань 2007. – 326 с.

УДК 620.92

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ХОЛОДИЛЬНОЙ КАМЕРЫ КОМБИНИРОВАННОЙ СОЛНЕЧНОЙ СУШИЛКИ-ХОЛОДИЛЬНИК С ТЕПЛОВЫМ НАСОСОМ

Г.Ю. Рузикулов, Б.Э. Хайриддинов, У.Х. Ибрагимов, Ш.Х. Эргашев

Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Республики Узбекистан

strong.shakhrir@mail.ru

(Получена 8.01.2024 г.)

Охлаждение и хранение сельхозпродуктов – рациональный способ исключить ухудшение качества сельскохозяйственной продукции и сохранить ее на длительное время. Холодильные процессы являются относительно высокоэнергоемким процессом, на долю которого приходится 10-15% мирового энергопотребления. Столь большое количество потребляемой энергии можно значительно снизить за счет математического моделирования тепло- и массообмена в холодильной

камере. Математическое моделирование представляется ценным инструментом для контроля процесса охлаждения и хранения сельскохозяйственных продуктов. Поэтому математическое моделирование баланса тепла и массы в холодильных камерах является актуальной. (Цель исследования) Математическое моделирование холодильной камеры для глубокого анализа тепло- и массообмена между воздухом и продуктом. (Материалы и методы) Математическое моделирование проводится на основе теплового баланса холодильной камеры методом сохранения массы и энергии. (Результаты и обсуждение) Установлено, что для охлаждения и длительного хранения сельхозпродуктов требуется огромное количество электрической энергии. При температуре наружного воздуха 30°C для охлаждения продуктов до требуемой температуры требуется 30-40 мин, для длительного хранения потребляется 5,5-6 кВтч/сутки электрической энергии. (Выводы) Предложена комбинированная сушилка-холодильник с тепловым насосом для хранения сельхозпродуктов и приведена математическая модель холодильной камеры, которой дает возможность анализа температурного режима в холодильной камере.

Ключевые слова: холодильная камера, окружающая среда, сельхозпродукты, температура, относительная влажность.

Қишлоқ хўжалик маҳсулотларини совитиши ва сақлаш қишлоқ хўжалиги маҳсулотлари сифатининг ёмонлашувига йўл қўймаслик ва уларни узоқ муддат сақлашининг оқилона усули ҳисобланади. Совитиш жараёнлари нисбатан энергия кўп талаб қиладиган жараён бўлиб, жаҳон энергия истеъмолининг 10-15% қисми унинг ҳиссасига тўғри келади. Бундай катта миқдордаги энергия сарфини совитиш камерасида иссиқлик ва масса алмашинувини математик моделлаштириш орқали сезиларли даражада камайитиш мумкин. Математик моделлаштириш қишлоқ хўжалик маҳсулотларини совитиш ва сақлаш жараёнини бошқаришининг қимматли воситаси ҳисобланади. Шунинг учун совитиш камераларида иссиқлик ва масса балансини математик моделлаштириш долзарбдир. (Таdqиқнинг мақсади) Ҳаво ва маҳсулот орасидаги иссиқлик ва масса алмашинувини чуқур таҳлил қилиш учун совитиш камерасини математик моделлаштириш. (Материаллар ва усуллар) Математик моделлаштириш совитиш камерасининг иссиқлик баланси асосида масса ва энергияни сақлашни усули ёрдамида амалга оширилади. (Натижалар ва муҳокама) Қишлоқ хўжалик маҳсулотларини совитиш ва узоқ муддат сақлаш учун жуда катта миқдорда электр энергияси талаб қилиниши аниқланди. Ташиқи ҳаво ҳарорати 30°C бўлганда маҳсулотларни керакли ҳароратгача совитиш учун 30-40 дақиқа талаб этилади, узоқ муддатли сақлаш учун кунига 5,5-6 кВт/соат электр энергияси сарфланади. (Хулоса) Қишлоқ хўжалик маҳсулотларини сақлаш учун иссиқлик насосли комбинацияланган қуритгич-совутгич таклиф этилган ва совитиш камерасининг математик модели келтирилган бўлиб, ушбу модел совитиш камерасидаги ҳарорат режимини таҳлил қилиш имконини беради.

Калим сўзлар: совитиш камераси, атроф-муҳит, қишлоқ хўжалик маҳсулотлари, ҳарорат, нисбий намлик.

Cooling and storage of agricultural products is a rational way to prevent deterioration in the quality of agricultural products and preserve them for a long time. Refrigeration processes are a relatively energy-intensive process, accounting for 10-15% of global energy consumption. Such a large amount of energy consumption can be significantly reduced through mathematical modeling of heat and mass transfer in the refrigeration chamber. Mathematical modeling appears to be a valuable tool for controlling the cooling and storage process of agricultural products. Therefore, mathematical modeling of the balance of heat and mass in refrigeration chambers is relevant. (Purpose of the study) Mathematical modeling of the refrigeration chamber for in-depth analysis of heat and mass transfer between air and products. (Materials and methods) Mathematical modeling was carried out on the basis of the thermal balance of the refrigerating chamber by the method of conservation of mass and energy. (Results and discussion) It has been established that cooling and long-term storage of agricultural products requires a huge amount of electrical energy. At an outside air temperature of 30°C, it will take 30-40 minutes to cool the products to the required temperature; for long-term storage, 5.5-6 kWh/day of electrical energy is consumed. (Conclusions) A combined dryer-refrigerator with a heat pump for storing agricultural products is proposed and a mathematical model of the refrigeration chamber is given, which makes it possible to analyze the temperature regime in the refrigeration chamber.

Key words: refrigeration chamber, environment, agricultural products, temperature, relative humidity.

В настоящее время для качественного и безопасного хранения сельхозпродуктов в холодильной камере используются низкие (обычно от -1 до 5 °С) или отрицательные (ниже -18 °С) температуры. Для создания таких температур используются парокомпрессионные холодильные установки. По данным Международного института холода, потребление энергии в процессах охлаждения составляет 15% мирового энергопотребления [1].

В 2012 году в Европе насчитывалось 1,6 млн холодильных установок, 67% из которых были малыми холодильными установками объёмом до 400 м³ [2]. Известно, что холодильные камеры потребляют большое количество энергии. По данным Дуйвена и Бинара [3], относительный расход энергии в холодильных камерах составляет 30÷50 кВт/м³ год. Самое низкое значение в этом исследовании соответствует Нидерландам. Согласно исследованиям Босма [4], среднее энергопотребление холодильных камер составляет 35 кВт/м³ в год. По исследованиям Сингха [5] в США относительное потребление энергии колебалось от 19 до 88 кВт/м³год и от 15 до 132 кВт/м³год.

Углубленное исследование, проведенное Вернером, Вейном, Мерцем и Клеландом в Новой Зеландии [6], сравнило производительность 34 холодильных камер. По результатам относительный расход энергии составил от 26 до 379 кВт/м³ года, а экономия от 15 до 26% достигнута за счет применения энергоэффективных устройств.

В большом количестве исследований предложены различные модели повышения эффективности холодильных камер и решения задач энергосбережения в холодильной камере. Большинство из них связано с исследованием холодильных камер в различных режимах, включая модель Getu&Bansal LT-корпуса, программы EKS, RETScreen, EnergyPlus и Cybermart. Для холодильных камер и циклов также доступны специальные программы CoolPack и PackCalculation II.

Однако многие исследователи акцентируют внимание на повышении эффективности холодильных камер и совершенствовании цикла охлаждения. Эффективность холодильной камеры можно повысить за счет улучшения условий работы, снижения потерь в холодильной камере и повторного использования тепла, отбрасываемого из холодильной камеры. С учетом вышеизложенного была разработана подземная холодильная камера с парокомпрессионным тепловым насосом, а также изготовлен и испытан опытный образец. Основные теплотехнические параметры холодильной камеры представлены в таблице 1. Для численного исследования камеры охлаждения использовались уравнения баланса энергии, схема расчета этого баланса представлена на рис. 1.

Таблица 1

Основные теплотехнические параметры холодильной камеры

I. Технические характеристики				
№	Параметры	Ед. измерения	Обозначение	Количество
1	Холодопроизводительность холодильной камеры	кВт	N	1,1
2	Количество холодильного агента (фреон-R22)	kg	m	4,2
3	Объем холодильной камеры	м ³	$V_{хол}$	5
4	Емкость холодильной камеры (по типам продуктов)	t	$G_{хол}$	1,5-2,0
II. Температурный режим				
1	Внутри холодильной камеры	°С	$t_{х.к}$	-5...+10
III. Влажностный режим				
1	Внутри холодильной камеры	%	ϕ	90...95

В тепловом балансе холодильной камеры были учтены все указанные величины (рис. 1). Математическая модель холодильной камеры разрабатывалась на основе следующих предположений:

- одномерный тепловой поток, перпендикулярный воздушному потоку, протекает между компонентами охлаждающей камеры;
- температура земли равна температуре окружающей среды;
- поток в каждой части камеры направлен в одну сторону;
- распределение продукции на стеллаже внутри камеры равномерное;
- температура и влажность продукта и воздуха остаются неизменными в заданном диапазоне температур;
- объем продукта остается неизменным в течение срока хранения;
- отсутствует конвективный теплообмен между наружной стенкой охлаждающей камеры и грунтовым массивом;
- температуру внутреннего воздуха холодильной камеры принять равной 0°C.

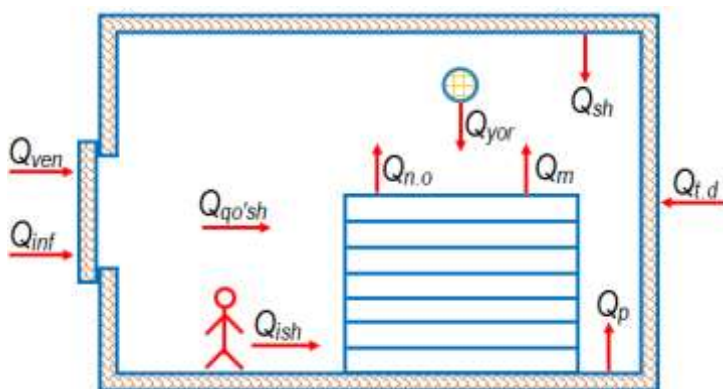


Рисунок 1. Схема расчета теплового баланса холодильной камеры. $Q_{инф}$ - тепловая нагрузка, передаваемая на счет инфильтрации; $Q_{вент}$ - тепловая нагрузка, возникающая за счет вентиляции; $Q_{раб}$ - тепловая нагрузка, приносимая с собой работником; $Q_{пол}$ - тепловая нагрузка, передаваемая через пол; $Q_{пот}$ - тепловая нагрузка, передаваемая через потолок; $Q_{ст}$ - тепловая нагрузка, передаваемая через наружную стену; $Q_{ос.п}$ - тепловая нагрузка, передаваемая через осветительный прибор; $Q_{пр}$ и $Q_{био}$ - тепловая нагрузка, вносимая с исходным продуктом и выделяемая в результате биохимической реакции; $Q_{доп}$ - тепловая нагрузка отделена от дополнительных устройств.

- нагрузка, вызванная «дыханием» хранимого продукта, $Q_{био}$;
- нагрузка, передаваемая от осветительного прибора, $Q_{ос.п}$;
- тепловая нагрузка, отделенная от рабочей, $Q_{раб}$;
- тепловая нагрузка, отделенная от дополнительных устройств внутри холодильной камеры, $Q_{доп}$.

В общем случае уравнение баланса имеет следующий вид:

$$Q_{пол} = \sum_{i=1}^n Q_i \quad (1)$$

Согласно схеме расчета, представленной на рис.1, уравнение (1) имеет следующий вид:

$$Q_{пол} = Q_{ст} + Q_{пол} + Q_{пот} + Q_{вент} + Q_{инф} + Q_{пр} + Q_{био} + Q_{ос.п} + Q_p + Q_{доп} \quad (2)$$

Посмотрим отдельно каждую из составляющих уравнения энергетического баланса:

Тепловой поток при теплопередаче через наружную стену:

Холодопроизводительность холодильника – это тепловая нагрузка, которую необходимо отвести из внутреннего пространства холодильника. Тепловая нагрузка холодильной камеры делится на две группы: внешнюю и внутреннюю.

К внешним нагрузкам относятся:

- нагрузки $Q_{ст}$, $Q_{пол}$ и $Q_{пот}$ вызванные передачей тепла через стеновую, напольную и потолочную части холодильной камеры;

- нагрузка, вносимая в камеру охлаждения потоком наружного воздуха (вентиляцией), $Q_{вент}$;

- нагрузка, включаемая за счет инфильтрации наружного воздуха при открытии и закрытии двери холодильной камеры, $Q_{инф}$.

К внутренним нагрузкам относятся:

- нагрузка от охлаждения продукта, $Q_{пр}$;

$$Q_{ст} = \frac{F_{ст}}{R_{ст}} (t_{поч} - t_{вн.в}) \quad (3)$$

где $F_{ст} = 11,4 \text{ м}^2$ - общая площадь поверхности стенки холодильной камеры; $R_{ст}$ - тепловое сопротивление конструкции холодильной камеры:

$$R_{ст} = \frac{1}{\alpha_{вн}} + \frac{\delta_{пен}}{\lambda_{пен}} + \frac{\delta_k}{\lambda_k} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{\delta_{пен}}{\lambda_{пен}} + \frac{\delta_{мл}}{\lambda_{мл}} + \frac{1}{\alpha_n} =$$

$$= \frac{1}{9,4} + \frac{0,05}{0,04} + \frac{0,018}{0,46} + \frac{0,015}{1,2} + \frac{0,05}{0,04} + \frac{0,001}{64} = 2,66 \quad , \quad (4)$$

где $\alpha_{вн}$ - коэффициент теплоотдачи от внутренней поверхности стены, при естественной циркуляции воздуха внутри камеры $\alpha_{внут} = 9,4 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$, при принудительной циркуляции $\alpha_{внут} = 22,7 \div 34,1 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$, где скорость воздуха $w = 3,3 \div 6,7 \text{ м/с}$; $\delta_{пен} = 50 + 50 = 100 \text{ мм}$, $\delta_k = 18 \text{ мм}$, $\delta_{шт} = 15 \text{ мм}$, $\delta_{мл} = 1 \text{ мм}$ - толщина слоев пенопласта, кирпича, цементно-песчаной штукатурки и металлосты; $\lambda_{пен} = 0,04 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$, $\lambda_k = 0,46 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$, $\lambda_{шт} = 1,2 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$, $\lambda_{мл} = 64 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$; $\alpha_{внеш}$ - конвективный теплообмен между наружным воздухом и стеной, где $1/\alpha_n = 0$, поскольку стенки холодильной камеры расположены непосредственно под землей, конвективный теплообмен отсутствует; $F_{ст}$ - площадь поверхности стены; $t_{поч} = 17^\circ\text{C}$ - средняя температура почвы; $t_{вн.в} = 0^\circ\text{C}$ - внутренняя температура воздуха.

Тепловой поток при теплопередаче через пол:

$$Q_{пол} = \frac{F_{пол}}{R_{пол}} (t_{поч} - t_{вн.в}) \quad (5)$$

где $F_{пол} = 2,65 \text{ м}^2$ - общая площадь пола холодильной камеры; $R_{пол}$ - тепловое сопротивление конструкции напольной части холодильной камеры:

$$R_{пол} = \frac{1}{\alpha_{вн}} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{\delta_{пен}}{\lambda_{пен}} + \frac{1}{\alpha_n} = \frac{1}{9,4} + \frac{0,01}{1,75} + \frac{0,1}{0,04} = 2,61 \quad (6)$$

где $\delta_{шт} = 0,01 \text{ м}$ и $\delta_{пен} = 0,1 \text{ м}$ - толщина цементно-песчаного слоя и пенопласта; $\lambda_{шт} = 1,75 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$ и $\lambda_{пен} = 0,04 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$ - коэффициенты теплопередачи цементно-песчаного слоя и пенопласта.

Тепловой поток при теплопередаче через потолок:

$$Q_{пот} = \frac{F_{пот}}{R_{пот}} (t_{с.к} - t_{вн.в}) \quad (7)$$

где $F_{пот} = 2,65 \text{ м}^2$ - общая площадь поверхности потолка холодильной камеры; $R_{пот}$ - тепловое сопротивление конструкции потолочной части холодильной камеры:

$$R_{пот} = \frac{1}{\alpha_{вн}} + \frac{\delta_{мл}}{\lambda_{мл}} + \frac{\delta_{пен}}{\lambda_{пен}} + \frac{\delta_{дсп}}{\lambda_{дсп}} + \frac{1}{\alpha_n} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,001}{64} + \frac{0,05}{0,04} + \frac{0,01}{0,15} + \frac{1}{8,7} = 1,54 \quad (8)$$

где $t_{с.к} = 30^\circ\text{C}$ - средняя температура сушильной камеры.

Тепловой поток, вносимый за счет вентиляции, возникает в результате периодической смены воздуха внутри холодильной камеры. Наружный воздух, поступающий в холодильную камеру, должен быть охлажден до внутренней температуры охлаждающей камеры, которая представляет собой дополнительную тепловую нагрузку и определяется как:

$$Q_{вен} = G_v c_{p,v} (t_{н.в} - t_{вн.в}) \quad (9)$$

где G_v - расход наружного воздуха в камеру охлаждения, кг/с:

$$G_v = V_{н.в} \rho_{н.в} \quad (10)$$

$V_{н.в}$ - объемный расход наружного воздуха, поступающего в камеру охлаждения, $\text{м}^3/\text{с}$; $\rho_{н.в}$ - плотность воздуха внутри камеры:

$$\rho_v = \frac{\rho_0}{(1 + \frac{t_{кам}}{273,15})} = 1,293 \text{ кг/м}^3 \quad (11)$$

ρ_0 - плотность воздуха при температуре 0°C , $\rho_0 = 1,293 \text{ кг/м}^3$; $t_{кам} = 0^\circ\text{C}$ - температура внутри холодильной камеры; $t_{кам} = 0^\circ\text{C}$ - температура воздуха внутри холодильной камеры; $t_{н.в} = 30^\circ\text{C}$ - температура наружного воздуха.

Тепловая нагрузка, включенная в расчет инфильтрации наружного воздуха:

$$Q_{инф} = q D_{отк} D_{вх} (1 - E) \quad (12)$$

$n = 5$ - количество входов и выходов в сутки; $\tau_{1 \text{отк}} = 30$ сек - время удержания двери открытой/закрытой для каждого входа и выхода; $\tau_{2 \text{оч}} = 20$ мин - время пребывания двери открытой в течение суток; 86400 - количество секунд в день; $D_{\text{вх}}$ - коэффициент, характеризующий поток воздуха, поступающего через дверь, который зависит от разницы температур наружного и внутреннего воздуха, т.е. до 1,1 при разнице температур 7-10°C, 0,8 при разнице температур 16°C и выше, в нашем случае $D_{\text{вх}} = 0,8$; E - уровень эффективности защитного устройства при входе через дверь. $E=0$, когда защитное устройство отсутствует, $E=0,2$, когда оно выполнено в виде шторки, $E=0,7$ в других конструкциях, в нашем случае $E=0$.

Тепловая нагрузка, выделяющаяся при понижении температуры продукта до температуры хранения в камере:

$$Q_{\text{пр}} = \frac{m_{\text{пр}} c_1 (t_1 - t_2) + m_{\text{пр}} r + m_{\text{пр}} c_2 (t_2 - t_3)}{86400} \quad (13)$$

где $m_{\text{пр}}$ – суточный грузооборот продукции, кг/сутки; c_1 - средняя теплоемкость каждого вида продукции в диапазоне температур от t_1 до t_2 , кДж/кг; $t_1 = 18 \div 20^\circ\text{C}$ – начальная температура хранимого продукта; t_2 - высокая температура заморозания хранимого продукта; r - скрытая теплота при замораживании хранимого продукта, кДж/кг; c_2 - средняя теплоемкость каждого вида продукции в диапазоне температур от t_2 до t_3 , кДж/кг; t_3 - температура хранения продукта.

Если холодильная камера предназначена только для охлаждения без замораживания продукта, то выражение (13) имеет следующий вид:

$$Q_{\text{пр}} = \frac{m_{\text{пр}} c_1 (t_1 - t_3)}{86400} \quad (14)$$

Тепловая нагрузка, вызванная «дыханием» хранимого продукта:

$$Q_{\text{био}} = \frac{M_{\text{пр}} q_{\text{био}}}{86400} \quad (15)$$

где $M_{\text{пр}}$ – масса хранимого продукта, кг; $q_{\text{био}}$ – выделяющееся при дыхании биохраняемого продукта, кДж/(кг·сут).

Тепловая нагрузка, передаваемая от осветительного прибора. Осветительный прибор, установленный в камерах хранения продукции, должен быть устойчивым к холоду, влаге и пыли, водонепроницаемым и ударопрочным. Номинальная освещенность холодильных камер составляет от 60 до 100 люкс, а тепловая нагрузка принимается равной 3÷6 Вт на квадратный метр поверхности. В общем случае тепловая нагрузка, передаваемая от осветительного прибора, определяется следующим образом:

$$Q_{\text{осв}} = \frac{n_{\text{осв}} P_{\text{осв}} \tau_{\text{осв}}}{24} \quad (16)$$

Тепловая нагрузка, отделенная от рабочего:

$$Q_{\text{р}} = \frac{n_{\text{р}} q_{\text{р}} \tau_{\text{р}}}{24} \quad (17)$$

где $n_{\text{р}} = 1$ - количество сотрудников, работающих в холодильной камере; $q_{\text{р}}$ - количество тепла, выделяющееся в единицу времени при средней активности рабочего, когда температура внутри холодильной камеры равна 0°C , $q_{\text{р}} = 270$ Вт; $\tau_{\text{р}} = 1$ час/день – время пребывания одного сотрудника в холодильной камере в течение одних суток.

К дополнительным тепловым нагрузкам в холодильной камере можно отнести тепловые нагрузки, отделенные от оборудования для транспортировки, подъема, разгрузки и погрузки продукции. В этом случае выделенная тепловая нагрузка определяется следующим образом:

$$Q_{\text{доп}} = \frac{n P t}{24} \quad (18)$$

где n – количество транспортных устройств; P - мощность каждого механизма; t - время работы каждого механизма в одних суток, в нашем случае $Q_{\text{доп}} = 0$.

Подставив в выражение (1) выражения (2-18), формирующие тепловой баланс, получим (в нашем случае дополнительная тепловая нагрузка не учитывается):

$$\rho_{\text{вн.в}} V_{\text{вн.в}} c_{\text{вн.в}} \frac{dt_{\text{вн.в}}}{d\tau} = \frac{F_{\text{ст}}}{R_{\text{ст}}} (t_{\text{н.в}} - t_{\text{вн.в}}(\tau)) + \frac{F_{\text{пол}}}{R_{\text{пол}}} (t_{\text{н.в}} - t_{\text{вн.в}}(\tau)) + \frac{F_{\text{пот}}}{R_{\text{пот}}} (t_{\text{н.в}} - t_{\text{вн.в}}(\tau)) +$$

$$+ \rho_{\text{вн.в}} V_{\text{н.в}} c_{\text{р.в}} (t_{\text{н.в}} - t_{\text{вн.в}}(\tau)) + 0,076 c_{\text{р.в}} (t_{\text{н.в}} - t_{\text{вн.в}}(\tau)) + \frac{m_{\text{пр}} c_1 (t_1 - t_3)}{86400} +$$

$$+ \frac{M_{\text{пр}} q_{\text{бшо}}}{86400} + \frac{n_{\text{осв}} P_{\text{осв}} \tau_{\text{осв}}}{24} + \frac{n_{\text{р}} q_{\text{р}} \tau_{\text{р}}}{24} \quad (19)$$

При решении уравнения теплового баланса (19) методом Эйлера было получено уравнение (20) исходя из условия $t=0$, $t_{\text{вн.в}}(\tau) = t_{\text{н.в}}$ и построена блок-схема в программное обеспечение Matlab/Simulink (рис. 2).

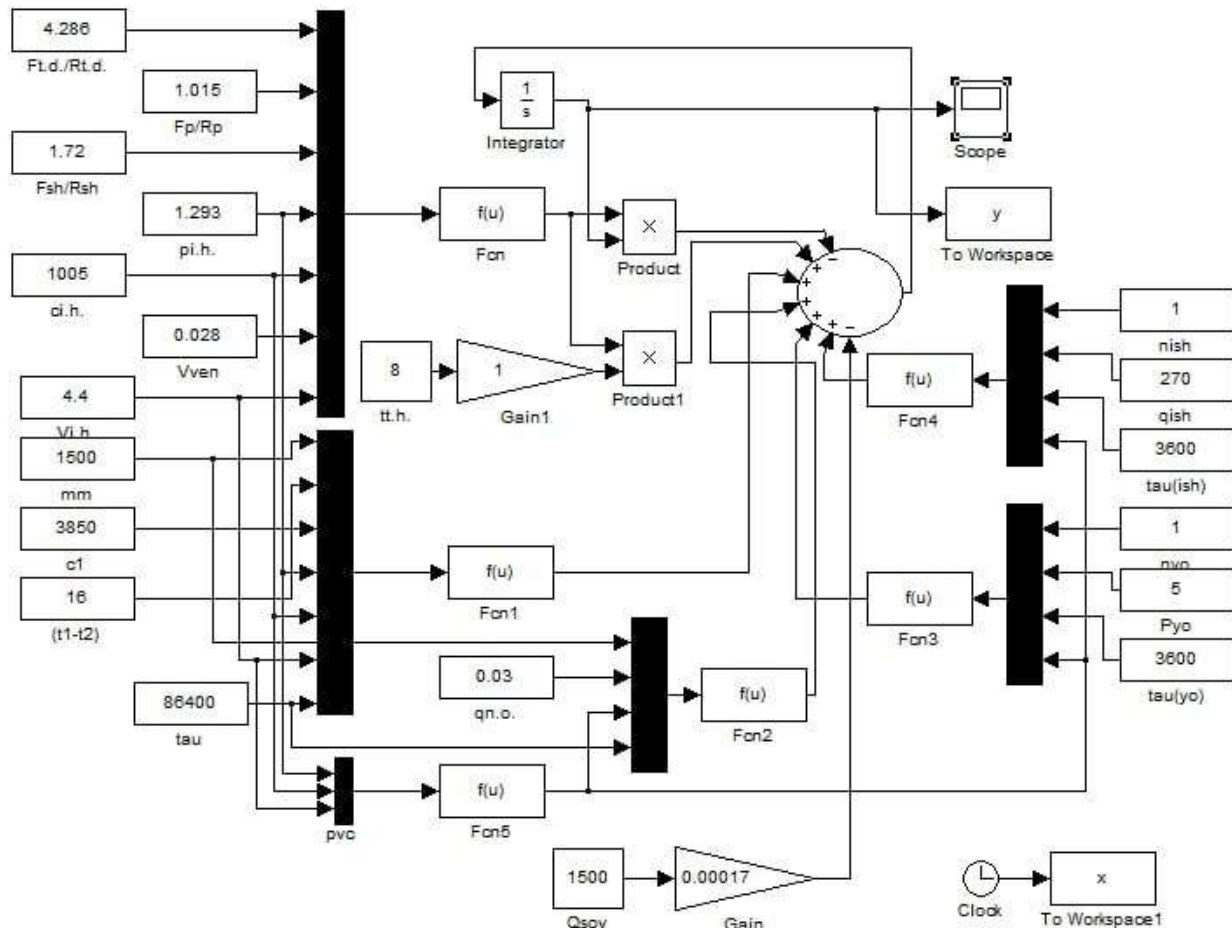


Рис. 2. Структурная схема математической модели расчета температуры внутреннего воздуха холодильной камеры в программе Matlab/Simulink.

Результаты расчета моделирования температуры внутреннего воздуха холодильной камеры представлены на рис. 3.

Результаты моделирования температуры внутреннего воздуха холодильной камеры показывают, что при температуре наружного воздуха 30°C достаточно 30-40 мин для снижения температуры продукта до необходимой температуры хранения. В результате входа работника в холодильную камеру для наблюдения за холодильной камерой в любое время суток нагрузка холодильной камеры существенно меняется, устранить эту нагрузку можно за 10-15 минут. При температуре наружного воздуха 30°C суточное потребление электроэнергии составляет 5,5-6 кВтч.

По результатам моделирования можно определить необходимую холодовую нагрузку для обеспечения требуемого температурного режима внутри холодильной камеры при различной температуре наружного воздуха. Таким образом, математическая модель камеры

охлаждения позволяет регулировать температуру внутреннего воздуха камеры охлаждения в зависимости от температуры наружного воздуха.

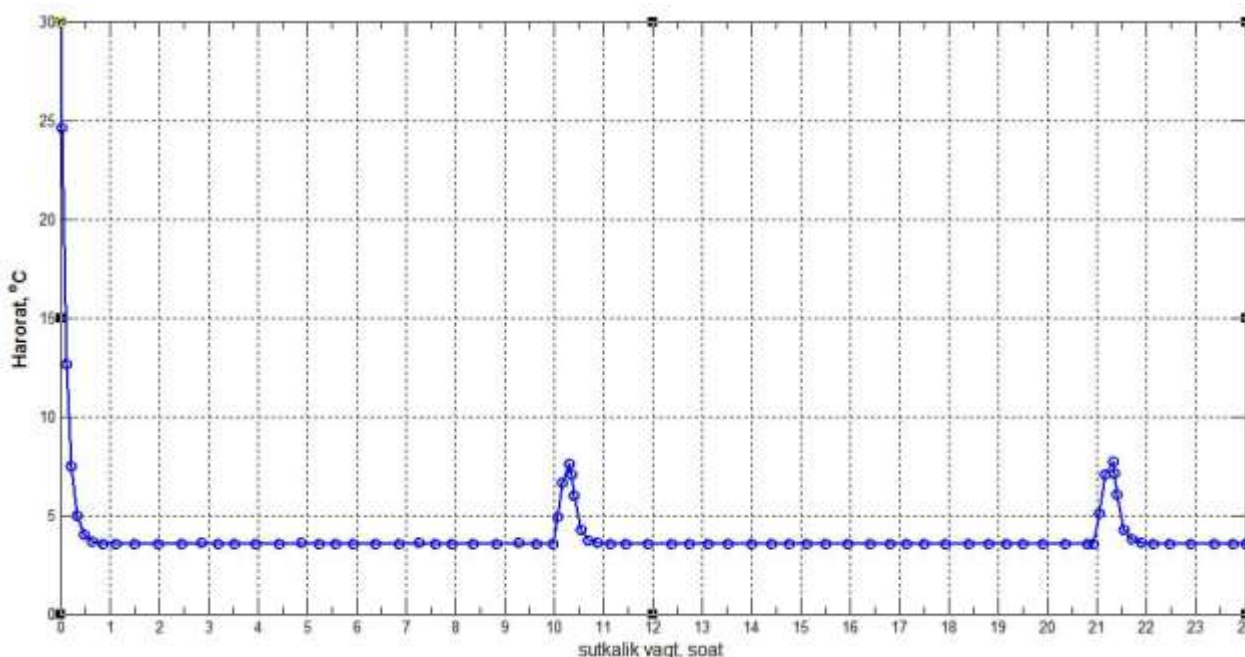


Рис. 3. Изменение температуры внутреннего воздуха в холодильной камере.

Выводы.

Предложена комбинированная сушилка-холодильник с тепловым насосом для охлаждения и хранения сельхозпродуктов в климатических условиях Республики Узбекистан и приведена математическая модель холодильной камеры на основе теплового баланса холодильной камеры.

Список литературы

- [1]. Kolthoum M., Slimane G., Nader F., Abdelhamid K., Mohammed E.G. Modelling and simulation of a cold storage room driven by a continuous adsorption refrigerator. MATEC Web of Conferences 330, 01024, 2020. <https://doi.org/10.1051/mateconf/202033001024>.
- [2]. Mudgal S., Tinetti B., Bain J., Cervantes R., Prado T. A. Preparatory study for Eco-design requirements for EuPs Lot 1. Task 2: Economic and market analysis. Paris, France: BIO Intelligence Service S.A.S. 2011.
- [3]. Duiven J.E., Binard P. Refrigerated storage: New developments. In Bulletin of the IIR No. 2002-2. 2002.
- [4]. Bosma J. Inventory study of the energy conservation potential in cold storage insulations in the Netherlands. In Proc. 19th international congress of refrigeration, vol. II, 1995. – p. 382-391.
- [5]. Singh R.P. Benchmarking study of the refrigerated warehousing sector in California Public Interest Energy Research Program. California: California Energy Commission. 2006.
- [6]. Werner S.R., Vaino F., Merts I., Cleland D.J. Energy use in the New Zealand cold storage industry. In IIR-IRHACE Conference. 2006.

УДК 697.973:662.99

ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИ БИНОЛАРИНИ ҚУЁШ ЭНЕРГИЯСИ ВА БУГЛАНМА СОВИТИШДАН ФОЙДАЛАНИБ ТАБИИЙ СОВИТИШ

Н.О. Усмонов, С.К. Ярашов

Тошкент давлат техника университети, e-mail: nizomiddin1981@mail.ru

(Қабул қилинди 8.01.2024 й.)

Ушбу мақолада қуёшли уйни пассив совитиши ва табиий шамоллатишида қуёш мўриси ва бугланма совитишидан иборат тизим ёрдамида яхшилаш учун кам энергия истеъмол қиладиган усул таклиф қилинган. Тизим қобилияти одамларни иссиқлик эҳтиёжларини қондириши ва асосий

геометрик кўрсаткичларни тизим унумдорлигига таъсири ўрганилди. Тизим унумдорлиги таъсири ҳаво ҳароратига боғлиқлиги ва иссиқлик қулайлиги мезонларини ҳисобга олган ҳолда самарадорлик билан ишлатиш шароитларини аниқлаш баён этилди. Масса ва энергия сақланиш тенгламаларига асосланган иссиқлик ва масса алмашилиш хусусиятларини аниқлаш учун ишлаб чиқилган тизимнинг математик модели итерацион усулда ечилган. Таклиф этилаётган тизим ёрдамида иссиқ ва қуруқ иқлим шароитида турар-жой биносидаги қулайликни таъминлаш учун муваффақиятли қўллаш мумкинлиги аниқланди.

Калит сўзлар: буғланма совитиш, қуёш мўриси, иссиқ ва қуруқ иқлим, шамоллатиш, нисбий намлик, атрофдаги муҳит, ҳавони мўътадиллаш тизими, шинамлик

В этой статье предлагается низкоэнергетический метод улучшения пассивного охлаждения и естественной вентиляции солнечного дома с использованием солнечного дымохода и системы испарительного охлаждения. Изучена способность системы обеспечивать тепловые потребности людей и влияние основных геометрических параметров на производительность системы. Описана зависимость производительности системы от температуры наружного воздуха и определение условий эффективного использования с учетом критериев теплового комфорта. Разработанная математическая модель системы определения характеристик теплообмена на основе уравнений сохранения массы и энергии решалась итерационным способом. Определено, что предложенная система может быть успешно использована для обеспечения комфорта в жилом доме в условиях жаркого и сухого климата.

Ключевые слова: испарительное охладитель, солнечная вытяжная труба, жаркий и сухой климат, вентиляция, относительная влажность, окружающая среда, комфорт

This paper proposes a low-energy method to improve the passive cooling and natural ventilation of a solar home using a solar chimney and evaporative cooling system. The ability of the system to meet the thermal needs of people and the influence of the main geometric parameters on the performance of the system have been studied. The dependence of system performance on outside air temperature and the determination of conditions for effective use taking into account thermal comfort criteria are described. The developed mathematical model of the system for determining the characteristics of heat and mass transfer based on the equations of conservation of mass and energy was solved iteratively. It has been established that the proposed system can be successfully used to provide comfort in a residential building in hot and dry climates.

Key words: evaporative cooler, solar chimney, hot and dry climate, ventilation, relative humidity, environment, comfort zone.

Кириш

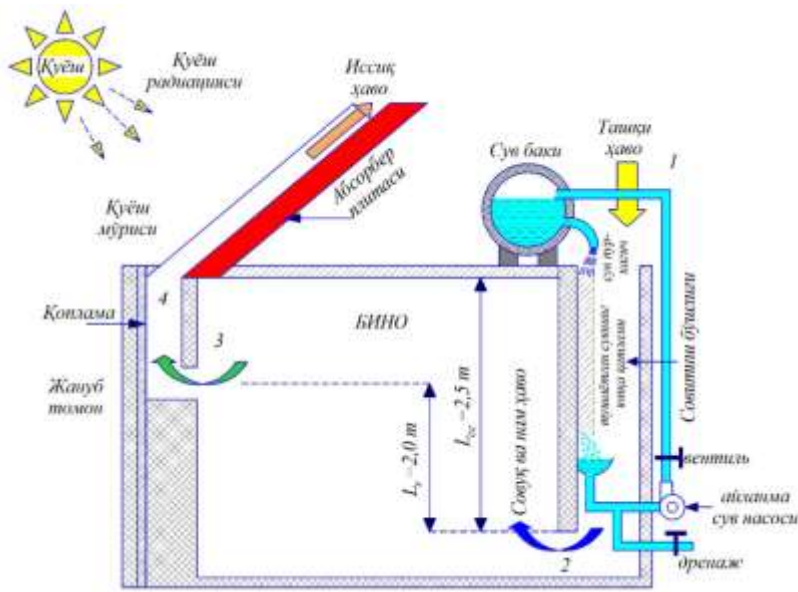
Ташқи ҳаво ҳарорати юқори даражада бўлганда бинони яхши шароитда таъминлаш муаммо бўлиб қолмоқда. Бинони совитишнинг энг самарали усули иссиқ ҳавони киритмаслик ва исиб кетишини олдини олишдир. Қуёш энергияси бинодаги иссиқликнинг асосий манбаи том, деворлар, деразалар орқали сўрилган, шунингдек, маиший техника ва ҳаво сирқиб киришлари натижасида ҳосил бўлган иссиқликдир. Иссиқлик тўпланиб қолишининг олдини олиш учун бир қанча ўзига хос усуллар мавжуд бўлишига қарамадан, бу стратегияларни барчасини қабул қилиш имконсиз ва етарли бўлмаслиги мумкин. Ҳаво кондиционерлари бироз енгиллик олиб келади. Бироқ, унинг дастлабки харажатлари, шунингдек, электр энергиясини истеъмол қилиш билан боғлиқ харажатлар уни сотиб олиш учун қиммат технологияга айлантиради. Бундан ташқари, анъанавий кондиционерлар хлор бирикмаларидан ташкил топган совиткичлардан фойдаланадилар, бу эса афсуски, озон қатламнинг емирилишига ва глобал иссиқликка ҳисса қўшади. Шуниси эътиборга лойиқки, инсоният иссиқхона газларини ишлаб чиқариши, айниқса CO_2 , глобал иқлимни ўзгартиради. Статистик маълумотлар шуни кўрсатадики, ривожланган мамлакатларда CO_2 чиқинди газларининг деярли 50% и биноларда истеъмол қиладиган энергия билан боғлиқ. Шундай қилиб, сезиларли даражада кам энергия истеъмоли нуқтаи назаридан яхши бошқариладиган

ва энергия тежайдиган шамоллатиш тизимлари ҳамда CO_2 мавжуд бўлган чиқиндиларни камайтириш ҳисобланади.

Ушбу тадқиқот шамоллатиш тизимларида кам энергия истеъмол қилувчи пассив технологияни тақдим этишга ва биноларда истиқомат қилувчиларнинг иссиқлик эҳтиёжларини таъминлаш учун ҳаракат қилинган. Бу ерда, бир вақтнинг ўзида қуёш энергияси ва буғланма совитиш технологияси қўлланилади. Ҳозиргача салқин ҳаво ишлаб чиқариш учун табиий шамоллатиш ва буғланишли совитишдан фойдаланиш бўйича кўплаб тадқиқотлар ўтказилди. Биринчи навбатда, шамол минораси ичидаги шамолни ушлаб туриб, кейин уни намланган ўтказгич деворлар орқали ўтказишни таклиф қилди. [1,2] томдаги буғланишли совитиш технологиясидан фойдаланадиган пассив совитиш тизимининг ишлаш хусусиятларини ўрганди, ҳамда бу усул хонадаги ҳаво ҳароратини сезиларли даражада камайтирадиган самарали техника деган хулосага келишди. Муаллифлар пассив совитишни таъминлаш учун алоҳида блоклар балконлари билан боғланган оддий сувли каскад орқали паст қаватли биноларда совитишни бошқа усулини тақдим этдилар [3]. Ушбу тизим тушаётган сув қатлами устидан ҳавони ўтказиш ҳисобига атроф муҳит ҳароратини пасайтириш учун буғланма совитиш усулидан фойдаланилади [4]. Тизимнинг яхши ишлашига эришиш учун шамол билан совитиладиган бўшлиқ (камера) билан бирлаштирилган томдаги қуёш мўрасини аналитик тарзда тадқиқот ўтказди [5]. Ёзги совитиш тизими учун иккита пассив моделни таърифлади. Биринчи модел иккита қуёш мўрасидан иборат: бири бинодаги ҳавони шамоллатиш учун томга ўрнатилган, иккинчиси эса ёзда буғланма совитгич вазифасини бажариш учун бино ёнида ерга жойлаштирилган. Иккинчи модел жанубий деворга ўрнатилган коллектордан ва томдаги ҳаво ўтиш йўлагидан иборат, бунда ҳаво буғланма совитиш камерасида совийди. Натижалар шуни кўрсатадики, иккинчи моделнинг иссиқлик кўрсаткичлари биринчисига қараганда яхшироқ. Муаллифлар ташқи ҳаво ўтадиган бўшлиқнинг намланган қуйи сиртига эга шамоллатиладиган томдан иборат пассив тизимни ўргандилар [6]. Улар мўри орқали буғланма совитиш жараёнини рақамли моделлаштириш йўли билан тизимнинг иссиқлик тавсифларини ўргандилар. Муаллиф қуёш мўраси ва адсорбцион совитиш тизимидан фойдаланиб, нам иқлим учун янги пассив совитиш тизимини жорий қилди [7]. Унинг ишлаши математик модель асосида текширилди. Тизим шамоллатиш даражасини оширади ва хона намлигини оширмасдан совитишни таъминлайди. Муаллифлар синов равишда иссиқ ва нам иқлим шароитида томга ўрнатилган қуёш мўраси ва сув пуркаш тизимидан иборат пассив совитиш тизимини тадқиқ қилишди [8]. Улар тизим атроф муҳит ҳарорати юқори бўлганда ҳам яхши ишлашини маълум қилишди. Тегишли адабиётларни таҳлили шуни кўрсатадики, табиий шамоллатиш ва бино ичидаги ҳароратни пасайтиришни таъминлайдиган уйғунлашган қуёш мўраси ва буғланма совитгич тўлиқ ўрганилмаган. Ушбу шамоллатиш тизимини афзаллиги шундаки, у атроф муҳит учун хавфсиз ҳамда энергияни тежайди.

1-расмда икки қисмдан ташкил топган тизим кўрсатилган, яъни қуёш мўраси ва совитувчи бўшлиқ. Қуёш мўраси жанубга йўналтирилган шишали сирт бўлиб, бу ерда қуёш нурларини ютувчи девор орқали ўтади ҳамда нур ютувчи сирт вазифасини бажаради. Айланма сув деворни юқори қисмидаги совитиш бўшлиғига пуркалади, сув бу ерда ҳаво канали деворлари сирти бўйлаб юпқа қатлам сифатида оқиб тушади. Ҳаво юпқа қатламда пуркалаётган сувнинг ўртача ҳароратига тенг. Бўлим ҳудудидаги сув буғининг парциал босими ҳаво босимидан катта бўлганлиги сабабли, сув ҳавога буғланганда масса ўтиш содир бўлади. Бу яширин иссиқлик алмашинуви ва сув буғланиши билан боғлиқ. Шу билан бирга, конвектив иссиқлик алмашинуви сув сирти ва ҳаво ўртасидаги ҳароратлар фарқи туфайли содир бўлади. Совиб тушаётган сув буғланиш жараёни тугаганидан сўнг буғланма бўшлиқ тубида жойлашган резервуарда йиғилади. Бу айланма сув насос ёрдамида яна пуркагичга қайтарилади. Сув бир неча айланиш даврларидан сўнг, ниҳоят, табиий равишда ҳавонинг адиабатик тўйинганлик ҳароратига етади. Шундай қилиб, биз уни тўғридан-тўғри буғланишли пассив совитиш тизими деб аташимиз мумкин.

Тизим куйидагича ишлайди: қуёш энергияси хонадаги ҳавони мўри орқали қиздиради ва

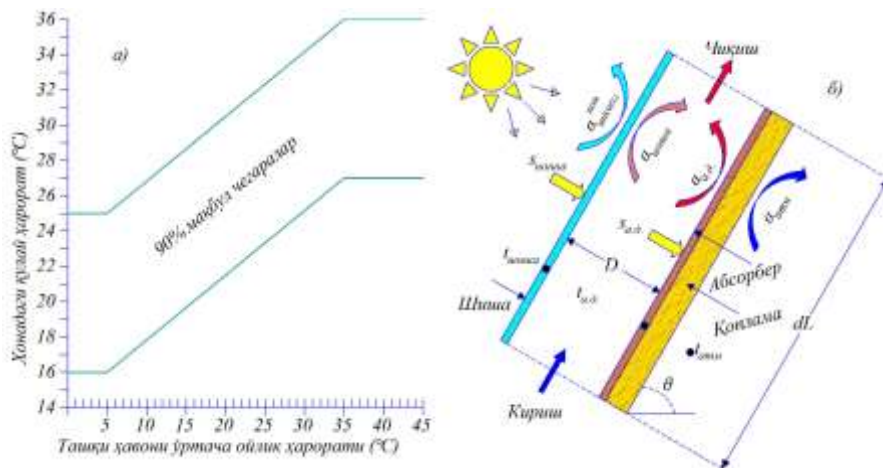


1-рasm. Уйғунлашган куёш мўриси ва совитувчи бўшлиқ схемаси.

иш турар-жой ҳудудида қулайлик тизимини таъминлаш қобилиятини ўрганишга қаратилган. Шу сабабли, табиий шамоллатиладиган биноларда қулайликни таъминлаш учун мўлжалланган Мослаштирилган қулайлик стандарти (МҚС) бўйича текширилди, тизим бинодан олинган маълумотлар асосида моделлаштирилди ва ечилди. МҚСда [6÷9] келтирилган маълумотлар асосида тузилган ва 2-а расмда кўрсатилган. рухсат этилган ички ҳаво ҳарорати фақат ташқи ҳаво ҳарорати 0–40 °C оралиғида бўлганда белгилайди ва тегишли шамоллатиш тезлигини тавсия этмайди. Бироқ, ифлослантирувчи моддаларнинг мумкин бўлган концентрациясини камайтириш ва қулайлик шароитларини таъминлаш учун шамоллатиш тезлиги соатига тахминан 3 марта ҳаво алмашинуви билан ўрнатилади.

Моделлаштириш

Тизимни моделлаштириш иккита ўзига хос моделларни ўз ичига олади: куёш мўриси ва буғланма совитиш бўшлиғи 2-б ва 3-а расмда келтирилган.



2-расм. Табиий шамоллатиладиган бинолар учун мослаштирилган стандарт (2-а) ва уёш мўрасида иссиқлик алмашилиш схемаси (2-б.).

ва улар орасидаги ҳаво учун энергия мувозанатини ўз ичига олади. Ҳаво оқими тезлигини ҳисоблаш учун энергетик мувозанат тенгламаларини ёзиш ва $t_{\text{шинша}}$, $t_{\text{аб.дев.}}$, $t_{\text{ҳаво}}$ лар учун математик ечимларни излашга олиб келинди. Мўрини моделлаштириш Онг моделига мувофиқ амалга оширилди. Бино ичидаги қулайлик шароитлари хонадаги ҳаво ҳароратига

иссиқ ҳаво мўрида тортувчи куч ҳосил қилади. Ушбу тортувчи куч бутун тизимда ҳавони маромлашга олиб келади: куёш мўриси, бино ва совитувчи бўшлиқ (камера). Мўри эффекти — ҳавони совитиш бўшлиғидаги намланган сиртлар орқали тортишидир. Бу ҳаводан иссиқликни олиб ташлайди ва хонага совитилган таъминот ҳавосини киритади. Шундай қилиб, кундузги вақтда совитиш ва шамоллатиш куёш энергияси билан таъминланади.

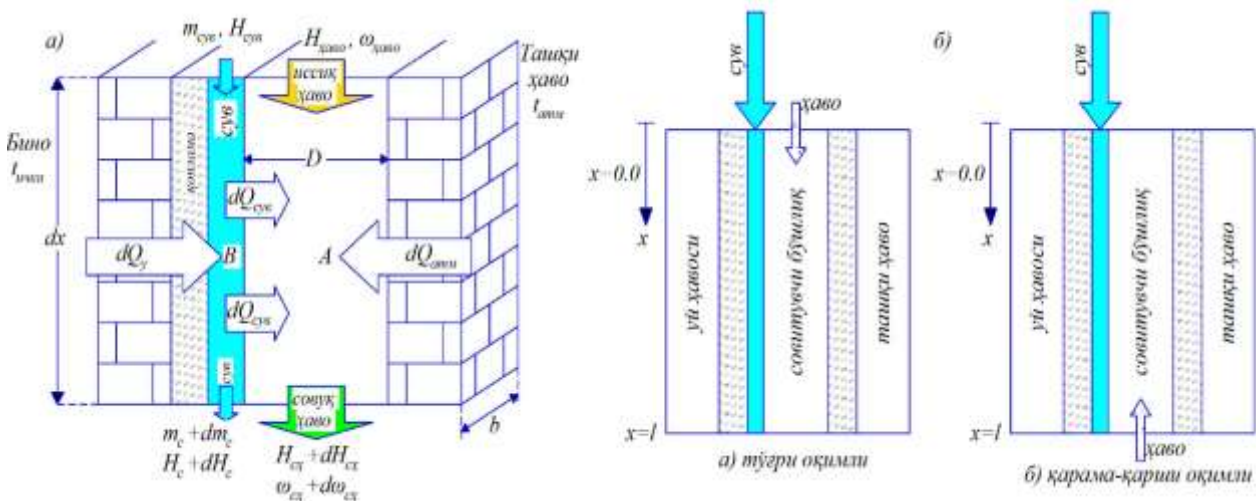
Ушбу таклиф этилаётган

Тақлиф этилаётган
куёшли уйнинг
шамоллатиш тезлигини
баҳолаш учун маълум
бир конструкция ва иш
шароитида ишлатиш
мумкин бўлган ҳаво
оқими тезлигини
аниқлаш муҳимдир.
Шундай қилиб, мўридан
чиқаётган ҳавонинг
умумий энергия
мувозанатини кўриб
чиқамиз. Бу шиша
қопламали девор,
сингдирувчи қора девор

боғлиқ. Совитиш бўшлиғидан чикувчи ҳавонинг ўртача ҳарорати ва хонадаги ҳаво ҳарорати учун соддалаштирилган барқарор модель ишлаб чиқилган. Совитиш бўшлиғини моделлаштиришда сув қатламидан ҳаво оқимиға иссиқлик ва масса алмашинуви ҳамда умумий энергия мувозанат тенгламалари ҳисобга олинади.

Баъзи фаразлар математик моделни ечиш имконини беради деб тахмин қилинади. Асосий тахминлар қуйидагича умумлаштирилади:

1. Хонадаги ҳаво бир хил ҳароратга эга бўлиши.
2. Ҳаво хона ҳароратида мўрига кириши.
3. Фақат чиқиб кетувчи ҳаво қуввати ҳисобга олинади, шамол таъсирида табиий шамоллатиш ҳисобга олинмайди.
4. Каналлардаги оқимлар, гидродинамик ва иссиқлик жиҳатдан тўлиқ ривожланган.
5. Шишали қоплама инфрақизил нурланиш учун шаффоф эмас.
6. Шиша ва деворнинг иссиқлик сиғимлари аҳамиятсиз.
7. Каналдаги ҳаво оқими радиациядан ҳоли муҳит ҳисобланади.
8. Барча иссиқлик ва физик хусусиятлар ўртача ҳароратда баҳоланади.
9. Сув қатламининг иссиқлик қаршилиғи аҳамиятсиз.
10. Сув пуркашда уни энтальпияси аҳамиятсиз.
11. Ҳаво энтальпияси фақат нам термометр бўйича ҳароратини чизикли функцияси сифатида ифодаланади.
12. Иссиқлик ва масса алмашинувини боғловчи Льюис сони 1,0 га тенг.
13. Тизим барқарор ҳолатда бўлади.



3-расм. Совитиш бўшлиғида иссиқлик ва масса алмашинуви схемаси (3-а) ҳамда чегаравий шартлари (3-б).

Қуёш мўриси математик модели. Моделлаштирилган қуёш мўриси элементлари 2б расмда кўрсатилган. Энергияни сақланиш қонунига асосланиб, қуёш мўриси узунлиғи бўйича дифференциал тенгламалар тизими олинади. Шишали қоплама учун энергия мувозанат тенгламаси қуйидаги кўринишда:

$$S_{ш} A_{ш} + \alpha_{ад.-ш}^{нур} A_{ад.} \cdot (t_{ад.} - t_{ш}) = \alpha_{ш}^{нур} A_{ш} \cdot (t_{ш} - t_{кр\kappa o}) + k_{ш-т\kappa} A_{ш} \cdot (t_{ш} - t_{кр\kappa o}) \quad (1)$$

Шиша қопламасидан атроф-муҳитга умумий иссиқлик узатиш коэффиценти қуйидагича ёзиш мумкин:

$$k_{ш-т\kappa} = \alpha_{шамол} + \alpha_{ш-о}^{нур} + \alpha_{ш-т\kappa} \quad (2)$$

Конвектив иссиқлик бериш коэффиценти шамолни ҳисобга олиб, қуйидаги формуладан аниқланади [8÷11]:

$$\alpha_{шамол} = 2.8 + 3 \cdot \vartheta_{шамол} \quad (3)$$

Шишали қоплама томонидан сўрилган қуёш радиациясининг иссиқлик оқими қуйидагича аниқланади:

$$S_{ш} = \psi_g \cdot I \quad (4)$$

Атроф-муҳит ҳароратини ҳисобга олган ҳолда шишани ташқи сиртидан осмонга радиацион иссиқлик ўтказиш коэффиценти [10] олинади:

$$\alpha_{ш-о}^{нур} = \frac{\sigma \cdot \varepsilon_{ш} \cdot (t_{ш} + t_{ос}) \cdot (t_{ш}^2 + t_{ос}^2) \cdot (t_{ш} - t_{ос})}{t_{ш} - t_{тх}} \quad (5)$$

бу ерда осмон ҳарорати $t_{осмон} = 0,0552 \cdot t_{ташқараво}^{1,5}$ [11].

Абсорбер пластинка ва шишали қоплама орасидаги радиацион иссиқлик бериш коэффиценти [8÷10] келтирилган:

$$\alpha_{ад-ш} = \frac{\sigma \cdot (t_{ш} + t_{ад}) \cdot (t_{ш}^2 + t_{ад}^2)}{\frac{1}{\varepsilon_{ш}} + \frac{1}{\varepsilon_{ад}} - 1} \quad (6)$$

Қуёш мўрисида шишали қоплама ва ҳаво оқими орасидаги конвектив иссиқлик бериш коэффиценти:

$$\alpha_{ш} = Nu_{ш} \cdot \frac{\lambda_{қрққо}}{l_{ш}} \quad (7)$$

бу ерда Нуссельт сони $Nu_{ш} = 0,6 \cdot (Gr_{ш} \cdot \cos\theta \cdot Pr_{қрққо})^{0,2}$ бўйича аниқланади, Грасгоф сони

$Gr_{ш} = \frac{g \cdot \beta \cdot S_{ш} \cdot l_{ш}^4}{\lambda_{қрққо} \cdot \nu_{қрққо}^2}$ дан топилади [9, 12]. Мўридаги қия абсорбер девори ва ҳаво оқими

ўртасидаги конвектив иссиқлик бериш коэффиценти қуйидаги формула билан аниқланади:

$$\alpha_{ад} = Nu_{ад} \cdot \frac{\lambda_{қрққо}}{l_{сг}} \quad (8)$$

Ўртача сиртнинг барча қийматлари – ҳаво ҳарорати орқали баҳоланади. Мўрида ҳаво оқимининг энергия мувозанат тенгламаси қуйидаги кўринишга эга:

$$\alpha_{ад} \cdot A_{ад} \cdot (t_{ад} - t_{қрққо}) + \alpha_{ш} \cdot A_{ш} \cdot (t_{ш} - t_{қрққо}) = - \frac{m \cdot C_{қрққо} \cdot (t_{қрққо} - t_{бино})}{\gamma} \quad (9)$$

Ночизикли шаклга эга бўлган ўртача ҳаво ҳарорати синов тарзда аниқланган [9, 10]:

$$t_{қрққо} = \gamma \cdot t_{қрққо}^{чик} + (1 - \gamma) \cdot t_{қрққо}^{кир} \quad (10)$$

бу ерда γ ўзгармас катталиқ, 0,74 га тенг деб қабул қилинган. Ютувчи пластина (абсорбер) учун энергиянинг мувозанат тенгламаси қуйидагича ёзилади.

$$S_{ад} \cdot A_{ад} = \alpha_{ад} \cdot A_{ад} \cdot (t_{ад} - t_{қрққо}) + \alpha_{ад-ш}^{нур} \cdot A_{ад} \cdot (t_{ад} - t_{ш}) + k_{ад-ш} \cdot A_{ад} \cdot (t_{ад} - t_{тх}) \quad (11)$$

Абсорбер деворининг орқа қисмидан атроф-муҳитга умумий иссиқлик узатиш коэффиценти ($k_{ад-тх}$) қуйидагича ифодаланади:

$$k_{ад-тх} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{тх}} + \frac{\delta_{қоп}}{\lambda_{қоп}}} \quad (12)$$

Юқоридаги тенгламада $\alpha_{тх} = 2,8 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$ деб қабул қилинган [11].

Бугланма совитиш бўшлиғи математик модели. Энергия ва масса сақланиш қонунларига асосланиб, 3-а расмда кўрсатилганидек, совитиш бўшлиғи узунлиги бўйича бир қатор дифференциал тенгламалар тизими кўриб чиқилади.

Сув қатламидан ҳаво оқимида конвектив иссиқлик бериш қуйидагича ифода билан аниқланади:

$$dQ_{сув} = \alpha_{сқққ} \cdot f \cdot (t_{сув} - t_{сқққ}) \cdot dA \quad (13)$$

бу ерда $dA = b \cdot dx$, φ – пластинанинг намлиниш даражасини англатади. $\alpha_{сқққ}$ – корреляция ёрдамида параллел пластиналар орасидаги оқим учун ҳисобланган иссиқлик бериш коэффиценти сифатида топилади [2, 7, 9, 13]. Ушбу тадқиқотда қуйидаги муносабатлар қабул қилинган:

$$\alpha_{сқққ} = 57 \cdot (\vartheta_{сқққ})^{0,7} \quad (14)$$

Хона ҳавосидан сув қатламига иссиқлик узатиш қуйидагича амалга оширилади:

$$dQ_{бино} = k_{бино-сув} \cdot (t_{бино} - t_{сув}) \cdot dA \quad (15)$$

Атроф-муҳитдан ҳаво оқимида иссиқлик узатиш қуйидагича амалга оширилади:

$$dQ_{тх} = k_{тх-сқққ} \cdot (t_{тх} - t_{сқққ}) \cdot dA \quad (16)$$

Хонадан сув қатламига ва атроф-муҳитдан ҳаво оқимиға умумий иссиқлик узатиш коэффициентни қуйидаги формулалар билан аниқланади:

$$k_{\text{бино-сув}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{бино}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{сув}}} + \frac{\delta_{\text{дев}}}{\lambda_{\text{дев}}} + \frac{\delta_{\text{коп}}}{\lambda_{\text{коп}}}} \quad (17.a)$$

$$k_{\text{тх-скхр}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{тх}}} + \frac{\delta_{\text{дев}}}{\lambda_{\text{дев}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{скхр}}}} \quad (17.b)$$

Сув ламинар режимда вертикал сирт бўйлаб барқарор ва тўлиқ ривожланган. Икки ўлчовли сув оқими томонидан ҳавоға иссиқлик бериш коэффициентни қуйидагича ифодалаш мумкин [4, 5, 14, 15]:

$$\alpha_{\text{сув}} = \frac{\lambda_{\text{сув}}}{\delta_{\text{сув}}} \quad (18.a)$$

бу ерда:

$$\delta_{\text{сув}} = \left(\frac{3 \vartheta_{\text{сув}}^2}{4g} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot (Re_{\text{сув}})^{\frac{1}{3}} \quad (18.b)$$

$$Re_{\text{сув}} = \frac{m_{\text{сув}}}{l \cdot \mu_{\text{сув}}} \quad (18.c)$$

$$\vartheta_{\text{сув}} = 1,5 \cdot \left(\frac{v_{\text{сув}} \cdot g}{48} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot (Re_{\text{сув}})^{\frac{2}{3}} \quad (18.c)$$

Сувнинг буғланиши (яширин иссиқлик бериш) туфайли иссиқлик алмашинуви қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$dQ_{\text{яш}} = dm_{\text{сув}} \cdot H_{p,\text{сув}} \quad (19)$$

Сув буғининг солиштирма энтальпияси ҳароратга боғлиқ, $H = f(t)$ [8÷15]:

$$H_{p,\text{сув}} = C_{pv} \cdot t_{\text{сув}} + r_{\text{яш.исс}} \quad (20)$$

Ҳаво оқимида буғланаётган сувнинг массавий сарфи ($dm_{\text{сув}}$) қуйидагича ифодаланади:

$$dm_{\text{сув}} = \alpha_{\text{буғ}} \cdot f \cdot (\omega_{\text{скхр}}(t_{\text{сув}}) - \omega_{\text{скхр}}) \cdot dA \quad (21)$$

$$m_{\text{скхр}} \cdot d\omega_{\text{скхр}} = dm_{\text{сув}} \quad (22)$$

Ҳаво ҳажмий сарфини (a) назорат қилиш, ҳамда 3-а расмда кўрсатилганидек тўғри ва қарама-қарши оқимли конфигурациялар (3-б расм) учун умумий энергия мувозанат тенгламаси:

$$m_{\text{скхр}} \cdot (C_p \cdot t_{\text{скхр}} + \omega_{\text{скхр}} \cdot H_{\text{скхр}}) + dQ_{\text{сув}} + dQ_{\text{яш.исс}} + dQ_{\text{тх}} = m_{\text{скхр}} \cdot (C_p \cdot (t_{\text{скхр}} + dt_{\text{скхр}}) + (\omega_{\text{скхр}} + d\omega_{\text{скхр}}) \cdot (H_{\text{скхр}} + dH_{\text{скхр}})) \quad (23)$$

3-а расмда кўрсатилганидек, ҳаво ҳажмий сарфини (b) назорат қилиш учун энергия мувозанат тенгламаси:

$$m_{\text{скхр}} \cdot dH_{\text{скхр}} + dQ_{\text{бино}} = m_{\text{сув}} \cdot dH_{\text{сув}} + H_{\text{сув}} \cdot dm_{\text{сув}} \quad (24)$$

Нам ҳаво энтальпияси қуруқ ҳаво ва сув буғи энтальпиялари йиғиндисига тенг бўлиб, уни қуйидагича ифодалаш мумкин [15]:

$$H_{\text{ҳо}} = C_p \cdot t_{\text{ҳо}} + \omega_{\text{ҳо}} \cdot (C_{pv} \cdot t_{\text{бкхр}} + r_{\text{яш.исс}}) \quad (25)$$

Сув энтальпиясини топиш формуласи [14]:

$$H_{\text{сув}} = C_{p,\text{сув}} \cdot t_{\text{сув}} \quad (26)$$

(13), (15), (16), (19) тенгламаларни (21)–(24) тенгламаларга қўйиб, натижада қуйидаги оддий дифференциал тенгламани оламир:

$$\frac{d\omega_{\text{скхр}}}{dx} = - \frac{\beta_{\text{буғ}} f b \cdot (\omega_{\text{скхр}}(t_{\text{сув}}) - \omega_{\text{скхр}})}{m_{\text{бкхр}}} \quad (27)$$

$$\frac{dt_{\text{скхр}}}{dx} = \frac{b \alpha_{\text{скхр}} f \cdot (t_{\text{сув}} - t_{\text{скхр}})}{m_{\text{скхр}} C_p} + \frac{H_{\text{скхр}}(t_{\text{сув}}) - H_{\text{скхр}}}{C_p} \cdot \frac{d\omega_{\text{скхр}}}{dx} + \frac{b k_{\text{тх-скхр}} (t_{\text{тх}} - t_{\text{скхр}})}{m_{\text{скхр}} C_p} \quad (28)$$

$$\frac{dt_{\text{сув}}}{dx} = \frac{m_{\text{скхо}} \frac{dH_{\text{скхо}}}{dx} + b \cdot (k_{\text{б-сув}} \cdot f \cdot (t_{\text{б}} - t_{\text{с}}) - m_{\text{скхо}} c_{p,\text{с}} t_{\text{сув}} \frac{d\omega_{\text{скхо}}}{dx})}{m_{\text{w}} \cdot c_{p,\text{сув}}} \quad (29)$$

Тўғри оқимли конфигурацияда (21)–(24) тенгламаларни ечиш учун талаб қилинадиган чегаравий шартлар қуйидагилар:

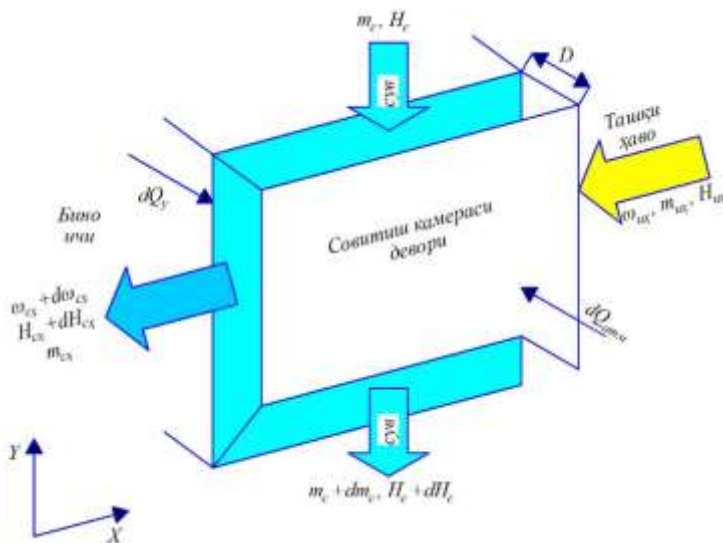
$$t_{\text{скхо}}(0.0) = t_{\text{тх}}, \quad t_{\text{сув}}(l) = t_{\text{сув}}(0.0) \quad (30.a)$$

$$\varphi_{\text{скхо}}(0.0) = \varphi_{\alpha} \quad (30.b)$$

Ва қарама-қарши оқим учун:

$$t_{\text{бскхо}}(l) = t_{\text{тх}}, \quad t_{\text{сув}}(l) = t_{\text{сув}}(0.0) \quad (31.a)$$

$$\varphi_{\text{скхо}}(l) = \varphi_{\text{тх}} \quad (31.b)$$



4-рasm. Кўндаланг совитувчи бўшлиқда иссиқлик ва масса алмашинув схемаси.

Тизимда тўғри ва қарама-қарши конфигурациялардан фойдаланишда бир қанча чекловлар пайдо бўлиши мумкин. Бундай ҳолда, кўндаланг оқимли конфигурациядан фойдаланиш мумкин. Бу ҳолат олдинги конфигурацияларга жуда ўхшайди, бироқ ҳаво оқими йўналиши сув оқими йўналишига перпендикуляр. Ушбу турни моделлаштириш учун чексиз кичик элементлар 4-рasmда кўрсатилган.

Энергия мувозанат тенгламаларини ёйиш орқали дифференциал тенгламалар тизими қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$\frac{dt_{\text{скхо}}}{dx} = \frac{H_{\text{скхо}}(t_{\text{сув}}) - H_{\text{скхо}}}{c_p} \frac{d\omega_{\text{скхо}}}{dx} + \frac{\alpha_{\text{скхо}} f \cdot (t_{\text{сув}} - t_{\text{скхо}})}{m_{\text{бскхо}} c_p} dy + \frac{k_{\text{тх-скхо}} (t_{\text{тх}} - t_{\text{скхо}})}{m_{\text{бскхо}} c_p} dy \quad (32)$$

$$\frac{dt_{\text{сув}}}{dy} = \frac{k_{\text{б-с}} f \cdot (t_{\text{б}} - t_{\text{с}}) dx + m_{\text{скхо}} c_p \frac{dt_{\text{скхо}}}{dy} - m_{\text{скхо}} c_{p,\text{сув}} t_{\text{сув}} \frac{d\omega_{\text{скхо}}}{dy}}{m_{\text{сув}} c_{p,\text{сув}}} \quad (33)$$

$$\frac{d\omega_{\text{скхо}}}{dx} = - \frac{\beta_{\text{сув}} f \cdot (\omega_{\text{скхо}}(t_{\text{сув}}) - \omega_{\text{скхо}})}{m_{\text{скхо}}} dy \quad (34)$$

(32)–(34) дифференциал тенгламалар кўндаланг оқимли совитиш бўшлиғининг ишлашини тавсифлайди. Кўндаланг оқимли конфигурациялар учун чегаравий шартлар:

$$t_{\text{скхо}}(l, y) = t_{\text{тх}}, \quad t_{\text{сув}}(x, 0.0) = t_{\text{сув}}(x, l) \quad (35.a)$$

$$\varphi_{\text{скхо}}(l, y) = \varphi_{\text{тх}} \quad (35.b)$$

Тўртта номаълум ўзгарувчиларни ($\omega_{\text{скхо}}$, $t_{\text{скхо}}$, $t_{\text{сув}}$ ва $t_{\text{бино}}$) ўз ичига олган учта тенглама мавжуд бўлиб, улар буғланма совитиш бўшлиғидаги иссиқлик ва масса алмашинув жараёнини тавсифлайди. Тенгламалар тизимини ечиш учун итерацион усулдан фойдаланилади. Сув қатлами сиртининг ҳарорати ва бошқа кўрсаткичлар аниқланди. Кейин аниқланган $t_{\text{сув}}$ қиймати ҳисобланган қиймат билан таққосланди, ва жараён яқинлашувга эришгунга қадар такрорланди.

Шамоллатиш. Мўри эффектининг қулайлиги бино ичидаги ва ташқарисидаги ҳавонинг босимлар фарқи ҳисобига ҳаракатланишга олиб келади. Босимлар фарқи бино ичида ва ташқарисида ҳаво ҳарорати, намлиги ва зичликлари орасидаги фарқлар туфайли содир бўлади. Хона ҳароратини оширмасдан тутун қувури самарасини яратиш учун қуёш энергияси билан иситиладиган мўридан фойдаланиш мумкин. Қуёшли уй орқали ҳаво

оқимини ҳаракатлантирувчи куч совитиш бўшлиғига кирувчи ва қуёш мўрисида чикувчи босимлар фарқига боғлиқ. Қуёш мўрисидаги ҳаво ҳароратини ошиши сабабли босимлар фарқи ҳисобига совитиш бўшлиғи орқали совитилган ва нам ҳавони тортиб олади. Суюқлик оқими туфайли каналлар бўйлаб ишқаланишдаги йўқотишлар оқиб турган суюқликда сақланади. Агар оқим босимлар фарқи ҳисобига жами босимлар йўқотилишлари йиғиндисидан ошиб кетса, табиий шамоллатиш содир бўлади. Тизим Бернулли тенгламасига асосланган математик моделдан оқим сарфини баҳолаш учун фойдаланилади. Ҳаво тортувчи мўри босими қуйидаги формула [16] ёрдамида ҳисоблаш мумкин:

$$P_{\text{қм}} = (\rho_{\text{тхр}} - \rho_{\text{қмқо}}^{\text{чик}}) g L_{\text{қм}} \sin \theta - \left(\sum_{j=3}^5 c_{\text{инд}} + \xi_{\text{қм}} \frac{L_{\text{қм}}}{(d_{\text{гид}})_{\text{ск}}} \right) \cdot \frac{\rho_{\text{қмқо}} \vartheta_{\text{қмқо}}^2}{2} \quad (36)$$

бу ерда, 1-расмда кўрсатилган жойларда $c_{\text{инд}}$ босим йўқотиш коэффициенти.

(36) тенгламада биринчи йиғинди мўрида сўрувчи ҳавонинг назариясини ўз ичига олади, иккинчиси эса мўридаги босим йўқолишини англатади. Совитиш бўшлиғида босим йўқолиши қуйидагича ҳисобланади [16]:

$$\Delta P_{\text{ск}} = \left(\sum_{j=1}^2 c_{\text{инд}} + \xi_{\text{ск}} \frac{L_{\text{ск}}}{(d_{\text{гид}})_{\text{ск}}} \right) \frac{\rho_{\text{скқо}} \vartheta_{\text{скқо}}^2}{2} \quad (37)$$

бу ерда:

$$\xi = \frac{64}{Re} \text{ агар } Re < 2300 \quad (38.a)$$

$$\xi = (1,82 \cdot \log Re - 1,64)^{-2} \text{ агар } Re \geq 2300 \quad (38.b)$$

Қуёш мўрисининг кириш қисмидаги ҳаво ҳарорати хонадаги ҳаво ҳарорати билан бир хил деб тахмин қилинади. Шу билан бирга, қуёш мўриси одамлар томонидан ажралиб чиққан иссиқлик туфайли буғланма совитиш бўшлиғидан чиқадиған ҳаво ҳароратидан фарқ қилиши мумкин. Шундай қилиб, совитиш камераси ва хонадаги мўри эффекти қуйидагича ифодаланиши мумкин:

$$P_{\text{ск}} = (\rho_{\text{скқо}}^{\text{чик}} - \rho_{\text{тхр}}) \cdot g \cdot L_{\text{ск}} \quad (39)$$

$$P_{\text{бино}} = (\rho_{\text{бхр}} - \rho_{\text{скқо}}^{\text{чик}}) \cdot g \cdot L_{\text{бино}} \quad (40)$$

Совитиш тизими учун талаб этиладиган сўрувчи куч ($P_{\text{ск-бино}}$) камерадаги босимнинг йўқолиши, $P_{\text{ск}}$ ва $P_{\text{бино}}$ акс таъсир этувчи босимларни ўз ичига олади.

$$\Delta P_{\text{ск-бино}} = \Delta P_{\text{ск}} - P_{\text{ск}} - P_{\text{бино}} \quad (41)$$

Сўрувчи мўридаги босим совитиш тизимидаги босимлар фарқига тенг бўлса, оқим барқарорлашган ҳолатга эришади

$$\Delta P_{\text{ск-бино}} = \Delta P_{\text{қм}} \quad (42)$$

Агар ҳаво тирқишлардан сизиб чиқмаса, мўридан чиқувчи ҳаво миқдори буғланма совитиш бўшлиғига кирувчи ҳаво миқдorigа тенг:

$$m = \rho \cdot A \cdot \vartheta = \rho \cdot A \cdot \vartheta_{\text{БСК}} \quad (43)$$

(42) ва (43) тенгламалардан фойдаланиб, қуёш мўрисидаги ҳаво тезлигини қуйидагича олиш мумкин:

$$\vartheta_{\text{қмқо}} = \sqrt{\frac{\text{Сузувчанлик шартлари}}{\text{Ишқаланиш шартлари}}} \quad (44.a)$$

бу ерда, сузувчанлик – сув сиртида ҳаво оқими ҳаракати, ҳамда атроф-муҳитдан сўрилаётган ва қуёш мўрисида чикариб юборилаётган ҳаво оқими босимлари фарқидир.

$$\text{Суз. чег.} = 2 \left\{ (\rho_{\text{тхр}} - \rho_{\text{қмқо}}^{\text{чик}}) g L_{\text{қм}} \sin \theta + (\rho_{\text{скқо}}^{\text{чик}} - \rho_{\text{бхр}}) g L_{\text{бино}} - (\rho_{\text{скқо}}^{\text{чик}} - \rho_{\text{тхр}}) g L_{\text{ск}} \right\} \quad (44.b)$$

$$\begin{aligned} \text{Ишқ. чег.} = & \left(c_5 + \xi_{\text{қм}} \frac{L_{\text{қм}}}{(d_{\text{гид}})_{\text{қм}}} \right) \rho_{\text{қмқо}}^{\text{чик}} + c_4 \left(\frac{\rho_{\text{қмқо}}^{\text{чик}} A_{\text{қм}}^{\text{чик}}}{\rho_{\text{бино}} A_{\text{қм}}^{\text{чик}}} \right)^2 \rho_{fr} + c_3 \left(\frac{\rho_{\text{қмқо}}^{\text{чик}} A_{\text{қм}}^{\text{чик}}}{\rho_{\text{бино}} A_{\text{қм}}^{\text{қир}}} \right)^2 \rho_{fr} + \\ & c_2 \left(\frac{\rho_{\text{қмқо}}^{\text{чик}} A_{\text{қм}}^{\text{чик}}}{\rho_{\text{скқо}} A_{\text{ск}}} \right)^2 \rho_{\text{скқо}}^{\text{чик}} + c_1 \left(\frac{\rho_{\text{қмқо}}^{\text{чик}} A_{\text{қм}}^{\text{чик}}}{\rho_{\text{тхр}} A_{\text{ск}}} \right)^2 \rho_{\text{тхр}} \end{aligned} \quad (44.c)$$

Бир соатда ҳаво алмашинув (СХА) сони барқарор режимда ҳисобланади ва қуйидаги боғлиқлик билан аниқланади:

$$СХА = \frac{3600 \cdot m}{\rho_{\text{қмқс}} \cdot V_{\text{бино}}} \quad (45)$$

A – юза (м^2); C_p – иссиқлик сифими ($\frac{\text{кЖ}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$); H – энтальпия (кЖ); $\alpha_{\text{кон}}$ ва $\alpha_{\text{нур}}$ – конвектив ва нурий иссиқлик бериш коэффициентлари ($\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\cdot\text{К}}$); $\beta_{\text{буғ}}$ – масса бериш коэффициентлари ($\frac{\text{кг}}{\text{м}^2\cdot\text{с}}$); b, d, D, L – кенглиги, диаметр, баландлик, узунлик (м); t – ҳарорат ($^{\circ}\text{C}$); V – ҳажм (м^3); φ – нисбий намлик (%); ω – намлик миқдори ($\frac{\text{кг, сув}}{\text{кг, ҳаво}}$); Q – иссиқлик миқдори (кВт), μ ва ν – динамик ($\frac{\text{кг}}{\text{м}\cdot\text{с}}$) ва кинематик қовушқоқлик ($\frac{\text{м}^2}{\text{с}}$); I – қуёш радиацияси зичлиги ($\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$); λ – иссиқлик ўтказувчанлик ($\frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$); k – иссиқлик узатиш ($\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\cdot\text{К}}$); q – иссиқлик оқимининг зичлиги ($\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$); S – сиртда қуёш радиациясининг ютилиши ($\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$); ρ – ҳаво оқими зичлиги ($\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$); ϑ – ҳаво оқими тезлиги ($\frac{\text{м}}{\text{с}}$); m – ҳаво оқими сарфи ($\frac{\text{кг}}{\text{с}}$). m_x – ташқи ҳаво; $ад$ – абсорбер девори; $ск$ – совитиш камераси; $хо$ – ҳаво оқими; $яи$ – яширин иссиқлик; $ш$ – шиша; $қоп$ – қоплама; $б$ – бино; $қм$ – қуёш мўриси; $с$ – сув; $гид$ – гидравлик.

Хулоса

Ушбу мақолада буғланма совитиш камераси билан биргаликда қуёш мўрисидан фойдаланадиган янги тизим таклиф қилинган ва ўрганилган. Рақамли тажрибалар шуни кўрсатадики, ушбу интеграциялашган тизим тўғри ташкил этилган бўлса, қуёш нури интенсивлиги $200 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$ пастроқ ва 40°C дан юқори муҳит ҳароратида ҳам турар жой биноларида кундузи яхши шароитларни таъминлаши мумкин. Маҳсулдорлик атроф-муҳит намлигига боғлиқ бўлса-да, атроф-муҳит ҳавосининг нисбий намлиги 50% паст бўлган юқори ҳароратларда ҳам яхши ҳароратли шароитларни яратиш осон бўлади. Шундай қилиб, бу усул иссиқ ва қуруқ иқлим шароитида совитишга етарли юқламани таъминлаш учун мос келади.

Шамоллатиш тезлигига қуёш радиацияси, атроф-муҳит ҳарорати, шунингдек, қуёш мўриси ва буғланма совитиш камерасининг геометрик ўлчамлари таъсир қилади. Рақамли синовлар шуни кўрсатадики, бинодаги ҳаво алмашинуви ва ҳаво ҳароратини назорат қилишда геометрик ўлчамлари ўзгарувчан бўлган қуёш мўрисидан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир. Таклиф этилаётган уйғунлашган ҳавони мўътадиллаш тизимлари биноларда қулайликни таъминлаш учун хизмат қилади, шунингдек оқилонга ички муҳитни яратиши, энергия тежамкорлиги ва атроф-муҳитга зарар етказмаслиги билан ёрдам беради.

Адабиётлар

- [1]. Bahadori M.N. An improved design of wind towers for natural ventilation and passive cooling. Solar Energy 1985;35(2):119–25.
- [2]. Verma R.R., Bansal N.K., Garg H.P. The comparative performance of different approaches to passive cooling. Building and Environment 1986;21(2):65–9.
- [3]. Giabaklou Z.Z., Ballinger J.A. A passive evaporative cooling system by natural ventilation. Building and Environment 1996;31(6):503–7.
- [4]. Aboulnaga M.M. A roof solar chimney assisted by cooling cavity for natural ventilation in buildings in hot arid climates: Renewable Energy 1998;14(1–4):357–63.
- [5]. Raman P.P., Mande S.A., Kishore V.N. A passive solar system for thermal comfort conditioning of buildings in composite climates. Solar Energy 2001;70(4):319–29.
- [6]. Manzan M.P., Saro O.M. Numerical analysis of heat and mass transfer in passive building component cooled by water evaporation. Energy and Buildings 2002;34:369–75.
- [7]. Dai Y.J., Sumathy K.P., Wang R.Z., Li Y.G. Enhancement of natural ventilation in a solar house with a solar chimney and adsorption cooling cavity. Solar Energy 2003;74:65–75.

- [8]. Chungloo S.A. Application of passive cooling system in the hot and humid climate: the case study of solar chimney and wetted roof. *Building and Environment* 2007;42: 3341–51.
- [9]. Авезов Р.Р. и др. Системы солнечного тепло- и холодоснабжения. – М.: Стройиздат, 1990. – 328 с.
- [10]. Усмонов Н.О., Ахматова С.Р. Лучисто-испарительное охлаждение оборотной воды для систем кондиционирования воздуха в летнем периоде // Проблемы энерго- и ресурсосбережения, – 2023. – №1. – С. 105-118.
- [11]. Усмонов Н.О., Мухтаров Ф.Х. Теплотехника. Учебное пособие. – Т.: Изд-во ТашГТУ, 2023. – 234 с.
- [12]. Усмонов Н.О., Исаходжаев Х.С. Моделирование и автоматизация тепловых процессов в теплоэнергетике. Учебное пособие. – Т.: Изд-во ТашГТУ, 2023. – 210 с.
- [13]. Усмонов Н.О. Энергосбережение в системах кондиционирования воздуха с применением испарительного охлаждения // Монография. – Т.: ТашГТУ, 2023. – 123 с.
- [14]. Усмонов Н.О. Ҳавони мўътадиллаш тизимларида табиий совуқлик манбаларининг имкониятлари // PhD диссертацияси. – Тошкент, – 2019. – 131 б.
- [15]. Usmonov N.O., Umardjanova F.Sh., Ivanisova A.R. About possibility of using natural sources of cold in air conditioning system // E3S Web of Conf., 401 (2023) 04059
- [16]. Rabani M.V. Passive cooling performance of a test room equipped with normal and new designed Trombe walls. *Sustainable Energy Technologies and Assessments* 2019. 69–82.

SHAHAR ELEKTR TA'MINOTIDA KUCH TRANSFORMATORINING QUVVATINI TANLASH USULINI TADQIQ ETISH

A.D. Taslimov, M.V. Meliqo'ziyev

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti

adtaslimov@mail.ru, tel: +998931836232

melikuziev.mirkomil@gmail.com, tel: +998909927794

(Qabul qilindi 6.02.2024 y.)

Maqolada shahar elektr ta'minotida kuch transformatorining quvvatini tanlash bo'yicha mavjud usullar tahlili amalga oshirilgan. Taqsimlovchi elektr tarmoqlarida elektr energiyasi iste'molchilarining iste'mol elektr yuklamasi, elektr yuklama zichligi, kuchlanishi bo'yicha kuch transformatorlari quvvatini tanlashning yangi metodologiyasi keltirilgan. Kuch transformatorining keltirilgan xarajatlari, ish rejimlari va ishlash muddatlari bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Kalit so'zlar: taqsimlovchi elektr tarmoq, kuch transformatori, elektr yuklama, elektr yuklama zichligi, keltirilgan xarajatlar, iqtisodiy baholash, energiya samaradorlik.

В статье проведен анализ существующих методов выбора мощности силового трансформатора в городском электроснабжении. Представлена новая методика выбора мощности силовых трансформаторов по потребляемой электрической нагрузке, плотности электрической нагрузки, напряжению потребителей электрической энергии в распределительных электрических сетях. Разработаны рекомендации по приведенным затратам, режимам работы и срокам эксплуатации силового трансформатора.

Ключевые слова: распределительная электрическая сеть, силовой трансформатор, электрическая нагрузка, плотность электрической нагрузки, указанные затраты, экономическая оценка, энергия эффективности.

The article analyzes existing methods for selecting the power of a power transformer in urban power supply. A new method for selecting the power of power transformers based on the consumed electrical load, electrical load density, and the voltage of electrical energy consumers in electrical distribution networks is presented. Recommendations have been developed for the given costs, operating modes and service life of the power transformer.

Keywords: distribution power grid, power transformer, electric charge, electric charge density, quoted costs, economic assessment, energy efficiency.

KIRISH

Hozirgi kunda shaharlarning kengayishi, aholi sonining ortishi, shaharsozlikning rivojlanishi, elektr tarmoqlarida raqamlashtirish tamoyillarining qo'llanilishi elektr tarmoq

elementlarining optimal qiymatlarini to'g'ri tanlashni taqozo etmoqda. Bunda shahar taqsimlovchi elektr tarmoqlarida joylashgan transformator podstantsiyasidagi kuch transformatorlarining optimal quvvatini aniqlash muhim masalalardan hisoblanadi. Mamlakatimizning taqsimlovchi elektr tarmoqlarida yuqori kuchlanishi 6, 10 va 35 kV bo'lgan turli sovutish sinfidagi 25-6300 kVA to'la nominal quvvatga ega bo'lgan 80 mingga yaqin transformator podstantsiyalarida kuch transformatorlari ishlaydi [1]. Shu bilan birga, turli xil hisob-kitoblarga ko'ra, xizmat qilish muddati 30 yil bo'lgan transformator uskunalarining ulushi 55% qismini tashkil qiladi. Bu har yili bir necha minglab transformatorlarni almashtirishni talab qiladi. Shu bilan birga, 2017-2023 yillarda turli xil o'lehamdagi yangi ulangan transformatorlar soni ham bir necha minglab donalarni tashkil qilishi mumkin [3]. Mavjud obyektida transformatorni almashtirishning har bir holatida yoki yangi obyektga elektr ta'minoti uchun transformatorni o'rnatishda, birinchi navbatda, transformatorning quvvati va uning ishlashining optimal rejimlari masalasini hal qilish kerak.

Shuning uchun, shahar elektr ta'minoti tarmoqlarini loyihalashda va ularning ishlashi paytida kuch transformatorlarining optimal quvvatini va optimal yuklanish rejimlarini tanlash vazifasi doimo dolzarbdir. Ushbu vazifaning ahamiyati elektr energetikasini raqamlashtirish sharoitida va elektr tarmog'i kompleksining energiya samaradorligini oshirish talablari bilan bog'liq ravishda bir necha bor oshdi [4]. adabiyot mualliflarining fikriga ko'ra *"...uzluksiz loyihalash usullaridan foydalangan holda raqamlashtirish elektr tarmog'i kompleksini optimallashtirish va samaradorligini oshirish vositalarini taqdim etadi."* Energiya tejaydigan transformator uskunalarining keng joriy etilishi ushbu tendensiyaga mos keladi. Elektr energiyasini innovatsion qayta formatlash yangi matematik modellarni, yangi maqsadlarga erishish uchun yangi metodologiyalarni talab qiladi.

Kuch (*taqsimlovchi*) transformatorlarining quvvatini va optimal ishlash rejimlarini tanlashning mavjud metodologiyasini amalga oshirishda obyektlarni, elektr iste'molchilarni elektr energiyasi bilan ta'minlash uchun kuch (*taqsimlovchi*) transformatorlarining quvvatini tanlash bo'yicha asosiy me'yoriy hujjatlar:

- SHNK 2.07.01-03*. Shaharsozlik shahar va qishloq aholi punktlari hududlarini rivojlantirish va rivojlantirishni rejalashtirish;
- QMQ 2.04.17-2019*. Turar-joy va jamoat binolarining elektr jihozlari;
- NTP EPP-94. Shahar elektr ta'minotini loyihalash. Loyihalashning texnologik standartlari;
- GOST 14209-97. Moyli kuch transformatorlarini yuklanishi bo'yicha qo'llanma;
- CTO 56947007-29.180.074-2011. 6-35 kV taqsimlovchi elektr tarmoqlari uchun kuch transformatorlarga standart texnik talablar.

Ushbu hujjatlar quvvatni tanlash algoritmini quyidagi bosqichlarning ketma-ketligi sifatida belgilaydi: 1) umumiy yuklamalarni (*elektr qabul qiluvchilarning quvvatlarini*) hisoblash; 2) ruxsat etilgan o'ta yuklanish uchun transformator quvvatining bir nechta qiymatlarini (uchtadan ko'p bo'lmagan) aniqlash; 3) tanlangan variantlarni iqtisodiy hisoblash va eng yaxshisini tanlash.

5,6- adabiyotlarda ko'rsatilganidek, tasvirlangan algoritmda kuch transformatorining quvvatini tanlashning klassik metodologiyasining asosi issiqlik o'tkinchi jarayonlarini hisoblashda olingan transformatorning ruxsat etilgan yuklamalarini aniqlashdir. 6-adabiyotda taklif qilingan takomillashtirish shundan iboratki, transformatorning nominal quvvati GOST 14209-85 talablarini hisobga olgan holda va izolyatsiyaning issiqlik degradatsiyasi tufayli transformatorning ishlash muddatini hisobga olgan holda elektr energiyasini transformatsiya qilishning minimal qiymati me'zoniga muvofiq tanlanadi. Kuch (*taqsimlovchi*) transformatorining tanlangan variantlarini iqtisodiy baholash usullari faqat xizmat ko'rsatish stansiyasining sanoat standartida qonuniylashtiriladi, CTO 34.01-3.2-011-2017. Ikkita variant ko'rsatilgan: 1) transformatorning ishlashi paytida joriy xarajatlarni minimallashtirish; 2) 7-adabiyotga muvofiq jami kapitallashtirilgan qiymatni baholash. Ta'kidlash joizki, 7-adabiyotning 4-bobida keltirilgan metodologiya mualliflarning o'zlari tan olganidek, amaliy qo'llanilishi qiyin masala hisoblanadi.

Mamlakatimiz elektr tarmoqlari kompleksining ishlashi uchun yangi sharoitlar uchun kuch (*taqsimlovchi*) transformatorlarining quvvatini tanlash bo'yicha mavjud me'yoriy hujjatlarning yaroqsizligi, ularning barchasi, birinchidan: sovet davridagi GOSTlar tomonidan normallashtirilgan xususiyatlarga ega transformatorlar uchun yaratilgan (*masalan, GOST 12022-76*); ikkinchidan: belgilangan tanlov, aslida, optimallashtirish emas va taxminan mos keladigan transformatorni ish sharoitlariga qo'pol moslash. Innovatsion energiya tejaydigan transformatorlar, quyida ko'rsatilgandek, amaldagi me'yoriy-texnik hujjatlarning tavsiyalariga mos kelmaydi. Bundan tashqari, elektr tarmoqlari faoliyatining yangi paradigmasi adaptiv boshqaruv paradigmasi, shu jumladan elektr energiyasini uzatishning energiya samaradorligini oshiradi.

Ko'p yillik ilmiy tadqiqot ishlari kuch transformatorlarining energiya samaradorligi muammolari quyidagi hujjatni shakllantirishga imkon berdi: energiya samaradorligi transformator kompleksining boshqariladigan holatidir [8]. Ushbu maqola yangi obyekt (*yoki mavjud obyekt uchun transformatorni almashtirish*) elektr ta'minoti uchun kuch transformatorini tanlash muammosini yangicha qo'yishga majbur qiladi. Muammoning yangi bayoni shundaki, ish sharoitlari transformator yo'qotilishlarining xususiyatlarini belgilashi kerak. So'nggi yillarda dunyo bo'yicha elektr ta'minotiga oid adabiyotlarda energiya tejaydigan innovatsion transformatorlarning parametrlarini tanlash bo'yicha ko'plab nashrlar paydo bo'ldi [9-15]. 9-adabiyotda an'anaviy transformatorni yuqori quvvatli, ammo kamroq yuklanadigan energiya tejaydigan transformator bilan almashtirish samaradorligini baholaydi. Bunday holda, energiya tejaydigan transformatorning kamroq yuklanishi, ishda bo'lgani kabi, salt va qisqa tutashuv yo'qotilishlarining nisbati bo'yicha optimalligi tekshiriladi [10]. Shuningdek, egalik qilishning umumiy qiymati mezoni bo'yicha kam yuklanadigan transformator va odatiy ko'p yuklanadigan transformatorning iqtisodiy samaradorligi taqqoslanadi. Bunday almashtirish iqtisodiy jihatdan foydali bo'lib, ortiqcha yuklanish qobiliyati va izolyatsiyaning uzoqroq ishlash muddati tufayli elektr ta'minotining ishonchligini oshiradi.

Qaror qabul qilish algoritmlari va eski transformatorlarni almashtirishning texnik-iqtisodiy asoslari 11,12-adabiyotlarda keltirilgan. 13-adabiyotda birinchi marta transformator komplekslarining energiya samaradorligini boshqarish muammosining mohiyatan yechimi olindi; mualliflar quvvati 1600 kVA gacha bo'lgan transformatorlarning ishlash parametrlari, salt va qisqa tutashuv yo'qotilishlarining xususiyatlari bilan kamaytirilgan ekspluatatsion xarajatlarning o'zaro bog'liqligini aniqladilar va tekshirdilar. Ushbu munosabatlar asosida minimal keltirilgan ekspluatatsion xarajatlarni hisobga olgan holda yuklanish rejimlaridan yo'qotilishlarni hisoblash uchun analitik bog'liqliklar chiqarildi. 14-adabiyotda energiya tejaydigan innovatsion transformatorlardan foydalanishning maqsadga muvofiqligini har tomonlama tahlil qiladi. 14,15-adabiyotlarda birinchi marta energiya tejaydigan transformatorlarning yo'qotilish xususiyatlarini asoslash va me'yorlash muammosini ko'rib chiqdi. 14-adabiyotda mubolag'asiz klassik ish taqsimlovchi tarmoqdagi transformatorlarning oqilona ishlashining turli jihatlarini har tomonlama ko'rib chiqadi.

MATERIALLAR VA USLUBLAR

Taqsimlovchi tarmoq uchun kuch transformatorini tanlashning yangi metodologiyasining asosiy qoidalari

Yuqoridagi ishlarning qisqacha mazmuni taqsimlovchi tarmoq uchun kuch transformatorini tanlashning yangi metodologiyasining asosiy konturlarini o'z ichiga oladi. Shu bilan birga, asosiy nuqta elektr ta'minoti obyektining yuklama xususiyatlarini maksimal darajada hisobga olish va elektr ta'minotining maksimal iqtisodiy samaradorligini ta'minlashdir. Mavjud metodologiya cheklangan miqdordagi standartlashtirilgan nooptimal transformatorlarni tanlash va ularni iqtisodiy kvazioptimallik uchun sinovdan o'tkazishdir. Yaqinlashib kelayotgan raqamlashtirish davrda bunday qarorlarga o'rin yo'q. Yangi raqamli elektr ta'minoti tarmoqlarida kuch transformatori ushbu elektr ta'minoti obyekt uchun optimal parametrlarga ega bo'lishi kerak: quvvat, yo'qotilish xususiyatlari. U mavjud yuklama bilan tarmoqqa optimal tarzda o'rnatilishi kerak, bu esa elektr energiyasini o'zgartirishning minimal narxini ta'minlaydi.

Yangi sharoitda transformatorni tanlash uchun elektr energiyasini o'zgartirishning moliyaviy ko'rsatkichlari, transformator parametrlari (*quvvat, yo'qotilish xususiyatlari*) va ish

sharoitlari (*transformatorni yuklanishi*) o'rtasidagi bog'liqlikni o'rganish kerak. 7-adabiyotda aytilganidek, bu munosabatlar juda murakkab. Shuning uchun algoritmnining bir bosqichida optimal transformatorni tanlash muammosini hal qilish uchun analitik bog'liqliklar hali mavjud emas.

Biroq, matematik modellashirish natijasida ma'lum yo'qotilish diapazonlarida elektr energiyasini o'zgartirishning minimal qiymati uchun transformatorning optimal ishlash rejimlari diapazonlarini olgandan so'ng, yuqorida ko'rsatilgan me'yoriy hujjatlarning yangi mazmunini shakllantirish uchun yangi tavsiyalar olish mumkin. Ammo bu elektr ta'minoti uchun optimal transformatorni kompyuterda tanlash imkoniyatiga ega bo'lmagan individual iste'molchilar uchun imkoniyat bo'ladi. Yirik iste'molchilar, elektr tarmoqlari tashkilotlari texnologik uskunalarning haqiqiy elektr energiyasiga bo'lgan ehtiyojidan kelib chiqib, o'zlarining transformatorlarini yo'qotilish talablarini shakllantiradilar.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

An'anaviy va energiya tejaydigan transformatorlarning turli xil ish sharoitlarini matematik modellashirish ma'lumotlarini tahlil qilish

Quyida 25-6300 kVA quvvatga ega moyli va quruq transformatorlarning turli xil ish sharoitlarini matematik modellashirish ma'lumotlari tahlili keltirilgan.

Transformatorlarning har bir turi uchun ikkita variant ko'rib chiqildi: oddiy (*standart yo'qotilish xususiyatlariga ega*) va innovatsion (*amorfo 'latdan yasalgan magnit o'tkazgich bilan*).

Yuklanish koeffitsiyentini 0,1 dan 1,4 gacha o'zgartirish diapazoni uchun quyidagi keltiriladigan ko'rsatkichlar hisoblab chiqiladi.

Transformatsiyaning solishtirma qiymati ifoda bo'yicha quyidagicha aniqlanadi:

$$C_{sol.} = \frac{C_{tr} \cdot k_{norm.} + C_{kVt \cdot s} \cdot T_{ish.} \cdot (P_{s.y.} + P_{yuk.} \cdot k_{yuk.}^2)}{k_{yuk.} \cdot T_{ish.} \cdot S_{nom.}}, [so'm / kVt \cdot soat / yil] \quad (1)$$

bu yerda:

- $k_{norm.}$ — normativ ko'rsatkich;
- $C_{tr.}$ — transformator narxi, [ming so'm];
- $C_{kVt \cdot s.}$ — elektr energiya narxi, [so'm / kVt · soat];
- $T_{ish.} = 5000$ — yil davomida maksimal yuklamadan foydalanish vaqti, [soat];
- $P_{s.y.}$ — salt yurish isrofi, [kVt];
- $P_{yuk.}$ — yuklanish isrofi, [kVt];
- $k_{yuk.}$ — yuklanish koeffitsiyenti;
- $S_{nom.}$ — transformatorning nominal to'la quvvati, [kVA].

Transformator ishlash muddatining 30 yillik faoliyati davomida diskontlangan umumiy qiymati quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$C_p = C_{tr.} + C_{kVt \cdot soat} \cdot T_{ish.} \cdot (P_{s.y.} + P_{yuk.} \cdot k_{yuk.}^2) \cdot k_d, [ming so'm] \quad (2)$$

bu yerda, $k_d = \frac{(1+i)^n - 1}{i \cdot (1+i)^n}$ – diskontlangan koeffitsiyent.

Transformatorning ishlash muddati uchun $n=30$ yil.

O'zini qoplash muddati quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$N = \log_{1+i} \left(\frac{C_{kVt \cdot soat} \cdot T_{ish.} \cdot (\Delta P_{s.y.} + \Delta P_{yuk.} \cdot k_{yuk.}^2)}{C_{kVt \cdot soat} \cdot T_{ish.} \cdot (\Delta P_{s.y.} + \Delta P_{yuk.} \cdot k_{yuk.}^2) - \Delta C_{tr.} \cdot i} \right), [yillar] \quad (3)$$

bu yerda, Δ - salt yurishdagi yo'qotilishlar, yuklanishdagi yo'qotilishlar, transformator narxlaridagi farqni bildiradi.

Hisob-kitoblarda maksimal yuklamadan foydalanishning yillik vaqti 5000 soatga teng ([11] adabiyot ma'lumotlariga ko'ra, kichik mikrorayonlar uchun bo'lgani kabi). Elektr energiyasining narxi 295 so'm / kVt · soat qabul qilinadi [01.08.2019].

XULOSA

An'anaviy va energiya tejaydigan transformatorlarning turli xil ish rejimlarini modellashtirish natijalarini tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, ushbu maqolaning boshida ta'kidlanganidek, iqtisodiy jihatdan foydali ish rejimlarining elektr taqsimlovchi tarmoqlari uchun kuch transformatorlarini tanlash bo'yicha me'yoriy hujjatlar tavsiyalariga mos kelmasligi, hatto oddiy transformatorlar uchun ham (moyli uchun 0,8-0,9; quruq uchun 1,2-1,3). Energiya tejaydigan transformatorlar uchun optimal yuklanish rejimlari ruxsat etilgan qiymatlardan oshib ketadi. Nominalga yaqin yuklanishi uchun ishlash muddati transformatorning quvvatiga qarab 5-10 yil.

Adabiyotlar

- [1]. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018-yil 23-oktabrdagi «Elektr energetikasi tarmog'ini jadal rivojlantirish va moliyaviy barqarorligini ta'minlash chora-tadbirlari to'g'risida» gi №3981 – sonli Qarori.
- [2]. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktabrdagi PF-6079-sonli «RAQAMLI O'ZBEKISTON - 2030 strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida» gi Farmoni.
- [3]. Ю. М. Савинцев «Новый подход к нормированию мощности потерь энергоэффективных распределительных трансформаторов» [Электронный ресурс]. Дата обращения 28.12.2020.
- [4]. П. В. Илюшин, Д. И. Догадкин «Пути повышения надежности работы и снижения затрат на эксплуатацию силовых трансформаторов 6-220 кВ в распределительных сетях» // «ЭнергоЭксперт». — 2012. — № 5. — ст. 74-79.
- [5]. Ю. М. Савинцев «Анализ рынка распределительных трансформаторов России в 2020 году». [Электронный ресурс]. Дата обращения 28.12.2020.
- [6]. Е. П. Грабчак, Е. А. Медведева, И. Г. Васильева «Как сделать цифровизацию успешной» // «Энергетическая политика». — 2018. — Вып. 5. — ст. 25-29.
- [7]. Таслимов А.Д., Меликузиев М.В., Дехконбоев А.А. // Определение оптимальных параметров распределительной электрической сети до 1000 В // Сб. научных статей международная научная конференция «INNOVATION-2018». – Ташкент, 2018. – ст. 110-112.
- [8]. Таслимов А.Д., Меликузиев М.В., Рахимов Ф.М. // Унификация параметров распределительных электрических сетей в условиях неопределенности исходной информации // Научно-технический журнал «Проблемы энерго-и ресурсосбережения». Ташкент, 2019. - №1-2. ст. 229-235. (05.00.00; № 21).
- [9]. М. И. Фурсанов, И. И. Дуль «Выбор номинальной мощности силовых трансформаторов». [Электронный ресурс]. Дата обращения 28.12.2020.
- [10]. М. И. Фурсанов, И. И. Дуль «Совершенствование методов выбора номинальной мощности силовых трансформаторов по критерию экономической эффективности». [Электронный ресурс]. Дата обращения 28.12.2020.
- [11]. С. Д. Лизунов, А. К. Лоханин «Силовые трансформаторы. Справочная книга». — М.: «Энергоиздат», 2004. — 616 ст.
- [12]. Ю. М. Савинцев «Энергоэффективность распределительного трансформатора — это управляемое состояние». [Электронный ресурс]. Дата обращения 28.06.2020.
- [13]. Я. И. Тульчинская «Оценка эффективности применения трансформаторов с низким коэффициентом загрузки». [Электронный ресурс]. Дата обращения 28.12.2020.
- [14]. В. Н. Ивакин, В. Д. Ковалев, А. А. Магницкий «Нормирование энергоэффективности распределительных трансформаторов» // «Энергия единой сети». — 2017. — № 5 (34). — ст. 20-31.
- [15]. Taslimov A.D., Melikuziyev M.V., Rakhimov F.M. // Methodology in multicriteria problems optimization and unification of parameters of power supply systems // Scientific journal «European Science review». Austria, Vienna, 2018. - № 9-10. September-October. PP. 214-216. (05.00.00; № 3).

ФРАКТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИЗОБРАЖЕНИЯ ТЕКСТУРЫ ЛИСТЬЕВ ТОМАТА В КОНТЕКСТЕ ВИРУСНОГО ТОМАТНОГО МОЗАИЧНОГО ЗАБОЛЕВАНИЯ

М. Худайбердиев¹, Т. Нурмухамедов², Б. Ачилов¹

¹ Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада аль-Хоразмий,

mirzaakbarhh@gmail.com, тел: +998 99 489 74 76

²Ташкентский государственный транспортный университет,
ntolaniddin@mail.ru, тел: + 998 90 927 27 92

borya19861804@gmail.com, тел: + 998 93 352 50 05

(Получена 19.01.2024 г.)

This article is devoted to the study of the use of fractal analysis to assess the texture of leaves of viral tomato mosaic (TMV) disease. Viral tomato mosaic disease remains one of the key threats in agriculture, causing significant crop losses. For early diagnosis and monitoring of the disease, it is important to have effective methods of analysis.

Keywords: viral tomato mosaics, fractal analysis, stochastic, correlation, fractal dimension, innovative approach, context, texture.

Ushbu maqola pomidor mozaikasi virusi (TMV) kasalligi barglarining tuzilishini baholash uchun fraktal tahlildan foydalanishni o'rganishga bag'ishlangan. Virusli pomidor mozaikasi qishloq xo'jaligidagi asosiy tahdidlardan biri bo'lib qolmoqda, bu esa hosilning katta yo'qotilishiga olib keladi. Kasallikning erta tashxisi va monitoringi uchun samarali tahlil usullariga ega bo'lish muhimdir.

Tayanch so'zlar: virusli pomidor mozaikasi, fraktal tahlil, stoxastik, korrelyatsiya, fraktal o'lchov, innovatsion yondashuv, kontekst, tekstura.

Данная статья посвящена исследованию применения фрактального анализа для оценки текстуры листьев вирусного томатного мозаичного (ВТМ) заболевания. Вирусное томатное мозаичное заболевание остается одной из ключевых угроз в сельском хозяйстве, вызывая значительные потери в урожае. Для ранней диагностики и мониторинга заболевания важно иметь эффективные методы анализа.

Ключевые слова: вирусная томатная мозаика, фрактальный анализ, стохастический, корреляция, фрактальная размерность, инновационный подход, контекст, текстура.

Вирусное томатное мозаичное заболевание является серьезной проблемой для производителей томатов, поскольку оно вызывает значительное снижение урожайности и качества плодов. Раннее обнаружение и точная диагностика этого заболевания являются важными шагами для контроля его распространения. В последние годы фрактальный анализ текстуры стал перспективным инструментом для анализа и классификации биомедицинских изображений.

В современном сельском хозяйстве одной из важнейших проблем является борьба с заболеваниями растений, которые могут нанести существенный ущерб урожаю и экономической эффективности аграрных предприятий. Среди таких заболеваний особое внимание привлекает вирусное томатное мозаичное заболевание, вызывающее выраженные деформации и изменения в структуре листьев томата. Следовательно, эффективные методы ранней диагностики и контроля этого заболевания имеют стратегическое значение для обеспечения устойчивого сельскохозяйственного производства.

Одной из перспективных областей исследований, направленных на более глубокое понимание структурных изменений в растениях, является анализ текстуры и структуры их листьев. С развитием современных технологий и методов обработки изображений становится возможным проводить более точные и объективные анализы микро и макроструктур растительных тканей. Один из инновационных подходов, показавших свою эффективность в анализе сложных структур, – это фрактальный анализ.

Фрактальный анализ – это метод, базирующийся на концепции фракталов, которые являются геометрическими структурами с само подобием на различных масштабах [1]. Этот

метод позволяет количественно оценивать структурные характеристики объектов, характеризующие их сложность и неравномерность на микроуровне. В последние десятилетия фрактальный анализ активно применяется в биологических и медицинских исследованиях, так как он способен выявлять тонкие изменения в текстуре и структуре тканей, которые могут свидетельствовать о наличии патологических процессов.

Постановка задачи:

Целью данной работы является исследование возможности применения фрактального анализа для диагностики вирусного томатного мозаичного заболевания путем анализа текстуры листьев томата. Задачи исследования включают:

1. Сбор и подготовка набора изображений листьев томата, включающих как здоровые, так и зараженные вирусом образцы.
2. Разработка метода фрактального анализа для извлечения характеристик текстуры листьев томата.
3. Создание модели классификации, основанной на фрактальных характеристиках, для разделения здоровых и зараженных листьев томата.

Основная часть. В статье использовался метод фрактального анализа для изучения текстуры листьев томата, зараженных вирусом томатного мозаичного заболевания (ВТМ). Фрактальный анализ – это метод, который изучает само подобие структуры на различных масштабах. Заражённых ВТМ, отличается от текстуры здоровых листьев. Зараженные листья имеют более высокую фрактальную размерность, что означает, что они были более сложными и неоднородными. Фрактальный анализ также показывает, что текстура листьев, зараженных ВТМ, меняются с течением времени. Эти изменения связаны с прогрессированием заболевания [2].

Результаты исследования показывают, что фрактальный анализ использована для обнаружения и мониторинга ВТМ. А также этот метод использован для разработки новых методов лечения и контроля заболевания [3].

- Сбор листьев томата и фотографирование их с различных ракурсов и освещения томата, зараженные ВТМ, и здоровые листья.
- Фрактальный анализ текстуры листьев с использованием методов, основанных на размерности.
- Результат зараженные листья имеют более высокую фрактальную размерность, сравнение с здоровые листья. Фрактальная размерность менялась с течением времени в зараженных листьях.

Фрактальный анализ используется для обнаружения и мониторинга ВТМ.

Листья томата, зараженные ВТМ, и здоровые листья определяется по двумя способами, изменение цвет листья и изменение геометрический форму листья на рис. 1.

а) здоровые листья



б) начальное стадии заболевания (первый степень заболевания)



в) второстепенное заражение



г) третий степень заболевания



Рис. 1. Несколько степеней заболевания, а) здоровые листья, б) начальные стадии заболевания (первая степень заболевания), в) второстепенное заражение, г) третья степень.

Выше на рисунке 1 показана степень заболевания которая может продолжаться до потери урожайности томата. Исходя из этих процессов заболевания можно сделать фрактальный анализ состояние листьев в процессе изменения геометрической формы.

Фрактальный анализ текстуры листьев с использованием методов, основанных на размерности, с помощью фрактала выбирает подходящие методы для фрактального анализа текстуры листьев с использованием методов, основанных на размерности [4].

Классификация фракталов.

Геометрические фракталы – самые наглядные фракталы, в двухмерном случае их получают с помощью ломаной (или поверхности в трехмерном случае), называемой генератором. За один шаг алгоритма каждый из отрезков, составляющих ломаную, заменяется на ломаную-генератор в соответствующем масштабе. В результате бесконечного повторения этой процедуры получается геометрический фрактал [5].

Алгебраические фракталы – получают с помощью нелинейных процессов в n-мерных пространствах. Наиболее изучены двухмерные процессы [6].

Стохастические фракталы – получаются в том случае, если в итерационном процессе хаотически менять какие-либо его параметры. При этом получаются объекты очень похожие на природные – несимметричные деревья, изрезанные береговые линии и т.д.

Оценка фрактальности текстуры производится на основе выбранного метода оценивания размера фрактала. Размер фрактала оценивается по формуле:

$$D = K - 01 \quad (1)$$

где, $K = 2$ или 3 в зависимости от алгоритма оценивания, $01 = \tan(\alpha)$ угла наклона линии выборочной регрессии. Поскольку размер фрактала вычисляется через оценку выборочной регрессии, то естественно оценивать фрактальность текстуры по коэффициенту корреляции между логарифмом случайной величины и логарифмом заданной функции шага [7].

При этом для принятия решения о фрактальности текстуры необходимо произвести следующие действия:

- I. построить зависимость коэффициента корреляции от задаваемого шага; значение шага, при котором функция имеет максимум, является максимальным;
- II. при использовании методов, в которых оценка размера фрактала принимается как среднее значение для серии экспериментов, не учитывать размер фрактала при низких значениях коэффициента корреляции;
- III. при низких значениях коэффициента корреляции не включать размер фрактала в систему признаков для сегментации текстур.

I. Для построения зависимости коэффициента корреляции от задаваемого шага необходимо рассчитать коэффициент корреляции для различных значений шага. Для этого можно использовать следующие формулы:

$$r = cov(x,y) / (sx * sy), \quad (2)$$

где, r - коэффициент корреляции $cov(x,y)$ - ковариация между x и y , sx - стандартное отклонение x , sy - стандартное отклонение y . В качестве x и y можно взять следующие величины, x - количество элементов, содержащихся в прямоугольнике размером ε

$y = \log(\varepsilon)$ при этом ε — это диаметр прямоугольника [8].

Например, если $\varepsilon = 1$, то x будет равно количеству элементов, содержащихся в прямоугольнике размером 1. Если $\varepsilon = 2$, то x будет равно количеству элементов, содержащихся в прямоугольнике размером 2, и так далее. После того, как коэффициент корреляции будет рассчитан для различных значений шага, можно построить график зависимости коэффициента корреляции от шага. На таблицу 1 зависимость коэффициента корреляции от шага будет иметь вид кривой, которая сначала будет увеличиваться, а затем достигнет максимума и начнет уменьшаться. Значение шага, при котором функция имеет максимум, является максимальным фрактальным размером [9].

II. При использовании методов, в которых оценка размера фрактала принимается как среднее значение для серии экспериментов, не учитывать размер фрактала при низких значениях коэффициента корреляции, рекомендуется по следующим причинам:

Низкие значения коэффициента корреляции указывают на то, что зависимость между количеством элементов, содержащихся в прямоугольнике размером ε , и $\log(\varepsilon)$, является слабой. Это может быть связано с тем, что данные не являются фракталами или что они имеют слишком низкую размерность.

Включение размеров фракталов с низкими значениями коэффициента корреляции может привести к смещению среднего значения. Это связано с тем, что такие размеры фракталов являются более изменчивыми и могут вносить значительный вклад в дисперсию.

Для того чтобы не учитывать размеры фракталов с низкими значениями коэффициента корреляции, можно использовать следующий алгоритм [10]:

- Для каждого эксперимента рассчитать коэффициент корреляции.
- Отбросить все эксперименты, для которых коэффициент корреляции меньше заданного порога.
- Вычислить среднее значение размера фрактала для оставшихся экспериментов.

III. При низких значениях коэффициента корреляции не рекомендуется включать размер фрактала в систему признаков для сегментации текстур по следующим причинам:

Низкие значения коэффициента корреляции указывают на то, что зависимость между количеством элементов, содержащихся в прямоугольнике размером ε , и $\log(\varepsilon)$, является слабой. Это может быть связано с тем, что текстура не является фракталом или что она имеет слишком низкую размерность.

Включение размера фрактала с низким значением коэффициента корреляции может привести к ухудшению качества сегментации. Это связано с тем, что такие размеры фракталов являются менее информативными и могут вносить значительный вклад в шум.

Для того чтобы не включать размер фрактала с низким значением коэффициента корреляции в систему признаков для сегментации текстур, можно использовать следующий алгоритм:

Для каждого эксперимента рассчитать коэффициент корреляции.

1. Отбросить все эксперименты, для которых коэффициент корреляции меньше заданного порога.
2. Использовать только те размеры фракталов, для которых коэффициент корреляции больше заданного порога.
3. Построения зависимости коэффициента корреляции от задаваемого шага необходимо выполнить следующие шаги:

- Выбрать исходные данные.
- Рассчитать коэффициент корреляции для различных значений шага.
- Построить график зависимости коэффициента корреляции от шага.

Таблица 1

Для вычисления коэффициента корреляции

Набор данных:			Коэффициент корреляции будет следующим:	
ε	x	y	ε	r
1	8	3	1	0.9
2	15	4	2	0.92
4	30	5	4	0.94
8	90	6	8	0.96
16	95	16	16	0.98

Из таблицы 1 видно, что максимальная фрактальная размерность для этого набора данных равен 16.

Зависимость коэффициента корреляции от шага имеет следующий смысл:

- При малых шагах коэффициент корреляции близок к 1, что означает, что существует высокая линейная зависимость между x и y .
- По мере увеличения шага коэффициент корреляции уменьшается, что означает, что зависимость между x и y становится более сложной.
- При достижении максимального значения коэффициента корреляции зависимость между x и y становится нелинейной.
- При дальнейшем увеличении шага коэффициент корреляции уменьшается, что означает, что зависимость между x и y становится еще более сложной.
- Значение шага, при котором функция имеет максимум, является максимальным фрактальным размерностью. Это связано с тем, что при этом значении шага зависимость между x и y является наиболее сложной, но все еще нелинейной.

Таким образом, зависимость коэффициента корреляции от шага может быть использована для оценки фрактальной размерности [11].

В качестве порога можно использовать значение, которое обеспечивает желаемую точность оценки фрактальной размерности. Например, если требуется точность 0,1, то порог можно установить равным 0,5 используя данные таблицы 1. Если установить порог равным 0,5, то будут отброшены эксперименты с $\varepsilon = 16$ и $\varepsilon = 8$. Таким образом, среднее значение размера фрактала будет вычислено для следующих экспериментов:

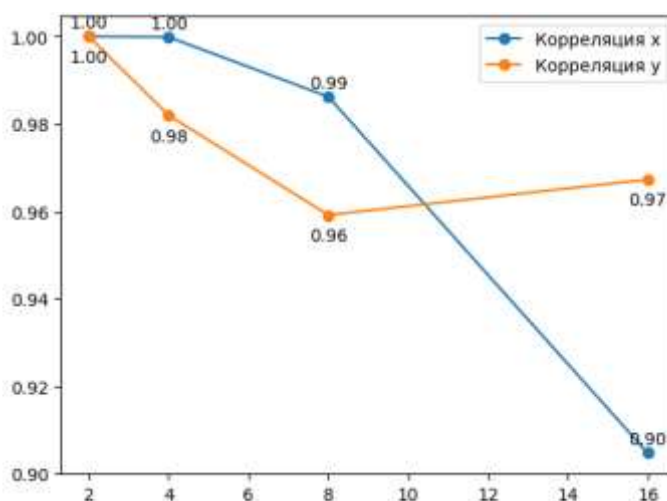


Рис 2. График зависимости коэффициента корреляции.

Таблица 2

Порог установить равным 0,5 используя данные

ε	x	y	r
1	8	1	0.9
2	15	2	0.92
4	30	3	0.94

Среднее значение размера фрактала для этих экспериментов будет равно 2.67.

Не учитывая размеры фракталов с низкими значениями коэффициента корреляции позволяет улучшить точность оценки фрактальной размерности.

В качестве порога можно использовать значение, которое обеспечивает желаемую точность сегментации. Например, если требуется точность 0,1, то порог можно установить равным 0,5 видно на таблице 2.

Если установить порог равным 0,5, то будут отброшены эксперименты с $\varepsilon = 16$ и $\varepsilon = 8$. Таким образом, в систему признаков для сегментации текстур будут включены только следующие размеры фракталов:

Не включение размера фрактала с низким значением коэффициента корреляции в систему признаков для сегментации текстур позволяет улучшить качество сегментации. устанавливает равные пропорции для осей x и y .

Рассмотрим результат генерации распределения с радиусом по плоскости абстрактный генерация функции распределены по окружности с радиусом r

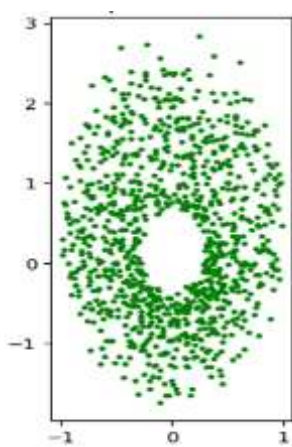


Рис 3. Абстрактная генерация функции распределения.

Видно, по рис 3. точки, которые генерируют функции распределения по окружности с радиусом. Углы точек равномерно распределены в диапазоне от 0 до 2. Координаты точек по осям x и y вычисляются по следующим формулам [12]:

$$x = r * \cos(\alpha)$$

$$y = 2 * r * \sin(\alpha)$$

где:

- r - радиус окружности
- α - угол

Коэффициент случайности используется для добавления случайного смещения к координатам точек. Это позволяет сделать изображение листьев более реалистичным.

Закключение. В данной статье был проведен фрактальный анализ изображений текстуры листьев томата в контексте вирусного томатного мозаичного заболевания. Для этого была использована фрактальная размерность, которая была рассчитана для изображений

листьев томатов, зараженных вирусом, и здоровых листьев. Результаты исследования показали, что фрактальная размерность листьев томатов, зараженных вирусом, была выше, чем у здоровых листьев. Это означает, что текстура листьев зараженных растений была более сложной и неоднородной. Данное исследование показало, что фрактальный анализ может быть использован для диагностики вирусного томатного мозаичного заболевания. Фрактальная размерность может быть использована в качестве нового биомаркера для ранней диагностики этого заболевания.

В дальнейшем планируется провести дополнительные исследования для уточнения параметров фрактальной размерности, которые наиболее информативны для диагностики вирусного томатного мозаичного заболевания. Также планируется изучить возможность использования фрактального анализа для мониторинга распространения заболевания и оценки эффективности методов лечения. Перспективы дальнейших исследований включают в себя углубленный анализ фрактальных параметров, а также разработку автоматизированных систем, основанных на машинном обучении, для более эффективного и масштабируемого применения этого метода в практике сельского хозяйства. В целом, фрактальный анализ текстуры листьев томата представляет собой перспективное направление в исследованиях борьбы с вирусными заболеваниями растений, открывая новые горизонты для развития устойчивых сельскохозяйственных систем.

В целом, результаты данного исследования свидетельствуют о том, что фрактальный анализ является перспективным методом диагностики вирусного томатного мозаичного заболевания.

Список литературы

- [1]. Ачилов Б.С., Худайбердиев М.Х., Хан И.В. Цифровое фрактальное моделирование, Ташкент: Национальное информационное агентство Узбекистана-Департамент науки Узбекистана (UzA электронный журнал) № 10 (48) за октябрь 2023 г., 2023.
- [2]. А.А. Гончаров., В.В. Виноградов., А.В. Ломакин., В.Г. Спицын. Фрактальный подход к обработке изображений в дистанционном зондировании Земли, Москва: Серия 5. Математика и механика. 2004. № 2. с. 11-17., 2004.
- [3]. Фриман У. Х. Фрактальная геометрия природы, Мандельброт. Б. Б., Фриман и компания., 1982.
- [4]. Маркус Синнл. Итеративный точный алгоритм для задачи взвешенных справедливых последовательностей, том 148, ISSN 0305-0548., 2022.
- [5]. Г. Янике., А. Винтаче., Б. Сманиотто., А. Фау., И. Фарина., Ф. Братнали., Ф. Хильд. Анализ расслоения с помощью цифровой объемной корреляции во время натуральных испытаний на фрактальных волокнах, Том 9, ISSN 2666-6820, 2022.
- [6]. Жан-Антуан., Вайссад., Гавейн Джонс., Жан-Ноэль Паоли. К характеристике сельскохозяйственных культур и сорняков в масштабе листа: масштабное сравнение форм, пространственных и текстурных особенностей, Франция: 100245, 2023.
- [7]. Джиоти Баджадж., Сатиш Кумар. Новый интуиционистский подход к коэффициенту нечеткой корреляции с приложениями для принятия многокритериальных решений, ISSN2772-622,(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772662223001807>), 2023.
- [8]. Лэй Чжан., Матиур Рахман., Цюй Хайдонг., Мухаммад Арфан., Аднан. Исследование модели фрактально-фракционной антропонозной кожной лейшмании в смысле производного Капуто, Александрийский инженерный журнал: Страницы 4423-4433, ISSN 1110-0168, 2022.
- [9]. Сейед Алиакбар., Хоссейни., Нассер Кешаварз., Фарадж Хах., Пурия Киануш., Пейман Афзал., Араш Эбрахимабади., Реза Ширинабади. Интеграция фрактального моделирования и рекогносцировочного анализа соответствия для геохимически перспективных районов с высоким потенциалом, Северо-Западный Иран, 100026, ISSN,2666-779, (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666277923000047>), 2023.
- [10]. Шабир Ахмад., Аман Улла., Али Акгюль., Думитру Баляну. Теоретический и численный анализ фрактальной дробной модели взаимодействия опухоли и иммунитета с двумя разными ядрами. Страницы 5735-5752, 2022.
- [11]. Шабир Ахмад., Аман Улла., Али Акгюль., Думитру Баляну. Теоретический и численный анализ фрактальной дробной модели взаимодействия опухоли и иммунитета с двумя различными ядрами., Страницы 5735-5752, 2022.
- [12]. В.Л. Максимчук., В.В. Виноградов., В.Г. Спицын. Фрактальные методы обработки изображений в дистанционном зондировании Земли. Вестник Московского университета. Серия 5. Математика и механика, Москва: № 2. с. 10-15., 2006.

ZA'FARON O'SIMLIGINING TARKIBINI XROMATOGRAFIYA USULIDA TADQIQ QILISH

J.D. Mirzayev, E.B. Shodiyeva, S.X. Sadullayev, B.B. Xolmurodov, L.A. Baxromova

Toshkent kimyo texnologiya instituti Shahrisabz filiali

jamolmirzayev@mail.ru, tel: +998914713474

shodiyevaezoza88@gmail.com, tel: +998 88 313 31 22

sirojiddinsadullayev434@gmail.com, tel: +998 94 656 09 93

bahodirxolmurodov1994@gamil.com, tel: +998919638566

baxramovalaylo1781@gmail.com, tel: +998918991781

(Qabul qilindi 19.01.2024 y.)

Hozirgi kunda mamlakatimizda dorivor va tabiiy mahsulotlarga talab juda katta. Bu esa xalqimizning yashash tarzi va ijtimoiy kelib chiqishi bilan chambarchas bog'liqdir. Biz ham hozirgi kunning talabi bo'lgan dorivor o'simliklardan bo'lmish za'faron o'simligini HPLC Agilent Technologies 1260 yarali suyuqlik xromatografiyasida tahlil qildik va tarkibidagi vitamin hamda minerallarni aniqladik.

Kalit so'zlar: *Za'faron, krokus, antikanserogen, antimutagen, karotin, tiamin, riboflamin, flavonoidlar, sativus, ekstraktsiya, crocus, nevroz.*

В настоящее время спрос на лекарственные и натуральные продукты в нашей стране очень высок. Это тесно связано с образом жизни и социальным происхождением нашего народа. Мы также проанализировали растение шафрана, которое является одним из самых востребованных лекарственных растений, методом жидкостной хроматографии ВЭЖХ Agilent

Technologies 1260 и определили в нем витамины и минералы.

Ключевые слова: шафран, крокус, противорака, антимулаген, каротин, тиамин, рибофламин, флавоноиды, сативус, экстракция, крокус, невроз.

Currently, the demand for medicinal and natural products in our country is very high. This is closely related to the way of life and social origin of our people. We also analyzed the saffron plant, which is one of the most sought-after medicinal plants, by liquid chromatography HPLC Agilent Technologies 1260 and determined the vitamins and minerals in it.

Key words: saffron, crocus, anticancer, antimutagen, carotene, thiamine, riboflamin, flavonoids, sativus, extraction, crocus, neurosis.

KIRISH

Za'faron (*Crocus sativus* L.) — sapsarguldoshlarga mansub ko'p yillik o'tsimon tuganak piyozli o'simlik. Yovvoyi holda uchramaydi. Piyozining diametri 1-2 sm. Bargi 5-15 ta, och sariq rangda; eni 2 mm, tuksiz. Guli 1-4 ta, gultoji oqish, pastki qismi (tashqi tomondan) binafsha rang, 2-4 sm. Changchilari gulqo'rg'ondan qisqa. Ko'sagi cho'ziq, eni 6-7 mm. Fevraldan iyul oyigacha gullaydi, aprel-avgustda meva beradi. Tarkibida efir moyi bo'lgani uchun hidi juda o'tkir va yoqimli. 90-100 ming dona, gulidan 1 kg qurigan gul tumshuqchalari olinadi, gulining quritilgan tumshuqchalari murabbo, tortlar rangi va ta'mini yaxshilash, oziq-ovqat (pishloq, sariyog', likyor va rang berish uchun), parfyumeriya (atir-upa) sanoatida ishlatiladi. Tabobatda dori-darmon sifatida qo'llaniladi. Bu ziravorning nomi deyarli hamma tillarda arabcha "sariq" ma'nosini beradigan "**Za'faron**" so'zidan olingan bo'lib, qadimda mazkur noyob o'simlikdan bo'yoqlash moddasi sifatida foydalanilganidan dalolat beradi. Hozirgi davrda za'faron o'zining azaliy ahamiyatini yo'qotib, asosan pazandachilikda ishlatiladi va oltin bilan teng baholanadigan yagona ziravoridir. Yer yuzida bugungi kunda yiliga faqat uch yuz tonna za'faron yetishtiriladi.

Ma'lumki, za'faron insoniyatga ziravor sifatida iste'mol qilinishi to'rt ming yildan ko'proq tarixga ega bo'lib, bo'yoq sifatida neolit davrida tog'larda qoya toshlariga rasm chizishda ishlatilgan. Qadimgi Mesopotamiyada uni taomda ishlatilgan izlari arxeologlar tomonidan aniqlangan. Yozuvlarda u haqida birinchi eslatmalar Shumer sivilizatsiyasi qoldiqlarida kuzatiladi. Eronda eramizdan avvalgi X asrda za'faron tolalarini qurbonlik o'raladigan matolarni bo'yashda ishlatilgan, undan shuningdek kuchli tomizg'i sifatida foydalanib, attorlik mollari va lazizatli yog'lar tayyorlashgan. Iskandar Zulqarnayn armiyasida jarohatlarni davolashda ishlatilgan. Qadimgi Ahdda (Tavrotida) za'faron qurbonlik qilishda yordamchi vosita, bo'yoqchilik va attorlik moddasi sifatida ishlatilishi haqida bitilgan. Qadimgi Xitoy manbalarida shifobaxsh dori vositasi sifatida eslatilgan. Sharqda budda monaxlari liboslarini bo'yash uchun ishlatilgan. Yevropada uni ishlatgan boylar jamiyatda kiborlar tabaqasiga mansubligini ifodalagan. Rim arkoni davlati za'faronni dori sifatida, teri va matolarga bo'yoq, attorlik moddasi sifatida ishlatgan. U – eng mazali ziravor, sifatli tabiiy bo'yoq moddasi va qimmatbaho attorlik vositasi, hamma dardlarga davo bo'luvchi moddadir [1].

Sharqda ilgarilari u "qizil oltin" deb nomlangan. Za'faron qim-matbaholigining sababi ikkita: birinchidan, uni yetishtirish juda mashaqqatli ish, ikkinchidan, xushbo'yliqi, ta'mi va davolash xususiyatlari bo'yicha za'faron ziravorlar orasida tengsizdir.

Za'faron – yiliga bir marta 10-15 kun ommaviy gullaydigan, har bir gul ochilishining davomiyliqi faqat 2-3 kun bo'lgan qirmizi "krokus" (lotincha nomi) onalik guli tumshuqlarining quritilganidir. Za'faron gullari va xususan onalik gullarini qayta ishlash faqat qo'l mehnati bilan amalga oshiriladi. Onalik gullari tumshug'i faqat gullarning birinchi ochilgan kuni qirqib olinishi lozim. Uning sifati terim va uni quritishning tezligi bilan bog'liqdir. Bir kilogramm za'faron yig'ish uchun tongda quyosh hali onalik gullarini quritib ulgurmasidan, 150 ming dona atrofida guli terib olinishi lozim. Bir gektar yer maydonidan terimchilarning mahorati va ob-havoning munosib sharoitiga qarab 8-12 kilogramm za'faron yig'ib olish mumkin [2].

Za'faronning kimyoviy tarkibi 10-12 % suv, 5-7 % mineral moddalar, 5-8 % moy va mum, 12-13 % oqsil va eng oz miqdorda yog' ekstraktidan iborat o'ziga xos va xushbo'y yoqimli moddalardan tarkib topgan.

Qadimgi zamonlardan ma'lumki, u nodir va bemisl xususiyatlarga ega. U og'riqni qoldiruvchi, quvonch va xursandchilik baxsh etuvchi, tushkunlikdan chiqaruvchi, quvonch gormoni

– serotonin ishlab chiqarish xususiyatiga egadir. Shunday qilib, za'faron – inson doimiy iste'mol qilishga o'rganib qolmaydigan, yengil psixotrop moddadir.

Hakim Ayurveda za'faronni hazm taomni yaxshilashga, sezgi va nafas olish organlarini mustahkamlashga, jigar, buyraklar, limfa bezlarini tozalashga, titroqni bosishga, tomirlarda to'xtagan qonni yurgizishga, yuz rangini tiniqlashga, jinsiy quvvatni faollashtirishga ham xizmat qilishini ta'kidlagan. Qadimda kiborlar jamiyatiga mansub ayollar tug'ish oldidan og'riqni yengillashtirish maqsadida za'faron eritilgan suvni ichishgan [4].

Zamonaviy tibbiyotda u ko'zga tomiziladigan dori tayyorlashda va umumiy quvvatlantiruvchi turli dori-darmonlar tayyorlashda ishlatiladi. Za'faronning antikanserogen va antimutagen xususiyatlarga egaligi isbotlangan. Uni qaynoq sut bilan ichilsa, bosh miya faoliyatini mustahkamlab, xotirani kuchaytiradi. Agar asal bilan iste'mol qilinsa, buyrakdagi toshlarni maydalanishiga yordam beradi. Za'faron guli tumshuqlari eritmasi inson organizmiga zarur bo'lgan karotin, tiamin, riboflamin, flavonoidlar, kalsiy, fosfor kabi moddalarga va turli vitaminlarga boy. To'rt ming yillik ishlatish tarixida uning to'qson xil turli kasalliklarni davolashda qo'llanishi aniqlangan.

Za'faronning xushbo'y hidini hidlash insonni nafas olish organlariga ijobiy ta'sir qilib tinchlantiradi va uyqusizlikdan qutilishga yordam beradi. Kuchli bosh og'rig'ida va quloq shamollaganida za'faron suvida paxta yoki yumshoq matoni ho'llab kasal a'zoga bosilsa, og'riqni qoldiradi. Bundan tashqari u qorin ochish hissini ham kamaytiradi [3].

Za'faron me'yoridan oshirib ishlatilsa, sezgi organlarini qattiq zo'riqishiga olib kelishi mumkin. Me'yordan ko'p ovqatga qo'shilgan za'faron taomni buzishdan tashqari insonni zaharlanishga, bir necha gramm yangi uzilgan sifatli za'faron iste'mol qilinishi, o'limga ham sabab bo'lishi mumkin. Mutaxassis maslahatisiz homilador ayollarga tinchlantiruvchi vosita sifatida iste'mol qilish tavsiya etilmaydi.

Za'faron xarid qilishda yanchilib maydalanganini emas, balki butun tolali gullarini olish maqsadga muvofiq bo'ladi. Bundan ikki ming yil avval Pliniy yanchilgan za'faron qalbaki bo'lishi mumkinligi haqida ogohlantirgan. O'rta asrlarda za'faronni soxtalashtirgan kishi gulxan o'tida yoqilgan. Haqiqiy za'faron hech qachon arzon narxda sotilmagan. Uni uzoq saqlab bo'lmaydi, shuning uchun oldindan olib qo'yib yoki zaxira sifatida saqlab bo'lmaydi [5].

Za'faron sanoatda ipak, to'qilgan tolalar, gilamlarni bo'yashda, sariq rangli siyoh tayyorlashda, qimmatbaho qog'oz ishlab chiqarishda, rassomlikda, teriga yozuv ishlash va boshqalarda ham ishlatiladi. U pazandachilikda mislsiz vositadir. Uning kichkina tolasini qo'shib pishirilsa, taom yoqimli oltin rangida tovlanib, o'ziga xos xushbo'y ta'mga ega bo'ladi va oson hazm bo'ladi.

Pazandachilikda za'faron suyuq ovqatlar, baliq, go'shtli, sabzavotli taomlar va shirinliklar pishirishda ularga nozik ta'm, dorivor mazasi, chiroyli oltin rang berish uchun ishlatiladi. Za'faronni choy, kofe va alkogolsiz ichimliklarga qo'shilsa, insonni tinchlantirib, osoyishtalik bag'ishlaydi. Odatda za'faronning suvdagi eritmasi taom tayyor bo'lishi oldidan qo'shiladi. Har 1 litr tayyor taomga za'faron eritmasidan 5-6 tomchidan ko'p bo'lmagan miqdorda qo'shish kifoya qiladi. Bunday eritma tayyorlash uchun maydalab upa holiga keltirilgan za'farondan chorak choy qoshig'i miqdorida 50 g qaynatilgan suvga qo'shib xuddi choy damlaganga o'xshash uslubda 30 daqiqa tindirib, damlanma tayyorlanadi [6].

Za'faron xalq tabobatida bebaho dorivor va xushbo'y ziravorli giyoh hisoblanib, o'simligining inson salomatligi uchun foydali xususiyatlari qadimdan ma'lum. Hozirgi kungacha o'simlikning shifobaxsh xususiyatlari va ularni ishlatish usullari to'g'risida ma'lumot ilm fan olamida o'rganilib kelinmoqda. Ekma za'faron (*Crocus sativus* – za'faron posevnoy) ning gulchangchi asosiy xomashyo hisoblanib, tibbiyotda dori-darmon vositasi sifatida, oziq-ovqat sanoatida turli xil mahsulotlarga rang, hid va ta'm beruvchi ziravor sifatida foydalaniladi. Za'faronning o'simligi qadimdan dorivor vosita sifatida xalq tabobatida ishlatilgan. Zafaron ovqat hazm qilishni yaxshilab, ishtahani ochadi, organizmning hayotiy faolligini yaxshilaydi, kishilar undan oshqozon, yurak, jigar nafas olish a'zolari va asab tizimini mustahkamlashda, buyraklarni tozalashda, og'riqni qoldirishda, tinchlantiruvchi, peshob, o't va ter haydovchi vosita sifatida

foydalanishadi. Lekin homiladorlikda uni iste'mol qilib bo'lmaydi, chunki u homilani muddatidan oldin tushishiga sabab bo'lishi mumkin [7].

Za'faronning yana bir qator xususiyatlari quyidagilardan iborat:

- Onkologik kasalliklarni davolashda (hatto kasallikning oxirgi bosqichida saraton o'simtalariga qarshilik ko'rsatadi va ularning hujayralari o'sishini to'xtatadi);
- Qonni tozalashda (uni yangilaydi va tozalaydi, shu bilan birga yurak qon-tomir tizimini mustahkamlaydi, organizmning barcha hujayralarini oziqlantiradi);
- Miya faoliyati aktivligini yaxshilaydi (bosh miya to'qimalarini o'stiradi, xotirani yaxshilaydi);
- Nevrozdan forig'qiladi;
- Bosh og'rig'iga va uyqusizlikdan xalos etadi;
- Oshqozon-ichak faoliyatini me'yorga keltiradi;
- Ortiqcha o'tdan xalos etadi;
- Buyrak va qovuqni davolaydi (asal aralashtirilgan za'faron buyrak va qovuqdagi toshlarni maydalaydi);
- Antioksidant ta'sirga ega (energetik modda almashinuvini yaxshilaydi, zararli moddalarni chiqarib yuboradi);
- Organizmni quvvatlaydi;
- Ko'rish qobiliyatini tiklaydi, ko'z to'rpardasiidagi illatlarni davolaydi;
- Ereksiyani yaxshilaydi;
- Hayz siklida og'riqni yengillashtiradi;
- Terining kuygan va shish paydo bo'lgan joylarni davolaydi;
- Alergiyadan xalos etadi;
- Shamol va spazmalarni chiqarib yuboradi;
- Butun organizmni yoshartiradi;
- Organizmdagi radiatsiya darajasini pasaytiradi [8].

MATERIALLAR VA USLUBLAR

Namunani tayyorlash:

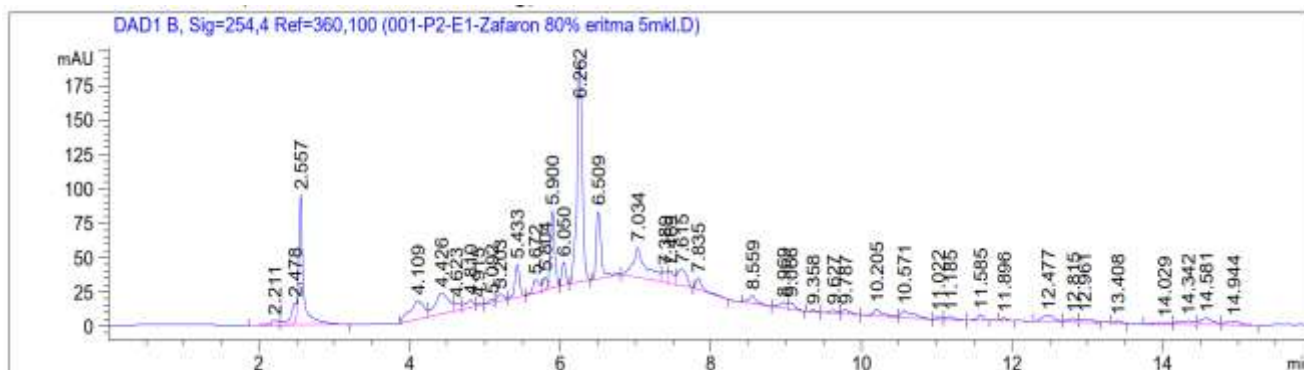
Za'faron o'simligini quyosh nuri tegmaydigan joyda quritiladi. Quruq xomashyo laboratoriya tegirmonchasida maydalanib 0,1 gr miqdorda analitik tarozida tortiladi. Tortmani 10 ml 40% etil spirtida ekstraktsiya qilinadi. Ekstraktsiya 4 soat mobaynida ultra tovushli suv hammomida ishlov beriladi. Daqiqasiga 6000 aylana/min marta aylantiruvchi sentrafugada 20 daqiqa aylantiriladi. Eritmani ustki qismi ajratib olinadi. Tayyorlangan tiniq eritma flakonlarga joylanib, HPLC Agilent Technologies 1260 yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasiga qo'yiladi.

Shartlar:

- ✓ HPLC tahlili Agilent Technologies 1260 yarali suyuqlik xromatografiyasida;
- ✓ Exlipse XDB C18 ustunida (teskari faza), 5 mkm, 4,6x250 mm o'lchamda amalga oshiriladi.
- ✓ Diodli massiv detektor (DAD), 250 nm.
- ✓ A eritmasi: 0,1% trifloroasetik kislota, pH 1,7: B:CH₃CN (asetonitril).
- ✓ Oqim tezligi 0,8 ml/min.
- ✓ Gradient tahlil asosida mobil fazalar harakatlanadi:
 - Atsitonitril : trifloroasetik kislota /min: 0-5 min/0%,
 - Atsitonitril : trifloroasetik kislota 5-11 min/0:25 %,
 - Atsitonitril : trifloroasetik kislota 11-19 min/25:40 %,
 - Atsitonitril : trifloroasetik kislota 19-21 min/40:40 %,
 - Atsitonitril : trifloroasetik kislota 21-25 min/40-0 %.
- ✓ Termostat harorati 25°C.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Zafaron ekstraktini HPLC uskunasiga kiritgan holatda Piktogrammalari olinadi va Standart piktogrammalarga taqqoslab tarkibidagi moddalar miqdori aniqlandi.



1-rasm. Za'faron xromotogrammasi.

Olingan natijalar standart xromotogrammalari bilan solishtirilgan holda eritma tarkibida qancha mkg/gr vitamin borligi hisoblandi.

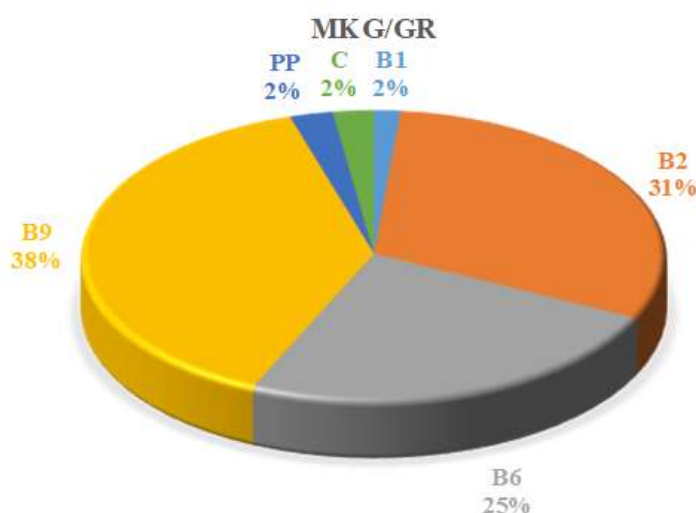
1-jadval

Zafaron tarkibidagi suvda eruvchi vitaminlarning miqdori

Vitaminlar	Mkg/gr
B1	0,06502
B2	1,344406
B6	1,068939
B9	1,679945
PP	0,106209
C	0,10074

Muhokama qism

Zafaron o'simligi kimyoviy tarkibi bo'yicha alohida ajralib turuvchi o'simlik hisoblanib tarkibidagi vitaminlar hisobiga ham qimmatli va biologik faollikka ega. Xromotografik tahlil usuliga ko'ra B9 foliy kislotasi boshqa vitaminlarga qaraganda yuqori miqdorda uchrashi aniqlandi. Bu esa o'simlikning organizm qizil va oq qon hujayralarini (qon ishlab chiqarishni) saqlab turishi, uglevodlarni energiyaga aylantirishi (metabolizm) va organizmning genetik qurilish bloklarini (DNK va RNK) sintez qilish va saqlash uchun muhimligini ko'rsatadi.



2-rasm. Zafaron tarkibidagi vitaminlarning miqdor bo'yicha hajmiy ulushi.

Kekingi o'rinda miqdor jiatdan B2 riboflavin uchrab zafaronning energiya ishlab chiqarish, hujayra o'sishi va yangilanishi, ko'z, teri, asab tizimi va immunitet tizimining salomatligi uchun zarur ozuqani bera oladi.

Peridoksin B6 vitamini 1 mkg/gr tashkil etib inson istemol qilganda asab tizimiga ijobiy ta'sir o'rsatishini anglatadi.

PP nikotin kislotasi, B1 tiamin va C askarnin kislotasi vitaminlari miqdori qolgan vitaminlardan miqdor bo'yicha kamligi aniqlandi, lekin faol ta'siri tufayli ushbu vitaminlar ham o'simlik tarkibida ajralib turadi.

Xulosa

Zafaron o'simligining yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi orqali olingan natijalar asosida, bu o'simlikning turli xil vitaminlarni o'z ichiga olganligi aniqlandi:

B1 vitamini miqdori 0,065 mkg/gr bo'lib, bu vitamin asosan metabolik jarayonlarni ta'minlaydi.

B2 vitamini miqdori esa 1.344 mkg/gr bo'lib, bu vitamin tana tuzilishini hamda energetik jarayonlarni ta'minlaydi.

B6 vitamini miqdori 1.069 mkg/gr bo'lib, bu vitamin aminokislotalarning metabolizmasida muhim rol o'ynaydi.

B9 vitamini, ya'ni folik kislota miqdori 1.680 mkg/gr bo'lib, bu vitamin DNK sintezida muhimdir.

PP vitamini, ya'ni niatsin miqdori 0.106 mkg/gr bo'lib, bu vitamin ham metabolik jarayonlarda muhim rol o'ynaydi. Oxirgi bo'lib, C vitamini miqdori 0.100 mkg/gr bo'lib, bu vitamin immunitetni oshirishda va o'ziga xos bir qator boshqa funksiyalarni bajarishda muhimdir.

Shu bilan birga, bu natijalar zafaron o'simligining foydali xususiyatlarini tasdiqlaydi va uni turli xil mahsulotlarda foydalanish uchun qo'llab-quvvatlovchi sifatida ko'rsatadi.

Adabiyotlar

- [1]. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2017 yil 21 avgustdagi 114-sonli yig'ilish bayonining "Respublikamizda za'faron (shafran) plantatsiyalarini barpo etish, farmatsevtika sanoati ehtiyojlarini ta'minlash va eksportbop dorivor o'simliklarni ko'paytirishni tashkil etish chora-tadbirlari to'g'risida"gi EDO-03/1-421-son qarori
- [2]. AGROBANK 100 КИТОВ ТО'ПЛАМИ. 32–kitob Shafran (za'faron) yetishtirish
- [3]. Гаргаезов Т.Г., Гасымов К.Г., Серкерев С.В., Новрузов Э.Н., Мурадов П.З., Шахмуратов И.А. Стратегия Изучения Биологии Апшеронской Популяции Шафрана (*Crocus sativus* L.) // АМЕА-нин Хабарлари (biologiya va tibb elmlari), - 2017. Cild 70. - №2. - С.164 - 173
- [4]. Abu Ali ibn Kanon vrachebnoy nauki. Izbrannyye razdeli. V 3-ch. (sostaviteli: Karimov U. I., Xurshut E. U.)- Tashkent: MIKO. –Fan, 1994.- 1 ch. –400 s., 2 ch. –360 s., 3 ch. –232 s.
- [5]. Askerov Turkiya Respublikasi Oziq-ovqat va qishloq xo'jaligi vazirligi hamda "Denizbank" hamkorligida tayyorlangan "100ta kitob"dan iborat to'plami SHAfran. – Baku: Azerneshr, 1934. – 113 s.
- [6]. Garagezov G., Gasyimov K.G., Serkerov S.V., Novruzov E.N., Muradov P.Z., SHaxmuradov I.A. Strategiya izucheniya bio – logii Apsheronskoy populyasii shafrana (*Crocus sativus* L.) // АМЕА-нин Xəbərləri (biologiya va tibb ilmlari), 2017. – Cild 70№2. – s.164-173.
- [7]. Zemlinskiy E. Lekarstvennyye rasteniya SSSR. – M.: Medgiz, 1958. – 608 s.
- [8]. Mahmudov V. *Crocus* turkumi turlarining O'zbekiston sharoitida introduksiyasi va bioekologik xususiyatlari: Biologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati. – Toshkent, 2017. – 44b.

УДК 664.8.022.3

YANTOQ (ALHAGI MAURORUM) SPIRTLII EKSTRAKTINING ANTIRADIKAL FAOLLIGI

B.B. Xolmurodov¹, B.B. Xolmuradov¹, J.J. Nasriddinov¹, A.J. Choriyev²

¹Toshkent Kimyo-Texnologiya Instituti Shahrisabz Filiali

²Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti

bahodirxolmurodov1994@gmail.com, tel: +998919638566

abdusattor197582@gmail.com, tel: +998977398275

boburxolmurodov1996@gmail.com, tel: +998939335553

jaloliddinnasriddinov95@gmail.com, tel: +998992729383

(Qabul qilindi 19.01.2024 y.)

Ushbu maqolada oksidlanish jarayonlari umumiy gomeostazni va organizmdagi reaktiv kislorod turlari adabiyotlar tomonidan o'rganilgan holda antiradikal faollik (ARF)ni baholash uchun antioksidantlar tomonidan barqaror 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DFPG) molekularini kamaytirish kinetikasini spektrofotometrik o'lchash usuli qo'llaniladi. Yantoq o'simligining antioksidant faoliyati kimyoviy tarkibidagi vitaminlar flavonoidlar, alkaloidlar, yog' kislotalari, polifinollar va boshqa moddalar evaziga namoyon bo'lishi o'rganildi. O'rganilayotgan aralashmalar yantoqning yer ustki qismlari ikki xil namuna,

poya va barg hamda urug' qismlari 1 mg / ml konsentratsiyada spirtida eritildi. Eritmadan 10, 20, 30, 40 va 50 mkl miqdorda DFPГ ning 3 ml eritmasiga qo'shildi va DFPГ erkin radikalining ingibirlanish darajasi tahlil jarayonida konsentratsiya oshgan sari ingibitrlash darajasi ortishi, shu bilan birga yantoq poya va barg qismiga nisbatan yantoq urug' qismi yuqori ingibitrlash xususiyati aniqlandi.

Kalit so'zlar: *Reaktiv kislorod, antiradikal faollik, ARF, DFPГ, oksidlanish, reaktiv kislorod, erkin radikal, flavonoid, ingibirlanish darajasi, yantoq, urug', poya, barg, organizm, radikal, antioksidant, Alhagi maurorum, flavonoid.*

В данной статье спектрофотометрическое измерение кинетики восстановления стабильных молекул 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (ДФПГ) антиоксидантами используется для оценки антирадикальной активности (АРА) на основе общего гомеостаза процессов окисления и активных форм кислорода в организме. Изучено, что антиоксидантная активность растения янтюк проявляется благодаря химическому составу витаминов, флавоноидов, алкалоидов, жирных кислот, полифенолов и других веществ. Исследуемые соединения растворяли в спирте в концентрации 1 мг/мл. 10, 20, 30, 40 и 50 мкл раствора добавляли к 3 мл раствора ДФПГ, при этом уровень ингибирования свободных радикалов ДФПГ увеличивался по мере увеличения концентрации в ходе анализа, при этом уровень ингибирования был выше в стебле и листе, чем в признаке стебля и листа.

Ключевые слова: *активный кислород, антирадикальная активность, АРФ, ДФПГ, окисление, активный кислород, свободный радикал, флавоноид, уровень ингибирования, стручок, семя, стебель, лист, организм, радикал, антиоксидант, Alhagi maurorum, флавоноид.*

This article uses spectrophotometric measurement of the kinetics of the reduction of stable 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DFPG) molecules by antioxidants to assess antiradical activity (ARA) based on the general homeostasis of oxidation processes and reactive oxygen species in the body. It was studied that the antioxidant activity of the yantok plant is manifested due to the chemical composition of vitamins, flavonoids, alkaloids, fatty acids, polyphenols, and other substances. The studied compounds were dissolved in alcohol at a concentration of 1 mg/ml. 10, 20, 30, 40, and 50 μ l of the solution were added to 3 ml of DFPG solution, and the inhibition level of DFPG free radical increased as the concentration increased during the analysis, while the level of inhibition was higher in the stem and leaf than in the stem and leaf feature was identified.

Key words: *reactive oxygen, antiradical activity, ARF, DFPГ, oxidation, reactive oxygen, free radical, flavonoid, level of inhibition, pod, seed, stem, leaf, organism, radical, antioxidant, Alhagi maurorum, flavonoid.*

KIRISH

Oksidlanish barcha tirik organizmlarda sodir bo'ladigan zaruriy fiziologik jarayondir. Biroq, reaktiv kislorod va azot turlarining (RKT va RAT) hosil bo'lishi va to'planishi va biologik tizimning ushbu reaktiv radikallarni zararsizlantirish qobiliyati o'rtasidagi nomutanosiblik oksidlovchi stressning kuchayishiga olib keladi. Reaktiv kislorod turlari (RKT) kamida bitta kislorod atomi va bir yoki bir nechta juftlashtirilgan elektronni o'z ichiga olgan mustaqil mavjud bo'lishga qodir molekulalardir. Reaktiv azot turlari (RAT) nitroksil anioni, nitrosoniy kationi, azotning yuqori oksidlari, S-nitrozotiollar va dinitrozil temir komplekslarini o'z ichiga olgan turli xil azot oksidi hosil bo'lgan birikmalardir. Reaktiv kislorod (RKT) va reaktiv azot turlari (RAT) ta'siridan va oksidlovchi stressdan butunlay qochish mumkin bo'lmasa-da, oksidlanish shikastlanishi va surunkali patologiyalardan himoyalaniş turli endogen va ekzogen antioksidantlar orqali amalga oshirilishi mumkin. Ko'pgina tabiiy yoki sintetik antioksidantlar (E vitamini, vitamin C, flavonoidlar, polifenollar va boshqalar) oksidlovchi stressga ijobiy ta'sir ko'rsatishi sababli ishlatilmoqda, bu haddan tashqari oksidlovchilar va erkin radikallar tufayli yuzaga keladigan bir qator kasalliklarni davolash yoki oldini olish uchun foydali bo'lishi mumkin [1].

Hujayradagi fiziologik sharoitlarni saqlab qolish uchun oksidlanish jarayonlari umumiy gomeostazni va organizmdagi reaktiv kislorod turlarining (RKT) barqaror darajasini saqlanishini ta'minlaydigan endogen antioksidant tizim deb ataladigan maxsus hujayra tizimining qattiq nazorati ostida bo'lishi kerak. Antioksidant tizimga antioksidant fermentlar, masalan, superoksid dismutaza (SOD, uning turli shakllari), katalaza, glutation almashinuvida ishtirok etuvchi fermentlar, peroksidazalar va boshqalar kiradi [2]. Bu tizim shuningdek, o'zgaruvchan valentli metallarni bog'laydigan oqsillarni o'z ichiga oladi, masalan, temirni bog'laydigan oqsillar - ferritin, transferrin va boshqalar Bundan tashqari, organizmda hujayradagi Reaktiv kislorod turlari darajasini ham tartibga soluvchi past molekulyar birikmalar ham mavjud. Tananing antioksidant tizimidagi nomutanosiblik

ma'lum bir organ yoki to'qimalarda oksidlovchi stressga olib keladi, bu ko'plab patologik jarayonlarning rivojlanishiga yordam beradi. Agar tananing antioksidant tizimi buzilgan bo'lsa, muvozanatni o'simlik bo'lgan ekzogen antioksidantlar bilan to'ldirish kerak.

Tabiiy birikmalar turli xil terapevtik ta'sirga ega dori-darmonlarning bitmas-tuganmas manbaidir. O'simliklar, hayvonlar va odamlarning ko'plab kasalliklari patogenezining molekulyar mexanizmlarini o'rganish shuni ko'rsatdiki, ularning barchasi u yoki bu darajada erkin radikal jarayonlarning faollashishi yoki bostirilishi bilan bog'liq [3]. Shuning uchun tabiiy va sintetik xom ashyolarga asoslangan bunday jarayonlarning regulyatorlarini izlash va o'rganish dolzarb bo'lib qolmoqda.

Hayvon organizmlariga nisbatan barcha o'simlik birikmalari u yoki bu darajada kimyoviy tuzilishining xilma-xilligi tufayli nihoyatda keng diapazondagi biologik faollikka ega bo'lib, hozirda ilmiy diqqat markazida bo'lmoqda. Yuqoridagilardan kelib chiqqan holda, antioksidantlarni izlash va ularning erkin radikal oksidlanish va nazoratsiz lipid peroksidatsiyasi jarayonlariga ingibitiv ta'sirini o'rganish juda o'z vaqtida va talabga ega bo'lib tuyuladi.

Erkin radikal oksidlanish jarayonlarini o'rganish bugungi kunda muhim ahamiyatga ega bo'lib, inson organizmida kuzatiluvchi turli metabolik jarayonlarga isbotlangan ta'siri tufayli muhim ahamiyatga kasb etadi [4]. Erkin radikallarning to'planishi lipid peroksidatsiyasini va hujayra membranasi disfunktsiyasini keltirib chiqaradi, bu esa tananing erta qarishiga, tez-tez kasallanishga va hatto xatarli o'smalarga olib kelishi mumkin. Antiradikal xossaga ega bo'lgan va xossalarini miqdoriy o'rganish natijasida antiradikal faollikka ega bo'lgan bunday moddalarni amaliyotda qo'llash usullarini taklif qilish mumkin. Shu bilan birga, hozirgi kunga qadar antiradikal faoliyat bo'yicha tadqiqotlar asosan o'simlik xom ashyosiga - efir moylari va ularning aralashmalariga, dorivor va boshqa o'simliklarning ekstraktlariga qaratilmoqda [5].

MATERIALLAR VA USULLAR.

Materiallar.

2 ta namuna

1. Yantoq poya va bargi
2. Yantoq urug'i

Cho'l o'simliklarida mahalliy jamoalar uchun arzon dori manbai bo'lgan muhim fitokimyoviy moddalar mavjud. Ushbu fitokimyoviy moddalar zararsiz ta'siri tufayli sintetik tibbiyotga qaraganda ancha yaxshi. Leguminosae oilasiga mansub Alhagi maurorum balandligi 1,5 dan 4 futgacha bo'lgan juda tarvaqaylab ketgan tikanli buta. Ildizlar 15 m chuqurlikka yetishi mumkin. Alhagi maurorum xalq tabobatida qoziq, migren, sig'il va revmatizmni davolashda ishlatiladigan tozalovchi, diaforetik, ekspektoran va siydik haydovchi vosita sifatida ishlatiladi. Ko'rib chiqilgan ma'lumotlar shuni ko'rsatdiki, o'simlik o'zining terapevtik salohiyatini isbotlash uchun fitokimyoviy va farmakologik tadqiqotlar uchun juda katta imkoniyatlarga ega [6].

Yantoq (Alhagi maurorum)- dukkaklilar oilasiga mansub bo'lgan o'simlik bo'lib, asosan suv taqchil hududlarda kech tarqalgan yovvoyi o'simlik hisoblanadi. Yantoq Iroqda topilgan Alhagi (Fabaceae) turkumining bir turi bo'lib, mahalliy aholi uni Aqual nomi bilan atashganlar. Bu o'simlik eng chuqur ildiz tizimiga ega bo'lib uning uzunligi 15 m gacha yetishi mumkin. Tikanli o'simlik, murakkab shoxli buta balandligi 0,45-1,22 metrgacha yetishi mumkin. Rangi kulrang-yashil va tuksiz o'simlik, barglari oddiy navbatmanavbat joylashtirilgan, barg shakli ovaldan nayzasimon shaklga ega. Gullar kichik no'xatga o'xshash, rangi pushti-binafshadan to'q qizil ranggacha bo'lishi mumkin. Barglari qisqa, umurtqa pog'onali novdalarda joylashgan. Urug'lari qizil-qo'ng'ir rangli, qobiqda joylashadi [7,8].

Yantoq(Alhagi maurorum) biologik faolligi alohida ajralib turadi. Bu borada Qur'oni Karimda turli kasalliklar va oziq-ovqatlarni davolash uchun dorivor o'simliklar sifatida tavsiya etilgan. Alhagining Qur'ondagi nomi Alman bo'lib, turli boblarda (surada), masalan, Bakara (57-oyat) eslatib o'tilgan: "Biz sizlarga oziq-ovqat sifatida foydali foydalanish uchun Alhagi va bedana yuboramiz, lekin ular bu sovg'alardan norozi edilar, aslida ular bor edi. o'zlariga zulm"; A'rof (160-oyat): "Biz Bani-Isroilni o'n ikki qabilaga bo'ldik va Muso alayhissalomga qamishingizni berishni

buyurdik, keyingi o'n ikki buloq oqardi, sizlarga hadya sifatida Alhagi va bedana jo'natamiz va pok hadyalarni eyishni buyurdik, lekin ular bu in'omlar va o'zlariga zulm edi"; Toha (80–81-oyatlar): “Bani-Isroilning balandligi, biz seni dushmanlardan qutqarib, Tur tog'iga oromgoh joylashtiramiz va senga sovg'a sifatida Alhagi va bedana jo'natamiz” [9].

Alhagi maurorum tarkibida flavonoidlar, yog' kislotalari, kumarinlar, glikozidlar, sterollar, steroidlar, qatronlar, vitaminlar, alkaloidlar, uglevodlar, taninlar, to'yinmagan sterollar va triterpenlar kabi ko'plab ikkilamchi metabolitlar mavjud. U antibakterial, yallig'lanishga qarshi, isitmani tushiruvchi, og'riq qoldiruvchi, antioksidant, oshqozon-ichak, yurak-qon tomir, diuretik, dermatologik va boshqa ko'plab ta'sirlarni ko'rsatdi. Ushbu sharhda Alhagi maurorumning kimyoviy tarkibiy qismlari va farmakologik va terapevtik ta'siri yoritiladi [10].

Shundan kelib chiqib, ushbu ish doirasida 2 ta namunaning (Yantoq poyasi va bargi, Yantoq urugi) barqaror erkin radikal DFPG (2,2-difenil-1-pikrilgidrazil)ga nisbatan antiradikal faolligi (ARF) o'rganildi.

TAHLIL VA NATIJALAR

DFPG usuli.

Antiradikal faollik (ARF)ni baholash uchun ushbu ishda antioksidantlar tomonidan barqaror 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DFPG) molekulalarini kamaytirish kinetikasini spektrofotometrik o'lchash usuli qo'llaniladi. O'rganilayotgan aralashmalar 1 mg / ml konsentratsiyada spirtida eritildi.

So'nggi paytlarda turli kasalliklarning patogeneza reaktiv kislorod turlarining (RKT) rolini o'rganishga qiziqish ortdi. Bir tomondan, reaktiv kislorod turlari (RKT) tabiiy fiziologik jarayonlar davomida hosil bo'ladi va tananing immunitet tizimini saqlab qolish, hujayra signallarini uzatish va gormonlarni sintez qilish uchun zarurdir. Boshqa tomondan, prooksidantlarning yuqori konsentratsiyasidan kelib chiqqan oksidlovchi stress oqsillar, hujayra membranalar va nuklein kislotalarning shikastlanishiga olib kelishi mumkin. Erkin radikal hujayralar zararlanishining eng aniq oqibatlari yurak-qon tomir, bronxopulmoner va onkologik kasalliklardir. reaktiv kislorod turlari (RKT)ning kerakli darajasi tananing antioksidant tizimi tomonidan saqlanadi. Biroq, ba'zi hollarda bu tizim ishlamaydi, bu patologik jarayonning paydo bo'lishiga olib keladi. Shunday qilib, ishda yantoq poya va bargi hamda urug' qismlarining antiradikal faolligi o'rganildi.

Antioksidantlar turli xil ta'sir mexanizmlariga ega bo'lishi mumkinligi sababli, ularning faolligini turli usullar yordamida o'rganish tavsiya etiladi. Ushbu ishda namunalarining Antiradikal faollik (ARF) 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DFPG) erkin radikaliga nisbatan baholandi.

O'rganilayotgan birikmalar 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DFPG)ning spirtli eritmasiga qo'shilsa, erkin radikal molekulalari radikal bo'lmagan shaklga aylanadi va zich binafsha rangli 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DFPG) eritmasi rangi o'zgaradi.

Barcha namunalar 1 mg/ml miqdorda suv va etil spirtida eritilib, dastlabki eritma sifatida foydalanildi. Dastlabki eritmadan 10, 20, 30, 40 va 50 mkl miqdorda 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DFPG)ning 3 ml eritmasiga qo'shildi. 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DFPG) erkin radikalining ingibirlanish darajasi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Yantoq o'simligi yir ustki qismlarining 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DFPG) erkin radikalining ingibirlanish darajasi

Modda (spirtli eritma)	Ingibirlash, % (10 chi minut holatiga)				
	10 mkl	20 mkl	30 mkl	40 mkl	50 mkl
Yantoq poyasi va bargi	5±1,3	9,1±2,4	11,4±2,5	17±1,7	20,2±1,6
Yantoq urug'i	18,1±1,8	32,6±1,5	60,7±1,4	74,3±2,4	83,5±2,8

MUHOKAMA

Adabiyotda dorivor o'simliklar ekstraktining antiradikal faolligi to'g'risida etarli ma'lumotlar mavjud bo'lib, ularning maksimal ta'siri polifenollar va flavonoidlarning eng ko'p miqdorini o'z ichiga olgan ekstraktlarda topilgan. Shunday qilib, keyingi ish va ARF mexanizmini o'rnatish uchun yantoq poya va barg hamda urug' qismlarning (polifenollar, flavonoidlar, taninlar, alkaloidlar va

boshqalar) tarkibi uchun ekstraktlarning sifat va miqdoriy tarkibini batafsil o'rganish talab etiladi.

Tahlil natijalariga asosan yantoq yer ustki qismlarining antiradikal faolligi konsentratsiya oshgan sari 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DFPG) erkin radikalining ingibirlanish darajasi ham oshib bormoqda 1-rasm.



1-rasm. Yantoq poyasi va bargi hamda urug'ining ingibirlanish darajasining solishtirish diagrammasi.

Yantoq barg va tana qismiga nisbatan yantoq urug'ining ingibitrlash darajasi mos ravishda yuqori. 10 mkl da yantoq poya va barg qismi 5%, yantoq urug'i esa 18,1%. Urug' qism 3,62 barobar faolroq xususiyatni nomoyon qildi. 20 mkl da yantoq poya va barg qismi 9,1%, yantoq urug'i esa 32,6%. Urug' qism 3,58 barobar faolroq xususiyatni nomoyon qildi. 30 mkl da yantoq poya va barg qismi 11,4%, yantoq urug'i esa 60,7%. Urug' qism 5,32 barobar faolroq xususiyatni nomoyon qildi. 40 mkl da yantoq poya va barg qismi 17%, yantoq urug'i esa 74,3%. Urug' qism 4,37 barobar faolroq xususiyatni nomoyon qildi. 50 mkl da yantoq poya va barg qismi 20,2%, yantoq urug'i esa 83,5%. Urug' qism 4,13 barobar faolroq xususiyatni nomoyon qildi. Yantoq poya va barg ekstrakti 10 mkl va 50 mkl oralig'ida ingibirlanish darajasi 4.61 barobar ko'paymoqda. Yantoq urug'ida esa 4.04 barobar ko'paymoqda.

XULOSA

Yantoq o'simligi tarkibiy komponentlar jihatdan alohida ajralib turadi. Bu borada Qur'oni Karimda turli kasalliklar va oziq-ovqatlarni davolash uchun dorivor o'simliklar sifatida tavsiya etilgan. Yantoq turlarining kimyoviy tarkibida yog' kislotalari, sterollar, kumarinlar, alkaloidlar, flavonoidlar va vitaminlar kabi faol moddalar bor. Shu sababdan yantoq yer ust qismi antiradikal faollikni namoyon qiladi. Tahlil natijasida yantoq o'simligi yir ustki qismlarining 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DFPG) erkin radikalining ingibirlanish darajasi konsentratsiya ortgan sari mos ravishta oshdi.

Tahlil natijalariga asoslanib yantoq o'simligining biologik faol degan xulosaga kelamiz. Yantoq yer ustki qismlaridan olingan ekstrakti biologik faol qo'shimcha sifatida ichimliklarda qo'llash muhim yechim hisoblanadi.

Adabiyotlar

- [1]. Pizzino, G.; Irrera, N.; Cucinotta, M.; Pallio, G.; Mannino, F.; Arcoraci, V.; Squadrito, F.; Altavilla, D.; Bitto, A. Oxidative Stress: Harms and Benefits for Human Health. *Oxidative Med. Cell. Longev.* 2017, 2017, 1–13. [Google Scholar] [CrossRef]
- [2]. Nita M, Grzybowski A. The Role of the Reactive Oxygen Species and Oxidative Stress in the Pathomechanism of the Age-Related Ocular Diseases and Other Pathologies of the Anterior and Posterior Eye Segments in Adults. *Oxid Med Cell Longev.* 2016;2016:3164734. doi: 10.1155/2016/3164734. Epub 2016 Jan 10. PMID: 26881021; PMCID: PMC4736974.
- [3]. Dzobo K. The Role of Natural Products as Sources of Therapeutic Agents for Innovative Drug Discovery. *Comprehensive Pharmacology.* 2022;408–22. doi: 10.1016/B978-0-12-820472-6.00041-4. Epub 2022 Jun 9. PMID: PMC8016209.

- [4]. Xankok, JT; Desikan, R.; Neil, SJ Hujayra signalizatsiya yo'llarida reaktiv kislorod turlarining roli. Biokimyo. Soc. Trans. 2001 , 29 , 345–350. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed].
- [5]. Ratz-Łyko, A.; Herman, A.; Arct, J.; Pytkowska, K. Evaluation of Antioxidant and Antimicrobial Activities of *Oenothera biennis*, *Borago officinalis*, and *Nigella sativa* Seedcake Extracts. *Food Sci. Biotechnol.* **2014**, 23, 1029–1036. [Google Scholar] [CrossRef]
- [6]. Ahmad, Nabeela & Bibi, Yamin & ., Saboon & Raza, Iqra & Zahara, Kulsoom & Idrees, Saiba & Khalid, Nadia & Bashir, Tasneem & Tabassum, Shaista & Mudrikah, Mudrikah. (2015). Traditional uses and pharmacological properties of *Alhagi maurorum*: A review. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease.* 5. 856-861. 10.1016/S2222-1808(15)60945-8.
- [7]. <https://metabrandcorp.com/functional-drink-trends-ingredients-types/>
- [8]. Corbo, M.R., Bevilacqua, A., Petrucci, L., Casanova, F.P., Sinigaglia, M., 2014. Functional beverages: the emerging side of functional foods commercial trends, research, and health implications. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 13, 1192–1205.
- [9]. Holey Quran; chapters Bagara (verses. 57), Araf (verses. 160) and taha (verses. 80-81). USA: Google books. [Online] Available from: [https:// books.google.com.pk/books?id=8hCktJb64WIC&printsec=frontcover&dq=quran+in+english&hl=en&sa=X&ved=0CCYQ6AEwAmoVChMIzs656tDuyAIV49ymCh0ETwRm#v=onepage&q=quran%20in%20english&f=false](https://books.google.com.pk/books?id=8hCktJb64WIC&printsec=frontcover&dq=quran+in+english&hl=en&sa=X&ved=0CCYQ6AEwAmoVChMIzs656tDuyAIV49ymCh0ETwRm#v=onepage&q=quran%20in%20english&f=false) [Accessed on 10th May, 2015.
- [10]. Al-Snafi, Ali. (2015). *Alhagi maurorum* as a potential medicinal herb: An Overview. *International Journal of Pharmacy Review and Research.* 5. 130-136.

УДК 676.15.66.45.31

ДОРИВОР ЎСИМЛИКЛАРДАН ПОРОШОКЛИ ЦЕЛЛЮЛОЗА ОЛИШ ВА ХОССАЛАРИНИ ЎРГАНИШ

Д.Ш. Ҳамдамова, В.К. Умарова, М.Т. Примкулов

*Тошкент кимё - технология институти
(Қабул қилинди 27.01.2024 й.)*

Калит сўзлар: гидролиз, ИК-спектр, рентгенограмма, кристаллик даражаси, кристаллик индекси, наноцеллюлоза, порошок целлюлоза.

Сода, кислота, ишқор ва водород пероксидлари билан чуқур гидролизга учратиб доривор ўсимлик поясидан целлюлоза ва наноцеллюлоза олинди. Олинган намуналарни ИҚ-спектр ёрдамида функционал гуруҳларнинг характеристик тебраниш частоталари ва рентгенграфик усулида кристаллик даражаси ва индекси аниқланди

Ключевые слова: гидролиз, ИК-спектр, рентгенограмма, степень кристалличности, кристаллический индекс, наноцеллюлоза, порошковая целлюлоза

Целлюлозу и наноцеллюлозу получали из стебля лекарственного растения путем глубокого гидролиза содой, кислотой, щелочью и перекисью водорода. ИК-спектр образцов определяли по характерным частотам колебаний функциональных групп, а также по степени кристалличности и индекса с помощью рентгеновских лучей.

Key words: hydrolysis, IR spectrum, X-ray diffraction pattern, degree of crystallinity, crystal index, nanocellulose, powdered cellulose

Cellulose and nanocellulose were obtained from the stem of a medicinal plant by deep hydrolysis with soda, acid, alkali, and hydrogen peroxide. The IR spectrum of the samples was determined from the characteristic vibration frequencies of functional groups, as well as the degree of crystallinity and index using X-rays.

Кириш

Сўнгги йилларда целлюлозадан янги структуравий кўринишдаги маҳсулотлар олиш мақсадида кўплаб тадқиқотлар олиб борилмоқда. Структуравий ўзгартириш асосан, целлюлозани турли ўлчамларда майдалаб, порошок кўринишига келтириш[1-3]. Адабиётларда улар микрокристаллик целлюлоза (МКЦ), порошокли целлюлоза (ПЦ) ва наноцеллюлоза (НЦ) деб номланган. Уларни олиш усуллари шунингдек хоссаларини ўрганиш учун хом ашё ўрнида асосан, ёғоч ва пахта целлюлозасидан, жуда кам ҳолатларда бир йиллик ўсимлик пояларидан фойдаланишган. Биз микрокристаллик целлюлоза олишда

доривор ўсимликлар поясидан фойдаландик, бу ҳақида адабиётларда маълумотлар мавжуд эмас. Дастлабки тадқиқотларимиз бир нечта журналларда чоп этилди[4,5]. Навбатдаги тадқиқотимизнинг мақсади, доривор ўсимлик поясидан(кейинчалик поя) целлюлоза ва НЦ олиш ва уларнинг хоссаларини ўрганиш.

Тажриба усули ва натижалар муҳокамаси

1. Целлюлоза олиш. Ҳаво қуруқлигидаги доривор ўсимлик поясидан 250 г олиниб, 5-10см атрофида қирқиб майдаланди ва 1:50 модулда 24 соат давомида сувда бўктирилди. Пояни ивйтишдан мақсад, кейинги жараёнларни тезлаштириш. Бўктирилган масса устига 250 г натрий бикарбонат (NaHCO_3) тузидан, 2 соатдан кейин 250 мл сирка кислотасидан қўшиб аралаштирилди. Аралаштириш жараёнида реакцион масса бир қанча вақт қўпириб турди. Масса 24 соат тиндирилгач, лаборатория дезинтераторида майдаланди, сўнгра массани 3% нитрат кислота (HNO_3) да 1:20 модулда 1 соат қайнатилди. Олинган массани рН кўрсаткичи 5-7 бўлгунга қадар ювилиб, сўнгра 10% NaOH эритмасида 1:20 модулда 6 соат қайнатилди. Натижада, бир хил суспензия аралашмаси ҳосил бўлди. Массани оқартириш учун 8% ли водород пероксид (H_2O_2) эритмасида 1:10 модулда 2 соат қайнатилиб, 24 соат хона ҳароратида тиндирилди. Сўнгра олинган масса рН 8-9 кўрсаткичга келгунча ювилиб, филтрлаб ажратиб олинди (1-расм).



1-расм. Олинган целлюлозани умумий кўриниши.

2. Наноцеллюлоза олиш. Олинган целлюлоза асосида микрокристаллик целлюлоза (МКЦ) олиш учун 10% ли H_2SO_4 ва 10% ли H_2O_2 (1:1 нисбатда) аралашмасида 5 соат қайнатилди. Сўнгра масса дистилланган сувда рН=7 гача ювилди. Реакцион массада МКЦ қисмини ажратиб олиш учун филтрланди. Филтрлаш жараёни қийин кечди, чунки филтрлашда МКЦ исроф бўлмаслиги учун жараён вакуумсиз олиб борилди. Массадagi МКЦ сувда яхши бўккани учун оппоқ булутга ўхшаб кўпчиб гел ҳолатига ўтди (2-расм).



2-расм. Филтрлаш сўнгида массани кўриниши.

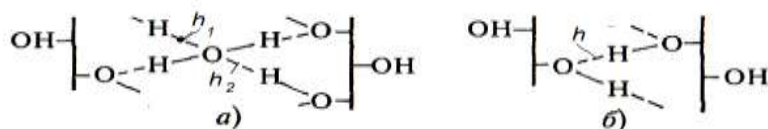
Гелни қурийтиб, соф қуруқ заррачалар кўринишига келтириш учун, тахминан 1 см^3 геометрик шаклсиз қўлда бўлакчаб, қоғоз устига жойлаштириб, қурийтиш шкафига $50-60^\circ\text{C}$ да 6 соат қурилди. Оппоқ кўринишдаги гел қуригач, кулранг кўринишга ўтиб қолди. Қуриган гел бўлакчалари лаборатория дезинтераторида майдаланмади, 1,5 МПа босимли лаборатория прессида ҳам эзилмади. 10 МПа босимли прессида гел бўлакчалари эзилди ҳамда уларни дезинтеграторда майдалаганда ўлчамлари тахминан 1 мм^3 агрегацияланган заррачаларга эришилди.

Микрокристаллик целлюлоза олиш жараёнида дезинтеграциялашдаги муаммоларга бошқа тадқиқотчилар ҳам дуч келган [6,7]. Бу муаммоларни ҳал қилиш учун ҳар хил усулларни қўллашган. Булардан бири 595-79 ГОСТли пахта целлюлозасини минерал кислота билан гидролизлаб МКЦ олиш жараёнида заррачалар агрегат ҳолатига ўтиб қолмаслиги учун, қурийтиш жараёни майдалаш билан бирга олиб борилган. Майдалашда ультра товуш (УЗ) жиҳозидан фойдаланилган [6].

Шунингдек, профессор А.А.Атаханов томонидан пахта целлюлозасидан олинган МКЦ дан наноцеллюлоза олишда майда заррачаларнинг агрегацияланиш ҳолатининг олдини олиш учун, жараёнда массага 0,03% ли натрий карбоксиметилцеллюлозанинг эритмасидан қўшган [7]. Бунда карбоксиметилцеллюлозанинг алмашилиш даражаси 0,80 ва полимерланиш даражаси 650 тенг бўлган.

Наноцеллюлоза агрегатининг ўта мустаҳкамлигига сабаб ундаги водород боғлари ҳисобланади. Маълумки, водород боғининг кучи валент боғининг кучидан 15-20 баробар

паст. Лекин, Ван-дер-Вальс кучидан 4-8 баробар кучли. Водород боғлар, – ОН электроманфий атоми О⁻ билан, маълум масофада яқинлашганда ҳосил бўлади (3-расм). Одатда, бу масофа гидроксил гуруҳлар учун $(2,7-2,8)10^{-8}$ см бўлади.

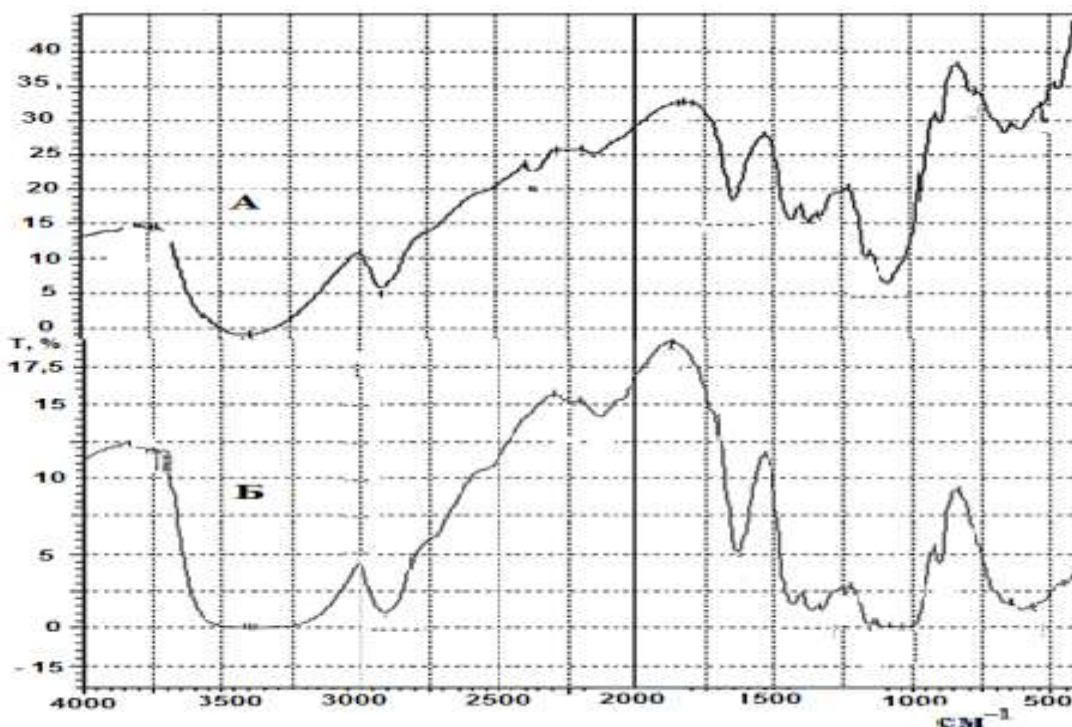


3-расм. Целлюлоза молекуласи занжирларидаги водород боғлари орасидаги масофанинг шартли схемаси:

- а) – микрокристаллик целлюлоза учун $h_1 + h_2 = 2,7-2,8 \text{ Å}$;
б) – наноцеллюлоза учун $h = 1,5 \text{ Å}$.

Масофа камайган сари водород боғининг кучи ортиб боради: $(2,7-2,8)10^{-8}$ см - 17-19 кЖ/моль; $1,5 \times 10^{-8}$ см - 29-31 кЖ/моль [8]. Демак, целлюлоза гидроксил гуруҳлари орасидаги масофанинг кичиклиги агрегацияланган наноўлчамли заррачаларни

дезинтеграциялашнинг қийинлиги, ундаги водород боғларининг кучлилигидадир. Шу сабабли НЦ дан тайёрланган маҳсулотлар ўта пишиқ бўлади.



4-расм. Целлюлозаларнинг ИҚ-спектри: а) – целлюлоза; б) – наноцеллюлоза.

Доривор ўсимлик целлюлозаси ва ундан олинган наноцеллюлозаларнинг ИҚ-спектри, замонавий Perkin-Elmer фирмасининг System-2000 Фурье-ИҚ-спектрометрида олиниб, уларнинг функционал гуруҳларининг характеристик тебраниш частоталари, интенсивлиги ва тебраниш валент турлари аниқланди (4-расм).

ИҚ-спектроскопия усулида молекулани ташкил этган атом ядроларининг тебранма ҳаракати ва молекуланинг масса маркази атрофида айланиши кўрилди. 1-жадвалда целлюлоза ва ундан олинган наноцеллюлозаларнинг 3750 см^{-1} ва 500 см^{-1} оралиғидаги соҳаларининг энг муҳим функционал гуруҳларининг характеристик тебраниш частоталари келтирилган.

1-жадвал

Ютилиш соҳаси, см^{-1}	Гуруҳ
3750 - 3500	Водород боғ ҳосил қилмаган ОН гуруҳ
3525 – 3250	Водород боғ ҳосил қилган ОН гуруҳ
1750-1700	Тўйинган алифатик кислота СО гуруҳи
1420-1335	Туз кислоталаридаги COO^- анион
1250-1200	

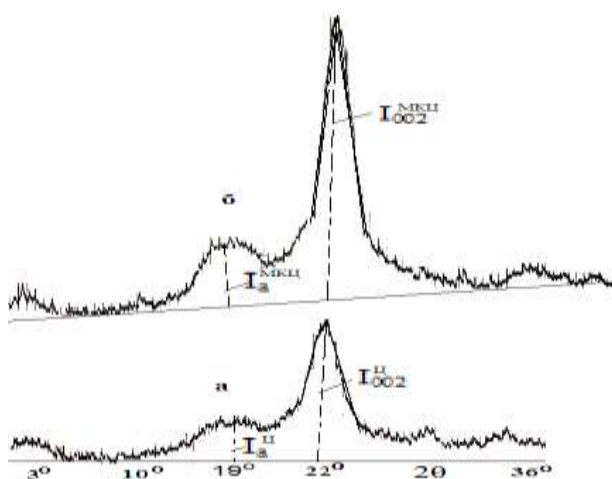
ИҚ-спектрнинг юқори частотали қисмида ($3750 - 3500\text{см}^{-1}$) ютилиш полосаларининг борлиги молекулалар таркибида боғланмаган ОН гуруҳининг мавжудлигини, спектрнинг $3525 - 3250\text{см}^{-1}$ да эса – ОН гуруҳининг боғланганини билдиради. Спектрнинг $2850-2950\text{см}^{-1}$ оралиқдаги соҳасида (CH_2) гуруҳнинг симметрик валент тебранишлари туфайли юзага келган полосалар жойлашган. $1420-1335\text{см}^{-1}$ ва $1250-1200\text{см}^{-1}$ спектрлардаги полосалар қайчисион тебранишлар натижасида юзага келган полосалардир. Спектрнинг 1305 ва 722см^{-1} соҳасидаги кам бўлган полосалар маятниксимон тебранишлари туфайли юзага келган.

Жадвалдаги маълумотларга қараганда, тебраниш тури валентли бўлиб, интенсивлиги юқори. Ютилиш соҳаси $2910,61\text{см}^{-1}$ даги CH_2 функционал гуруҳининг тебраниш тури ассиметрик валентли бўлиб, интенсивлиги юқори. Қўшбоғли – $\text{C} \equiv \text{N}$ – ва – $\text{C} = \text{N}$ – функционал гуруҳлардаги ҳосил қилган атомларнинг массаси бир хил, фақат k – доимийсида фарқ қилади. k -доимийлиги қуйидаги формулалар ёрдамида ҳисобланади:

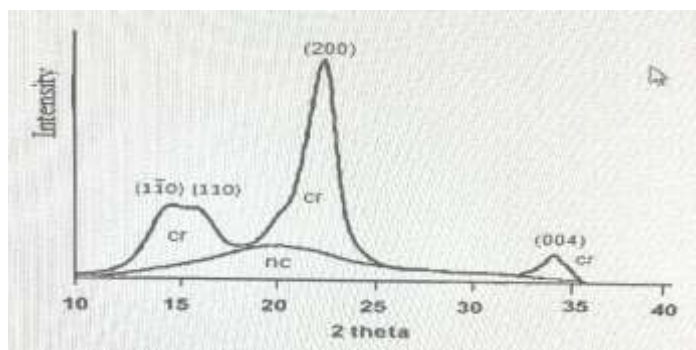
$$\nu = \frac{1}{2\pi c} \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (1)$$

$$m = \frac{m_1 \times m_2}{m_1 + m_2} \quad (2)$$

Бу ерда: ν – тебраниш частотаси, см^{-1} ; π – ўзгармас катталиқ; c – ёруғлик тезлиги; k – ҳар бир боғ учун характерлибўлган боғ доимийлиги; m – келтирилган масса; m_1 ва m_2 лар $\text{C} \equiv \text{N}$ ва $\text{C} = \text{N}$ ларнинг атомлар массаси. $\text{C} \equiv \text{N}$ ва $\text{C} = \text{N}$ гуруҳлар ИҚ-спектрда ютилиш полосаларининг интенсивлиги жуда паст бўлади.



5-расм. Целлюлозаларнинг рентгенограммаси: а -целлюлоза; б-микрокристаллик целлюлоза.



6-расм. Пахта толасини рентгенограммаси [1]: cr – кристаллик қисм; nc – аморф қисм.

Олинган целлюлоза ва микрокристаллик целлюлоза намуналарининг устмолекуляр структурасидаги ўзгаришини рентгенструктура анализи орқали аниқланди. Структурадаги рентгенография Тошкент полимерлар физикаси ва кимёси институти ёрдамида олиб борилди. Тадқиқот натижаси 5-расмда келтирилган. Рентген дефрактограммаларда аниқланган рефлекслар уч текисликда целлюлозаси ва микрокристаллик целлюлоза намуналарини рентгенографик тадқиқотлар рентген $\text{CuK}\alpha$ -нурланувчили дефрактометрида $2\theta = 3 - 36^\circ$ нур тарқатувчи бурчакларида олиб борилди. Кристаллик рефлекси бурчаги $2\theta = 22^\circ$. (5-расм).

Намуналарнинг кристаллик даражаси М.Я. Иоселович методикаси бўйича аниқланди[1]. Бу янги усул бўйича моддаларни кристаллик даражасини аниқлаш рентгеноген дифрактометрга асосланган бўлиб, ёйилиш нури бурчаги бўйлаб функция тезлигини ўзгариши $I = f(2\theta)$ баҳолашга асосланган. Ҳисоблаш учун 2θ бурчак бўйича биринчи модул ҳосиласи интенсивлиги интегралини дифрактограмма эгри чизиғи тагидаги юза интегрални нисбатидан

фойдаланилади. Мисол тариқасида 6-расмда пахта толасини рентгенограммаси дифрактограмма чизмасида целлюлозани кристалл ва аморф қисмлари эгаллаган юзасини аниқлашга асосланган [1].

Иоелович методикаси бўйича целлюлозанинг кристаллик даражаси 70%, МКЦ нинг кристаллик даражаси эса -73% ташкил этади. Рентгенографик тадқиқот бўйича аниқланганда МКЦ нинг кристаллик даражаси целлюлозасиникига қараганда бироз юқори (73%), сабаби целлюлозани $H_2SO_4+H_2O_2$ эритмалари аралашмасида гидролизланганда аморф қисмининг бир қисми эритмага ўтиб кетган.

Намуналарни кристаллик индекси Сегал методи бўйича аниқланди [9]. Бу метод кенг тарқалган бўлиб, кристаллик индекси, I_k , рентген дефракцияси рефлексининг интенсивлигига асосланган. 5-расмда келтирилган рентгенограмма асосида, қуйидаги эмперик формула ёрдамида ҳисобланади:

$$I_k^c = I_{002}^c - I_a^c / I_{002}^c \quad (3)$$

$$I_k^{МКЦ} = I_{002}^{МКЦ} - I_a^{МКЦ} / I_{002}^{МКЦ} \quad (4)$$

бу ерда: I_{002} – 002 рефлексининг интенсивлиги; I_a – нур тарқалишининг $2\theta=19^\circ$ даги интенсивлиги. 2-жадвалда рентгенструктура анализи натижалари келтирилган.

2-жадвал

Целлюлозаларнинг кристаллик даражаси

Кўрсаткичлар номи	Доривор ўсимлик		Арча дарахти		Пахта	
	целлюлоза	МКЦ	целлюлоза	МКЦ	целлюлоза	МКЦ
Кристаллик даражаси (М.Я. Иоелович методи бўйича),%	70	73	44	50	70	75
Кристаллик индекси (Сегал методи бўйича)	0,82	0,83	0,60*	0,65*	-	0,89**

*В.Н.Сунайт тадқиқотларидан. ** Иоелович тадқиқотларидан.

Хулоса. Биринчи маротаба, сода, кислота, ишқор ва водород пероксидлари билан чуқур гидролизга учратиб доривор ўсимлик поясидан целлюлоза ва наноцеллюлоза олинди. Олинган намуналарни ИҚ-спектр ёрдамида функционал гуруҳларнинг характеристик тебраниш частоталари ва рентгенографик усулида кристаллик даражаси ва индекси аниқланди.

Адабиётлар

- [1]. Ioelovich, M. Physicochemical methods for determination of cellulose crystallinity/M. Ioelovich //Chem.ports. – 2016 – Vol. 9, №3-p.245-251.
- [2]. Мамзякова Т.Р., Тебердеев Т.Р., Вершинин М.С., Лексин В.В., Мамзяков А.А., Дебердеев А.А. Получение наноцеллюлозы из недревесного растительного сырья. Химия растительного сырья. 2019, № 3, С.15-21.
- [3]. Мардаков И.С., Кривошагин П.В., Торлопов М.А., Кривошагина Е.Ф., Дёмин В.А. Влияния надмолекулярной структуры целлюлозы на морфологию волокон оксида алюминия, полученного золь-гель методом. Химия в интересах устойчивого развития 22(2014) 145-151.
- [4]. Норматов Г. А., Примкулов М.Т. Изучение процесса получения целлюлозы из стеблей различных однолетних бахчевых культур. Электронный научный журнал. Выпуск 11(56) ноябрь 2018 г. г. Москва, РФ. ООО «МЦНО».
- [5]. Норматов Г.А., Примкулов М.Т. Получение чистой целлюлозы из стеблей помидора.Электронный научный журнал. Выпуск 12(57) 25 декабрь 2018 г. Москва, РФ. ООО «МЦНО».
- [6]. Павлов И.Н., Куничан В.А., Измельчение микрокристаллической целлюлозы в процессе сушки. Химия растительного сырья. 1999. №2. С. 159-162.
- [7]. Атаханов А.А. Получение, структура, свойства и технология производства хлопковой, микрокристаллической и наноцеллюлозы. Автореферат Докторской диссертации. Ташкент. 2016г.
- [8]. Никишин В.М., Оболенская А.В., Щеголев В.П. Химия древесины и целлюлозы. Москва. “Лесная промышленность”. 1978.

- [9]. Sigal, L. An empirical method for estimating the degree of crystalline of native cellulose using the X-ray diffractometer / L. Sigal, J.J. Creely, A. E. Jr. Martin, C.M. Conrad // Textile Research Journal. – 1959. – Vol. 29, № 10. – P. 786-794.

УДК 665.775

**ПИРИМИДИН АСОСИДА ТЕХНИК ОЛТИНГУГУРТДАН ПОЛИМЕР
ОЛТИНГУГУРТ ОЛИШ ВА БНД 60/90 МАРКАЛИ БИТУМ ХОССАЛАРИГА
ТАЪСИРИНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ**

Б.Ш. Хурсандов, Ф.А. Юлдошов, А.А. Кўчаров, Ф.М. Юсупов

Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси Умумий ва ноорганик кимё институти

E-mail: xursandovbobomurod92@mail.ru

E-mail: azizbek.kucharov94@mail.ru

(Қабул қилинди 29.01.2024 й.)

The structure and properties of the optimal conditions of polymer sulfur obtained on the basis of local sulfur raw materials were studied in this article. A composition based on pyrimidine with sulfur was obtained. ISO 8332, ASTM D4569, ISO 8332 methods were used to determine the optimal conditions of polymer sulfur. The synthesized copolymer was compared with the commercial product OT20. Optimum conditions for mixing obtained polymer sulfur with BND 60/90 brand bitumen were determined. Polymer sulfur and sulfur-containing bitumen obtained on the basis of research are the main products in tire production and road construction in the rubber engineering industry.

Key words: Technical sulfur of the Mubarak gas processing plant, BND 60/90 brand bitumen of the Jarkurgan oil refinery, polymer sulfur, HDOT20 polymer sulfur, pyrimidine, copolymer, thermal stability, acid tolerance, ash level.

В данной работе изучены структура и свойства полимерной серы оптимальных условий, полученной на основе местного серного сырья. Получен состав на основе пиримидина с серой. Для определения оптимальных условий содержания полимерной серы использовались методы ISO 8332, ASTM D4569, ISO 8332. Синтезированный сополимер сравнивали с коммерческим продуктом OT20. Определены оптимальные условия смешивания полученной полимерной серы с битумом марки БНД 60/90. Полимерная сера и серосодержащие битумы, полученные на основе исследований, являются основной продукцией в шинном производстве и дорожном строительстве в резиновом машиностроении.

Ключевые слова: Техническая сера Мубаракского ГПЗ, битум марки БНД 60/90 Джаркурганского НПЗ, полимерная сера, полимерная сера HDOT20, пиримидин, сополимер, термостойкость, кислотоустойчивость, зольность.

Мазкур ишда маҳаллий олтингурут хомашёси асосида олинган полимер олтингурутнинг оптимал шароитларини тузилиши ва хоссалари тадқиқ қилинган. Олтингурут билан пиримидин асосида композиция олинган. Полимер олтингурутнинг оптимал шароитларини аниқлашда ISO 8332, ASTM D4569, ISO 8332 методлардан фойдаланилган. Синтез қилинган сополимер билан OT20 тижорат маҳсулоти солиштирилди. Олинган полимер олтингурут БНД 60/90 маркали битум билан аралашини оптимал шароитлари аниқланди. Тадқиқот асосида олинган полимер олтингурут ва олтингурутли битум резинатехника саноатида шина ишлаб чиқаришда ҳамда йўл қурилиш соҳасида асосий маҳсулот ҳисобланади.

Калит сўзлар: Муборак газни қайта ишлаш заводининг техник олтингурути, Жарқўргон нефтни қайта ишлаш заводининг БНД 60/90 маркали битуми, полимер олтингурут, HDOT20 маркали полимер олтингурут, пиримидин, сополимер, термик барқарорлик, кислотага бардошлилик, куллилик даражаси.

Кириш

Бугунги кунда олтингурутни модификация қилиш ва уни битум таркибига киритиш орқали йўлларнинг узок муддат ва сифатли хизмат кўрсатиши таъминланмоқда.

Олтингурутни модификация қилишни Россиянинг профессор олимлари ўзларининг мақолалари, патентлари ва илмий китобларида айтиб ўтганлар [1]. Бундан ташқари модификация қилинган олтингурутни битум таркибига киритиш бўйича ҳам олимларнинг

мақола ва патентлари ишлаб чиқилган. Олинган натижалардан келиб чиққан ҳолда олтингугуртли асфальтбетон қоришмасини тайёрлаш мумкин. Бу иш бўйича ҳам олимлар ва профессорларнинг илмий ишлари мавжуд [2]. олтингугуртли асфальтбетон қоришмасини тайёрлаш ва уни ётқизиш технологияси бўйича ҳам илмий ишлар мавжуд. Ўзбекистон ҳудудида ҳозиргача олтингугуртли асфальтбетон қопламали йўллар мавжуд эмас. Россия давлатида бундай йўллар мавжуд ва олтингугуртли асфальтбетон йўллар учун норматив ҳужжатлар ҳам ишлаб чиқилган [3].

Васильев Юрий Эммануилович, Мотин Николай Васильевич, Пекарь Светлана Сергеевна, Шубин Александр Николаевич, Якоби Василий Вильгельмовичларнинг [4] патентда олтингугуртни модификация қилиш кўрсатилган. Модификацияланган олтингугурт сероасфальтбетон қоришмасидаги битум таркибининг 20-30% ини ташкил этади. Бу эса сероасфальтбетон қопламасининг узоқ муддат хизмат қилишини таъминлайди. Камчилик томони шундан иборатки, агар олтингугурт модификация жараёнида 155°C дан юқори ҳароратда қиздирилса одамлар учун заҳарли бўлган водород сулфиди ва олтингугурт диоксиди газларини чиқара бошлайди.

Шунингдек, олтингугуртли битумларнинг айрим камчиликлари ҳам мавжуд ҳисобданиб буларга асфалтобетон аралашмаларини тайёрлаш технологияларига ўзгартиришлар киритиш эҳтиёжи, технологик қурилмаларнинг коррозияга учраши ҳамда заҳарли газлар (водород сульфид ва олтингугурт оксидлари) ҳосил бўлиши, уни олдини олиш мақсадида асфалтобетон аралашмаларни тайёрлашда ҳароратга чегаралар қўйилиши ва технологик жараён доимий назорат талаб қилиши кабилар киради [5].

Материаллар ва методлар

Тадқиқот учун материаллар сифатида Муборак газни қайта ишлаш заводининг техник олтингугурти, БНД 60/90 маркали битум ва модификатор сифатида пиримидин танланди.

Олинган полимер олтингугуртнинг эримаган олтингугурт миқдори (умумий олтингугурт), олтингугуртнинг умумий ҳажми бўйича эриш миқдори, иссиқликка бардошлилиги ISO 8332 бўйича, кислотага бардошлилик даражаси H_2SO_4 ASTM D4569 бўйича, куллилиқ даражаси ASTM D4574 бўйича аниқланди. Олтингугуртли битумнинг шар бўйича юмшаш ҳарорати, чўзилувчанлик, нинанинг ботиш чуқурлиги бўйича кўрсаткичлари аниқланди [6].

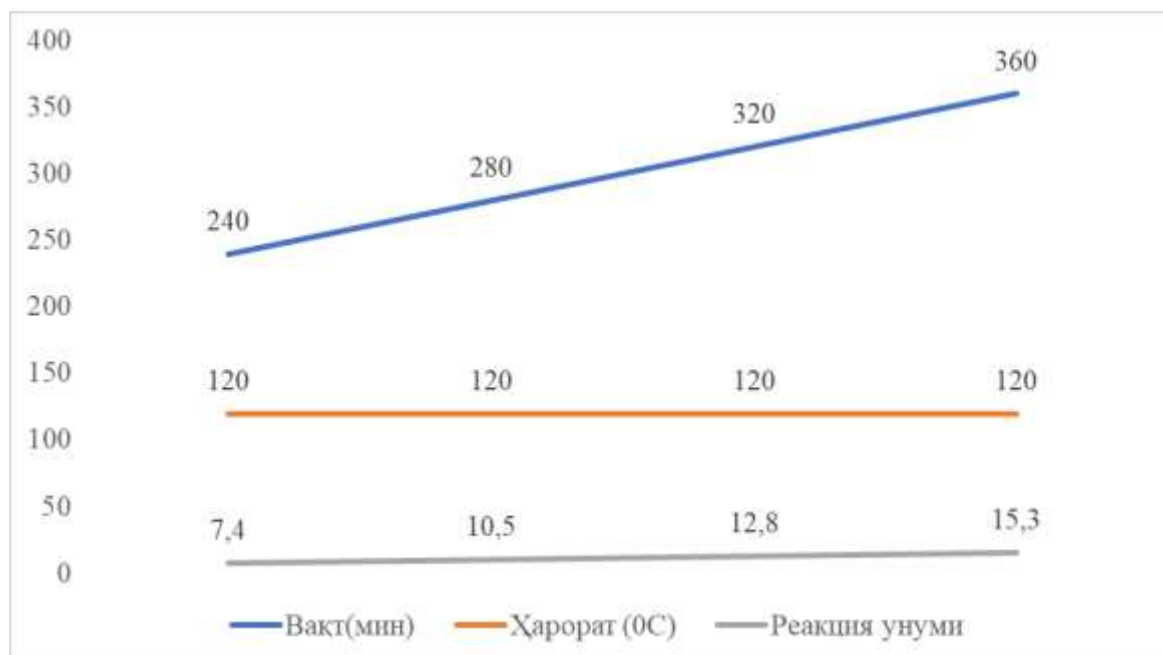
Битумнинг қовушқоқлиги пенетрометр игнасининг ботиш чуқурлиги билан аниқланади. Асбобдаги ҳар бир градус игнанинг битумга 0,1 мм га ботганлигини кўрсатади. Қовушқоқ битумнинг чўзилувчанлиги дуктилометр асбобида аниқланади. Бунда битум ипининг маълум ҳароратларда ва маълум тезликларда чўзиш натижасида узилгандаги узунлиги см.ларда қабул қилинади. Йўлбоп битумлар 25 °C ва 0 °C ҳароратларда аниқланиб, чўзиш тезликлари мутаносиб равишда 5 см/мин. ва 0,5 см/мин. қабул қилинади [7].

Битумнинг шар бўйича юмшаш ҳарорати. Битумли халкалар асбобнинг махсус штативига ўрнатилади, халқадаги битум ўртасига пўлат шарлар ўрнатилади. Термометр асбобнинг махсус жойига халқалардаги битумнинг таг юзаси билан баробар тарзда ўрнатилади.

Сўнгра стаканни иситиш манбаига қўйиб ҳарорат минутига +5 °C дан ошириб борилади. Бунинг натижасида битум юмшаб бораверади ва шарлар ўз оғирлигининг босими остида битумдан ўтиб асбобнинг назорат дискига бориб тушади. Ушбу вақтдаги ҳарорат битумнинг юмшаш ҳарорати деб қабул қилинади [8].

Натижалар ва уларнинг таҳлили

Техник олтингугурт 55 айл/мин тезликда айлантириб турган ҳолда 120°C да қиздирилади. Қиздириш давомида олтингугурт массасининг 3 % миқдориди пиримидин қўшилади. Аралаштириш тезлиги ва ҳароратни ўзгартирилмаган ҳолатда 6 соат давомида аралаштирилади. Шундан сўнг суюқ олтингугурт сополимери оддий хона шароитида совутилади ва қаттиқ ҳолатга ўтказилади. Қаттиқ полимер олтингугурт керакли ўлчамгача майдаланади (1-расм).



1-расм. 100:3 масса нисбатда олтингутрт ва пиримидин асосида олинган полимер олтингутртнинг вақт ўзгаришига боғлиқлик диаграммаси.

Қуйида келтирилган диаграммада олтингутрт ва пиримидин реакцияга киришиш оптимал шароитлари ва миқдорлари келтирилган. Реакцияни 120 °C да 240 дақиқа давомида реакцияни ҳосил бўлиш унуми 7,4% ни, 280 дақиқа оралиғида эса, реакция унуми 10,5% ни, 320 дақиқа давомида реакцияни ҳосил бўлиш унуми 12,8 % ни, вақтни 360 дақиқагача узайтирилганда полимер олтингутртни ҳосил бўлиш унуми 15,3 % ни ташкил этган (1 жадвал)

1-жадвал

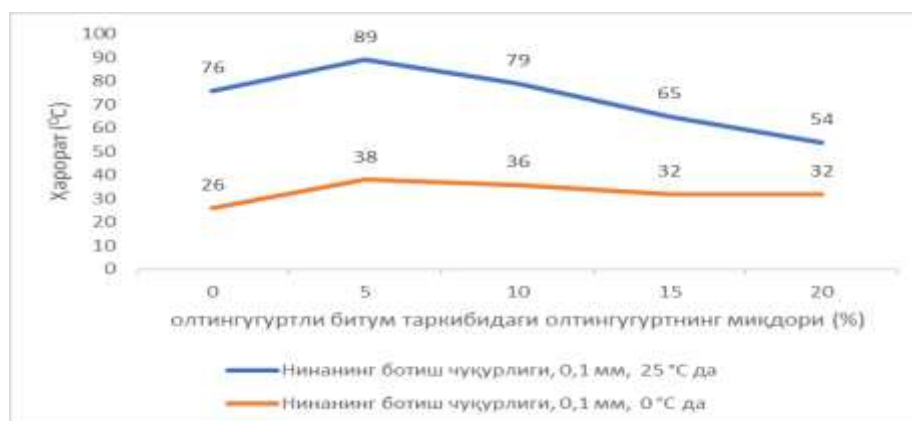
Синтез қилинган полимер олтингутрт ва HDOT20 полимер олтингутртнинг физик-механик хусусиятлари

Синов кўрсаткичлар	Ўлчов бирлиги	Текшириш усули	Кўрсаткичлар номи	
			HDOT20	Амалда
Эримайдиган олтингутрт	%	ISO 8332	≥92.0	15,3
Олтингутртнинг умумий ҳажми	%	ISO 8332	78.50~81.50	5,8
Кислотага чидамлик H ₂ SO ₄	%	ASTM D4569	≤0.05	0,020
Иссиққа чидамлик 110°C	%	ISO 8332	≥72.00	80
Куллик даражаси	%	ASTM D4574	≤0.30	0,21

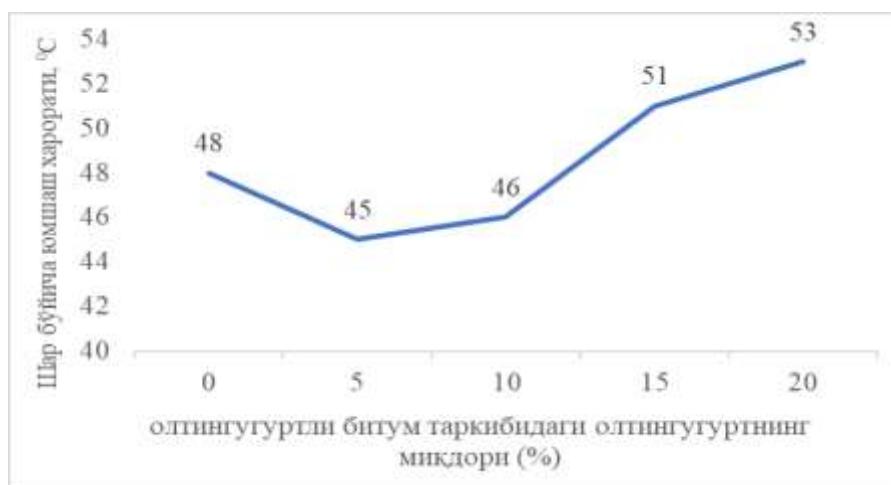
Маҳаллий хомашёлар асосида олинган полимер олтингутрт HDOT20 маркали полимер олтингутрт билан солиштирилганда ASTM D4569, ASTM D4574, ISO 8332 кўрсаткичлари мувофиқ келди, ISO 8332 (полимер олтингутртнинг толуолда эрувчанлиги) талаби бўйича мос келмади. Техник олтингутрт ва пиримидин асосида олинган полимер олтингутртни 360 дақиқа давомида 120 °C да реакция олиб борилганда полимер олтингутртнинг ҳосил бўлиш унуми энг юқори бўлди.

Синтез қилинган полимер олтингутрт БНД 60/90 маркали битум билан 140-145 °C да икки соат давомида 5:95, 10:90, 15:85, 20:80 масса нисбатларда аралаштирилди.

2- ва 3- расмларда бнд 60/90 маркали битумга полимер олтингутртнинг миқдорига қараб нинанинг ботиш чуқурлиги ва юмшаш ҳарорати ўзгариши кўрсатилган.



2-расм олтингугуртли битумнинг пенетрацияси ўзгариши унинг таркибдаги полимер олтингугурт хиссасидан боғлиқлиги.



3-расм олтингугуртли битумнинг юмшаш харорати ўзгариши унинг таркибдаги полимер олтингугурт хиссасидан боғлиқлиги.

Биринчи расмда БНД 60/90 маркали битумга полимер олтингугурт қўшилганда унинг 25 ва 0 °C даги игна кириш чуқурлиги кўрсаткичлари келтирилган.

Иккинчи расмга қараганда танланган БНД 60/90 маркали битумга полимер олтингугурт қўшганда Халқа ва Шар бўйича юмшаш харорати кўрсаткичлари келтирилган

Пиримидин иштирокида олинган полимер олтингугуртнинг битум хоссаларига таъсирини ўрганиш мақсадида турли маркали ва сифат кўрсаткичлари бир-биридан фарқ қиладиган битум намуналарига турли миқдорда полимер олтингугурт қўшилди ҳамда уларнинг физик-кимёвий хоссалари тадқиқ қилинди (2-жадвал).

2-жадвал

БНД 60/90 маркали битумнинг хоссаларига олтингугуртнинг таъсири

Кўрсаткичлар	Боғловчи таркибдаги олтингугурт миқдори, %				
	0	5	10	15	20
Чўзилувчанлик, см	78	72	67	61	57
Зичлик 20°C, кг/м³	1000	1040	1095	1120	1153
Кимвий таркиби, масса ҳисоби % :					
Асфалтенлар	19,15	-	-	-	21,18
Қатронлар	33,89	-	-	-	42,5
Ароматик углеводородлар	38,27	-	-	-	32,7
Тўйинган углеводородлар	8,69	-	-	-	7,83

Олтингугуртли битумни 135-140 °C ҳароратда олиш жараёнида, полимерланмаган олтингугуртнинг 9% қисми битум таркибидаги ароматик углеводородлар билан кимёвий реакцияга киришиб ароматик углеводородлар миқдори камаяди. Полисулфидлар ҳосил бўлиши натижасида олтингугуртли битум таркибида катронлар ортиши кузатилади. Натижада ароматик углеводородлар миқдори 5,57 % га камаяди, асфалтенлар 2,03 % га ошади, катрон миқдори эса 8,61% га ошади. Полимерланмаган ва битум таркибидаги углеводородлар билан реакцияга киришмаган олтингугурт олтингугуртли битумнинг чўзилувчанлиги ва мўртлигини оширади.

Хулоса қилиб айтганда танлаб олинган БНД 60/90 маркали битумнинг сифатини яхшилаш сифатида олтингугурт ва пиримидин модификаторлари қўлланилди. Техник олтингугурт битумнинг адгезион хусусиятини яхшилади, пиримидин моддаси эса битумнинг дуқтиллигини яхшилаб бериши график ва жадваллар ёрдамида асосланди.

Адабиётлар.

- [1]. Использование серы в дорожном строительстве стран Европы и Северной Америки [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nestor.minsk.by/sn/1998/42/sn84218.htm> (дата обращения: 16.03.2015).
- [2]. Каганович, Е.В. К вопросу использования серы при строительстве и ремонте автомобильных дорог в Республике Казахстан / Е.В. Каганович, В.С. Курчавов // Вестник КаздорНИИ. – Алматы, – 2004. – №1. – С. 53-55.
- [3]. Горбик, Г.О. Структура и свойства модифицированного серобитумного вяжущего для дорожного строительства: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / Горбик Григорий Олегович. – Пенза, 2006. – 177.
- [4]. Сероасфальтобетон против резких перепадов температур [Электронный ресурс]. URL: <http://rosavtodor.ru/activity/news-from-regions/14062.html> (дата обращения: 16.03.2024).
- [5]. Плотникова, И.А. Возможность экономии битума за счет добавок серы / И.А. Плотникова, Е.М. Гурарий, И.В. Степанян // Автомобильные дороги. – 2002. – №9. – С. 15-16.
- [6]. Плотникова, И.А. Советско-чехословацкое научное сотрудничество по проблеме использования серы в асфальтобетоне / И.А. Плотникова и др. // Автомобильные дороги. – 1995. – №6. – С. 13-15.
- [7]. Иваньски, М. Асфальтобетон как композиционный материал (с нанодисперсными и полимерными компонентами) / М. Иваньски, Н.Б. Урьев. – М.: Техполиграфцентр, 2007. – 668 с. 10. Dah-yinn L. Modificatoin of asphalt and asphalt pawing mixtures by sulfur additives / L. Dah-yinn // Ind. And. Eng. Chem. Proc. Res and Develop. – 1975. – №3. – pp. 171-177. 57. Kennedi, T.W. An engineering evaluation of sulphur-asphalt mixtures / T.W.
- [8]. Alama, K. Mieshanki mineralo-iarkowo-asfaltowe (MSA) / K. Alama, D. Gayer// Pracy Instytutu drog i mostow. – Warszawa. – 2001. – № 3. – pp. 60-80.

MODIFIKATSIYALANGAN ALYUMOFOSFAT YELIMLARI ASOSIDA YOG‘OCH MATERIALLARINI OLIISH ULARNI KISLOROD INDEKSI VA MEXANIK XOSSALAR TAHLILI

¹A.H. Saidov, ²E.A. Voxidov, ²A.M. Narzullayeva, ³F.N. Nurqulov

¹Buxoro shahar 35-Ixtisoslashtirilgan davlat umumta'lim maktabi,

²Buxoro muhandislik-texnologiya instituti, ³Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy-tadqiqot instituti,

mr.Voxidov-89@yandex.ru tel: +998 93 431 99 91

(Qabul qilindi 15.02.2024 y.)

Tadqiqotlarimiz natijasida modifikatsiyalangan alyumofosfat yelimlari bilan yog‘och materiallariga ishlov berilib issiqlikka chidamli yog‘och materiallari olindi. Modifikatsiyalangan alyumofosfat yelimlari asosida olingan yog‘och materiallari kislorod indeksi (KI) GOCT 12.1.044-2018; GOCT 21793-76 va mexanik kuchlarga ta'siri GOCT 16483.3-84 asosida tadqiqot natijalari keltirilgan.

Kalit so'zlar: *yelim, alyumofosfat, yog‘och, material, modifikatsiyalash, ortofosfat kislota, kislota, mexanik, kuch, karbamid.*

As a result of our research, heat-resistant wood materials were obtained by treating wood materials with modified aluminophosphate adhesives. Oxygen index (OI) of wood materials obtained on the basis of modified aluminophosphate glue GOST 12.1.044-2018; GOST 21793-76 and the influence of mechanical forces based on the research results of GOST 16483.3-84.

Key words: glue, aluminophosphate, wood, material, modification, orthophosphoric acid, acid, mechanical, strength, urea.

В результате наших исследований получены термостойкие древесные материалы путем обработки древесных материалов модифицированными алюмофосфатными клеями. Кислородный индекс (КИ) древесных материалов, полученных на основе модифицированного алюмофосфатного клея ГОСТ 12.1.044-2018; ГОСТ 21793-76 и влияние механических сил на основе результатов исследований ГОСТ 16483.3-84.

Ключевые слова: клей, алюмофосфат, древесина, материал, модификация, ортофосфорная кислота, кислота, механическая, прочность, мочеви́на.

Kirish

Yillar davomida yog'ochdan yasalgan materiallar uning ichki tarkibiy qismlarining toksikligini hisobga olmasdan, tabiatga mos deb qabul qilindi. So'nggi paytlarda turli xil ekologik muammolar tufayli yog'ochdan yasalgan materiallar ishlab chiqarish uchun ishlatiladigan yopishtiruvchi moddalarning inson salomatligiga va ekologik xavfsizligiga ko'proq e'tibor qaratilmoqda. Formaldegidga asoslangan polimer bog'lovchilar (melamin, fenol va karbamid formaldegid smolalari) asosida yog'ochdan tayyorlangan materiallar fabrikalarda, uylarda, maktablarda va muassasalarda ishlatilgan. Biroq, ulardan foydalanish formaldegidning atrof-muhitga chiqishi mumkinligi sababli sog'liq uchun xavf tug'diradi. Amerika Qo'shma Shtatlari Atrof-muhitni muhofaza qilish agentligi ma'lumotlariga ko'ra, formaldegidning genotoksik moddasi ajralib chiqishi DNK qo'shimchasining shakllanishiga olib kelishi mumkin. Tadqiqotchilar hozirda o'z bilimlarini formaldegidsiz yopishtiruvchi moddalarni ishlab chiqish va ishlatishga qaratmoqdalar.

Yog'ochdan yasalgan materiallar ekologik toza va qo'llashda qulayligi tufayli juda katta qiziqish uyg'otmoqda. Sababi uning tarkibiy qismlari inson salomatligiga kam salbiy ta'sir ko'rsatadigan yoki tabiiy manbalardan ishlab chiqarilmoqda. Yog'ochdan yasalgan materiallarning sirtini silliq qilish tabiiy va sintetik yelimlardan foydalanish orqali amalga oshirilishi mumkin. Yog'ochdan yasalgan materiallar turli joylarda (masalan, maktablar, ko'rgazma zallari, teatrlar, aeroportlar, kasalxonalar, mehmonxonalar va boshqalar) ichki devorlarni ajratish, tom yopish, shiftlar va mebellar uchun ishlatiladi.

Aluminofosfat (AP) kabi noorganik bog'lovchilar yaxshi issiqlikka chidamliligi va mexanik xususiyatlari tufayli hozirgi vaqtda juda ko'p foydalanilmoqda. Aluminofosfat alyuminiy gidroksid va fosfor kislotasini maxsus molyar nisbatlarda eritish orqali sintez qilingan noorganik ko'p funktsiyali yelim. U ko'p yillar davomida metallar va keramika uchun antikoroziy bog'lovchi sifatida ishlatilgan. Hozirgi kunga kelib yog'ochga materiallarini ishlab chiqarishda ham alyumofosfat asosidagi yelimlardan foydalanilmoqda. Shu sababli, yaxshilangan xususiyatlarga ega yog'och yopishtiruvchi moddalarni yanada rivojlantirish juda muhim ahamiyatga ega.

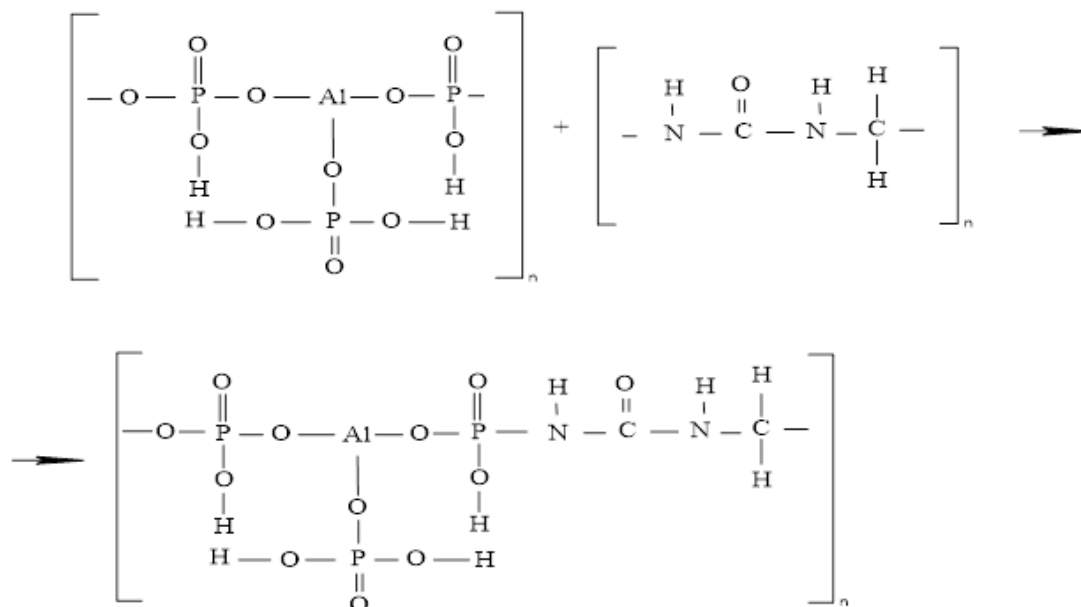
Yuqori issiqlikka chidamliligi va mexanik kuchga ega alyumofosfat yopishtiruvchi moddalari alyuminiy gidroksid va fosfat kislotasi asosida ishlab chiqilgan. Ushbu yopishtiruvchi moddalarning o'ziga xos xususiyati isitishdan keyin ham mexanik kuchni saqlab qolishdir. Aluminofosfat yopishtiruvchi vositalarning yana bir ijobiy xususiyati shundaki, ular issiqlik bilan ishlov berish jarayonida gazsimon mahsulotlarni chiqarmaydilar. Shu sababli, ushbu yopishtiruvchi vositalardan o'rnatish va vakuum moslamalarining ichki qismlarini mahkamlash uchun ishlatiladi.

Ko'p narsa yelimning maqsadiga, xususan fosfat kislotasi va to'ldiruvchi aralashmasining miqdorini o'zgartirish imkoniyatiga bog'liq. Masalan, metall kukunlari superotkazuvchilar yopishtiruvchi moddalarni ishlab chiqarishda to'ldiruvchi sifatida ishlatiladi. Kichik qismlarni yopishtirish uchun (diametri 10-20 mikron bo'lgan sim bo'lishi mumkin), yuqori bog'lovchi (50% gacha) tarkibidagi yelim ishlatiladi. Bunday holda, nozik silliqlash bilan to'ldiruvchi moddalarning changlari ishlatiladi. Agar yelimning maqsadi chuqur vakuumda ishlash bo'lsa, unda kaolin to'ldiruvchi aralashmasidan butunlay chiqarib tashlanadi.

Tadqiqot metodikasi

Alyumofosfat yelimini karbamid smolasi bilan modifikatsiyalash reaksiya jarayoni

karbamid smolasi eritma holatida alyumofosfat yelimini modifikatsiyalashga asoslangan bo'lib yog'och materiallarini olishda yelim sifatida foydalanish, issiqlikka chidamliligini oshirish va mexanik xossalarini yaxshilashga qaratilgan.



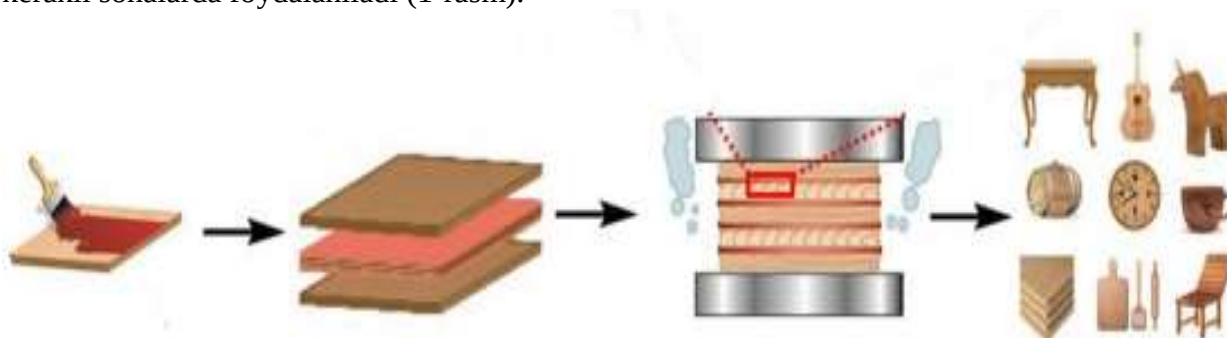
Alyumofosfat yelimini karbamid smolasi bilan modifikatsiyalash reaksiyasi.

Taklif etilayotgan alyumofosfat yelimlarni modifikatsiyalashdan maqsad yog'och materiallarini olishda zaharli gazlarni ajralmasligi, issiqlikka chidamli yelimlarni yuqori unum bilan olish va issiqlikka chidamliligini oshirish.

Natijalar va tahlillar

Modifikatsiyalangan alyumofosfat yelimlari asosan yog'och materiallarini yelimlashda ishlatiladi. Yelimdan foydalanib yog'och materiallarini olishdan asosiy maqsad ularni issiqlikka chidamliligini oshirish va tasodifan yong'inlar chiqqanda yog'och materiallaridan zaharli gazlar chiqishini oldini olish.

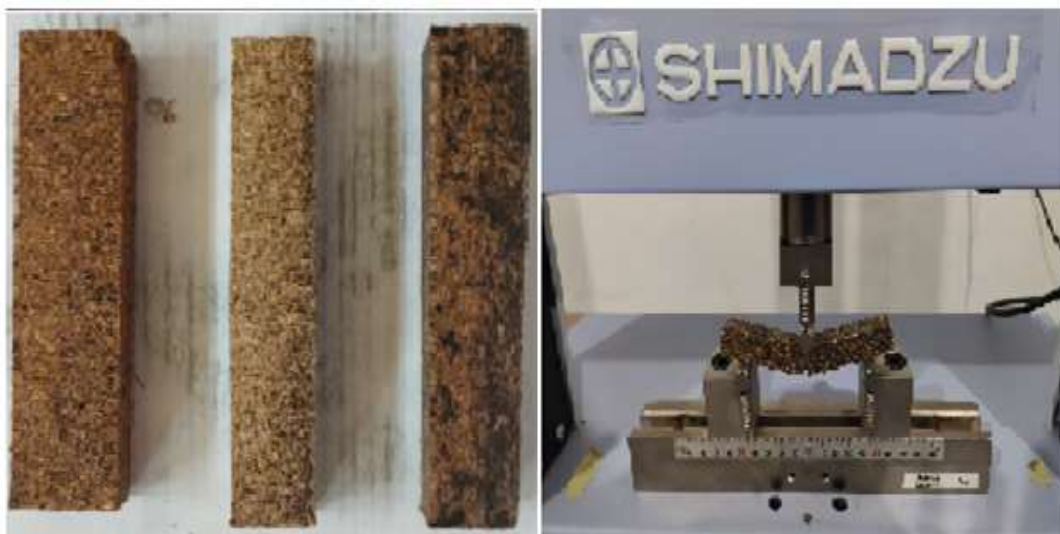
Modifikatsiyalangan alyumofosfat yelimlaridan foydalanib yog'och materiallarini harorat ta'sirida presslash orqali olinadi. Taxtadan yasalgan panerlarga yelim surtilib bir biriga yopishtirib 30 minut vaqt oraligida temperatura 155°C presslab pechga qoyiladi. Olingan tayyor mahsulot kerakli sohalarda foydalaniladi (1-rasm).



1-rasm. Yelim asosida olingan yog'och materiallari.

Modifikatsiyalangan alyumofosfat yelimlari asosida yog'och materiallarning xarakteristikallari va olish mexanizmini qo'shimcha tahlil qilish uchun haroratga nisbatan yelimlar yog'och materiallarda surkab foydalanib ko'rilganda yopishqoqligi harorat atrof-muhit haroratidan 95-105°C ga yetganda biroz pasaydi, keyin yuqori haroratlarda 150-170°C da keskin oshdi maksimal yopishqoqlikka erishildi. Harorat 170°C dan oshganda yopishqoqlik yana kamayadi.

Modifikatsiyalangan alyumofosfat yelim bilan yog'och qipqlari ГОСТ 16483.3-84 asosida olindi. Ishlov berish maxsus qoliblarda 150-170 °C haroratda 7-10 minut davomida presslanadi. Qoliblar o'lchami 20x10x120 mm (2-rasm).



2-rasm. Modifikatsiyalangan alyumofosfat yelimlar bilan ishlov berilgan yog'och materiallarini sinov tajriba usullari ГОСТ 16483.3-84.

ГОСТ 16483.3-84 asosida olingan yog'och materiallarini to'liq tasnifi 1- jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Modifikatsiyalangan alyumofosfat yelimlar bilan ishlov berilgan yog'och qipqlarini sinov tajriba usullari ГОСТ 16483.3-84 asosida

Kompozit nomi	Qayishqoqlik moduli. Kuch 10-50 N. MPa.	Maksimal kuch. N.	Maksimal kuchlanish. MPa.	Sinish kuchi. N.	Mustahkamligi. MPa.
Yog'och material 90 % Modifikatsiyalangan alyumofosfat yelim 10 %	876,23	151,45	5,236	149,65	11.36
Yog'och material 85 % Modifikatsiyalangan alyumofosfat yelim 15 %	976,12	165,53	7,763	163,35	12.41
Yog'och material 80 % Modifikatsiyalangan alyumofosfat yelim 20 %	982,64	181,46	6,563	179,46	13.61
Yog'och material 75 % Modifikatsiyalangan alyumofosfat yelim 25 %	986,23	184,38	5,853	182,57	13.83
Analog (DSP)	886,624	173,95	4,866	168,45	13.05

Modifikatsiyalangan alyumofosfat yelimlari bilan ishlov berilgan yog'och materiallarni kislorod indeksini tadqiq etishda yondirish orqali kislorod va azot aralashmasidagi kislorod miqdorini oshirilishi natijalariga ko'ra kislorod indeksi bo'yicha sinov tajribalar amalga oshirilib aniqlandi.

Modifikatsiyalangan alyumofosfat yelimlar bilan yog'och materiallariga ishlov berish orqali olingan yog'och materiallarini kislorod konsentratsiyasi miqdorini hisoblash natijalariga ko'ra kislorod indeksini aniqlash bo'yicha sinov tajribalar amalga oshirildi. Unga ko'ra ГОСТ 12.1.044-2018 va ГОСТ 21793-76 asosida yog'och material namunasi tayyorlandi. Tayyor holdagi namunalarni kislorod indeksi 18-19% kislorodli aralashma bilan boshlandi.

Kislorod indeksi (KI) foizlarda hisoblangan.

$$KI = \frac{V_k}{V_k + V_a} \cdot 100$$

bu yerda:

V_k - kislorodning umumiy miqdori $dm^3/minut$ yoki sm^3/s ;

V_a - azotning umumiy miqdori $dm^3/minut$ yoki sm^3/s .

Ushbu formuladan kelib chiqib kislorod indeksini o'rtacha qiymatlari aniqlandi (2 -jadval).

2-jadval

Modifikatsiyalangan alyumofosfat yelimlar bilan ishlov berilgan yog'och materiallarini kislorod indeksini.

№	Modifikatsiyalangan alyumofosfat yelimlar bilan ishlov berilgan yog'och materiallari miqdori, mass, %	Kislorod indeks, %
1	Yog'och material	100
2	Yog'och material	90
	Modifikatsiyalangan alyumofosfat yelim	10
		23
3	Yog'och material	85
	Modifikatsiyalangan alyumofosfat yelim	15
		25,7
4	Yog'och material	80
	Modifikatsiyalangan alyumofosfat yelim	20
		27,5
5	Yog'och material	75
	Modifikatsiyalangan alyumofosfat yelim	25
		30,7

Ushbu jadvalda keltirilgan berilgan yog'och materiallar kislorod indeksi tahlil qilingan bo'lib tarkibidagi (yog'och va modifikatsiyalangan alyumofosfat yelim) kimyoviy moddalarni turli nisbatlari kislorod indeksiga ta'siri o'rganildi. Taklif qilinayotgan modifikatsiyalangan alyumofosfat yelimlari bilan ishlov berilgan yog'och materiallar kimyoviy tarkiblari 10-25% gacha (modifikatsiyalangan alyumofosfat yelim) bo'lgan miqdori bilan yog'och qurilish materiallarni nisbatining kislorod indeksi 23-30,7% teng ekanligi aniqlandi.

Xulosa

Xulosa qilib shuni aytishimiz mumkinki tadqiqotlarimiz natijasida alyumofosfat yelimini modifikatsiyalab yog'och materiallariga ishlov berildi. Natijada issiqlikka chidamli yog'och materiallari olish taklif qilindi.

Modifikatsiyalangan alyumofosfat yelimlari asosida olingan yog'och materiallari kislorod indeksi (KI) ГОСТ 12.1.044-2018; ГОСТ 21793-76 va mexanik kuchlarga ta'siri ГОСТ 16483.3-84. asosida o'rganildi. Shu natijalarga asoslangan holda modifikatsiyalangan alyumofosfat yelim asosida olingan yog'och materiallari tasodifan yong'inlar chiqqanda yog'och materiallaridan zaxarli gazlar chiqqini oldini olish taklif etildi.

Adabiyotlar

- [1]. Андреева Т. А.- В кн.; Термодинамика и строение растворов: Межвузовск. сб. Вып. 5. Иваново, 1976, с. 39.
- [2]. Tingjie Chen, Zhenzeng Wu, Xiaokang Hu, John Tosin Aladejana, Min Niu, Zhiyong Liu, Qihua Wei, Xiangfang Peng, Yongqun Xie, Binghui Wu. Constructing hydrophobic interfaces in aluminophosphate

adhesives with reduced graphene oxide to improve the performance of wood-based boards. // Journal Pre-proof.
// DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2020.108168>.

- [3]. Voxidov E.A., Djalilov A.T., Saidov S.S. Получение высокотемпературного стойкого фосфата алюминия и дериватографический анализ. // UNIVERSUM: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ Выпуск: 7(76) Июль 2020. Часть 3. с-25
- [4]. Voxidov E.A. Изучение рецептов приготовления алюмофосфатных клеев, их условий и характеристик готового продукта. // Хоразм маъмун академияси ахборотномаси 2019-6/1 Вестник Хорезмской академии Маъмуна Издаётся с 2006 года. с-72
- [5]. Сычев М. М. Неорганические клеи.- 2-е изд., перераб. и доп.- Л.: Химия, 1986.

УДК 664.8.047

К ВОПРОСУ АНАЛИЗА СВЧ СУШКИ ДЫНИ

А. Артиков, З.А. Машарипова, Д.А. Мамаева, Д.Д. Урозова

*Ташкентский химико-технологический институт
(Получена 1.02.2024 г.)*

This article analyzes the microwave drying method, its devices, and the use of microwaves in the process of drying melons based on experiments.

Keywords: drying, mass transfer, heat, temperature, humidity, melon, microwave, model, graph.

Мақолада микротўлқинли қуритиш усули, унинг қуритмалари ҳақида ва қовунни қуритиш жараёнида микротўлқиндан фойдаланиш тажрибалар асосида келтириб, таҳлил қилинган.

Таянч сўз ва иборалар: қуритиш, массаалмашиниш, иссиқлик, ҳарорат, намлик, қовун, микротўлқин, модель, график.

В данной статье на основе экспериментов анализируются метод микроволновой сушки, его устройства, а также использование микроволн в процессе сушки дынь.

Ключевые слова: сушка, массоперенос, тепло, температура, влажность, дыня, микроволновая печь, модель, график.

Большая часть рациона питания человека состоит из плодоовощной продукции, продукты в составе которого наибольшая пищевая ценность, приготовленные из натурального сырья. Доставка возлагает большую ответственность на производственные предприятия по переработке овощей и фруктов сельхозпродукции в течение всего года с сохранением ее природных свойств. Перерабатывая сельскохозяйственные продукты, особенно дыни, можно увеличить продолжительности их хранения, снизить затраты на транспортировку особенно для северных широт. Качественными показателями, характеризующими пищевые свойства дыни являются их химический состав (содержание углеводов, белков, жиров, витаминов, минеральных веществ), развариваемость, набухаемость и содержание водорастворимых веществ, а также цвет, вкус, запах и консистенция приготовленных из этих продуктов блюд.

Состав медовой дыни: жиры — 0.14 г, белки — 0.54 г, углеводы — 9.09 г, вода — 89.82 г, зола — 0.41 г. Суммарное содержание сахаров — 8.1 г, клетчатки — 0.8 г, крахмала — 0.0 г. Содержание холестерина — 0.0 мг, трансжиров — 0.0 г. В 100 г медовой дыни содержатся 1% суточной нормы белка и углеводов — 3%. Из жирорастворимых витаминов в медовой дыне присутствуют А, бета-каротин, Е и К. Из водорастворимых витамины: С, В1, В2, В3 (РР), В4, В5, В6 и В9 [21].

Одним из предпочтительных способов переработки дыни является сушка. Их производство является одним из наиболее экономичных способов переработки сырья.

Применение сушки дыни связано и с задачей повышения сохраняемости продукции, имеются многочисленные технологии сушки различных продуктов (доведение их до такой влажности, при которой содержащиеся в них сахара начинают играть роль консервантов). Эти технологии находят все более широкое применение [2], наблюдается формирование

сушильной отрасли промышленности и увеличение производства сушеных овощей и фруктов.

При использовании сушильных технологий принципиальной представляется реализация ряда технико-экономических параметров, таких как энергоемкость процесса, однородность сушки, время выхода на заданную влажность и некоторых других характеристик обезвоживания. Эти параметры могут быть обеспечены грамотным подходом к выбору наиболее подходящих к данной конкретной ситуации базовых физических процессов, приводящих к обезвоживанию продуктов, соответствующих им технологий сушки дыни и создания аппаратов.

К настоящему времени существует большое количество различных технологий сушки сырья: естественная сушка, аэрационная [1], конвекционная, сушка в псевдокипящем слое, инфракрасная сушка [8], микроволновая [7,13], сублимационная и т.д. сравнительный анализ этих технологий, базирующийся на использовании относительно небольшой системы параметров (критериев): производительность, энергоемкость, скорость сушки, сохраняемость в процессе сушки полезных веществ и витаминов и т.д [10,11].

Из результатов следует, что наиболее широко используемые в последнее время в глобальном масштабе наблюдается рост исследований и разработок в области сушки. Однако, в большинстве стран, все еще широко практикуется открытая сушка на солнце, применяемая на протяжении многих веков.

В традиционных методах сушки, используемых продукты сушатся на земле, на бетоне и даже на дорогах под прямыми лучами солнца, к тому же, продукты загрязняются пылью, насекомыми и страдают от грызунов, птиц и других животных. Кроме того, такая сушка при неблагоприятных климатических условиях приводит к потере объема и к ухудшению качества конечного продукта [2,3]. Впоследствии этих действий, общие потери после сбора урожая составили 20-50%, и почти 10-40% урожая никогда не доходят до конечных потребителей из-за потерь продукта [12].

Однако, чтобы получить желаемое качество и гарантию, хорошую отдачу для производителей, системы должны быть правильно спроектированы и масштабированы для соответствия требованиями конкретных культур и условий окружающей среды. Для этого мы применили метод системного анализа, суть которого, является научный метод познания, представляющий собой последовательность действий по установлению структурных связей между переменными или постоянными элементами исследуемой системы.

Системный анализ, опирается на комплекс общенаучных, экспериментальных, естественнонаучных, статистических и математических методов [13-15], иначе говоря, позволяет погрузиться в исследуемый объект до такой степени, чтобы разделить всю систему на отдельные его элементы и подробно рассмотреть. Таким образом, в системном анализе любой объект рассматривается с учётом его системного характера.

В последнее время предложена методология системного мышления [4]. Анализ - это мыслительная деятельность человека, требующая больше всего логического мышления. Если субстанцию анализа называть объектом, то в большинстве случаев по ходу анализа мы незаметно включаемся вовнутрь субстанции. Иногда, получаем достаточно удовлетворительного результата, иногда, выявленный результат покажется недостаточно приемлемым, и мы вновь и вновь возвращаемся к данной проблеме. На основе методологии системного мышления [6] и методов многоступенчатого моделирования процесса сушки материалов разработана и развита метод многоступенчатого моделирования процесса сушильной установки [6].

Сам процесс сушки продуктов – один из самых традиционных и энергоемких процессов, поэтому актуальная проблема в области техники сушки экономия энергетических ресурсов [7].

Различают естественную (солнечную) и искусственную сушку. Естественная сушка применяется преимущественно в южных районах страны с большим количеством солнечных дней.

Искусственная сушка проводится на различном типе сушилках: шкафных, карусельных, канальных, ленточных, вальцовых, распылительных, сублимационных. Сушат продукцию при температуре 55-90 °С.

Одним из более перспективных методов сушки является микроволновая сушка. [7].

Использование СВЧ сушилок, отличающихся экономностью, чистотой, бесшумностью и компактностью, отмеченных положительным эффектом, как в энергосбережении, так и в ускорении процесса обработки представляют существенный интерес.

В последнее время обработка СВЧ находит в широкое применение в различных отраслях промышленности, ввиду значительно меньшей энергоемкости и более высокой производительностью по сравнению с традиционными технологическими процессами. Здесь СВЧ энергия, генерируемая мощными электронными преобразователями, может быть сконцентрирована в малом объеме для высокоэффективной тепловой обработки продуктов в т.н. микроволновых или СВЧ-печах.

Известен опыт использования микроволновых технологий. Это сушка бумаги, картона, печатающих составов клея и обложек книг в полиграфической промышленности, обработка кож, текстильных волокон и шерсти, сушка дерева, фанеры в деревообрабатывающей промышленности, сушка керамики, бетона и пр.

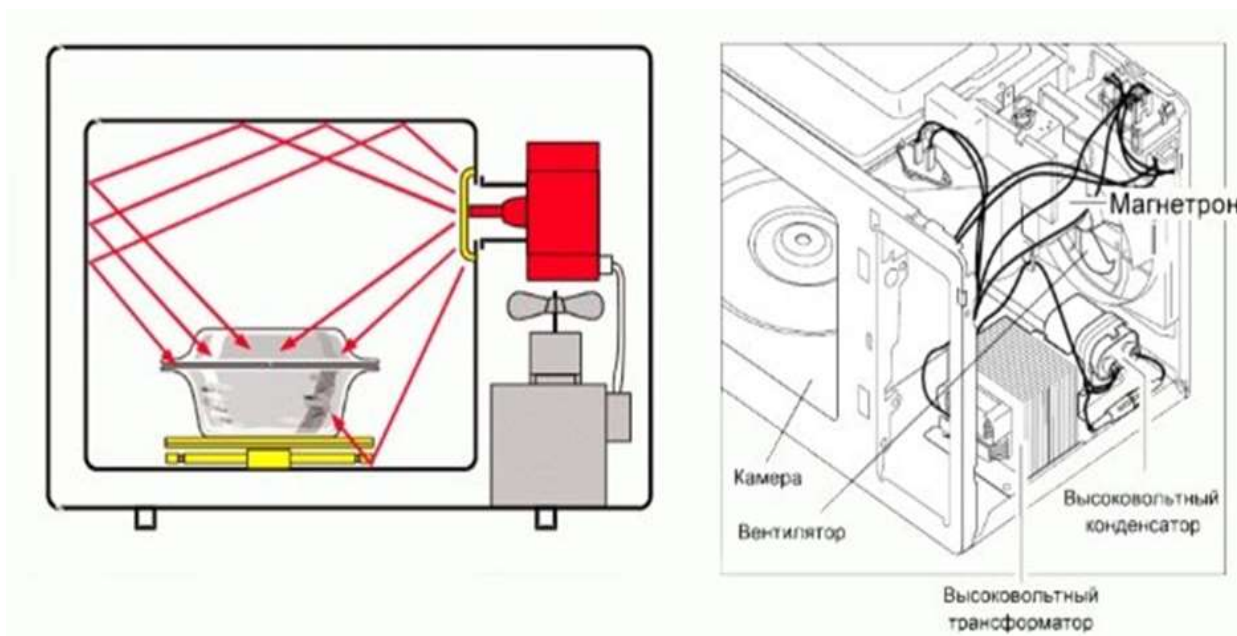


Рис.1 Принципиальная схема СВЧ – печи.

Для промышленного применения микроволновой сушки пищевых продуктов разрешено использование СВЧ-диапазона волн с частотами 915 ± 25 и 2450 ± 50 МГц [1].

Вместе с тем, имеются следующие проблемы:

При постоянном СВЧ нагреве в микроволновых печах в начале процесса происходит частичное высушивание продукта, впоследствии внутренняя часть материала может обугливаться за счет чрезмерного увеличения температуры;

При контактном способе измерения температуры СВЧ, энергия, проникая в глубину материала, перегревает и датчик температуры. Что приводит к неправильному определению температуры высушиваемого материала. В свою очередь приводит к сложностям организации замкнутой системы регулирования температуры продукта. А бесконтактные методы передачи информации о температуре продукта очень дороги, так как СВЧ энергия, проникая в глубину материала, нагревает и датчик температуры.

Микроволновое сушильное оборудование является универсальным инструментом тепловой обработки большинства пищевых продуктов и сырья различного типа и

назначения. В первую очередь имеется в виду микроволновая сушка овощей, фруктов, зелени, ягод, мяса, рыбы, зерна и некоторых других продуктов питания.

На фотографии показана микроволновая печь в разобранном виде.

На наглядном примере вы можете познакомиться с внутренним устройством микроволновой печи, а также расположение основных компонентов. На рисунке показано, где находится внутри микроволновки такие элементы: магнетрон, высоковольтный предохранитель, конденсатор, диод, термореле, ТЭН гриля, лампа, трансформатор и другие компоненты (рис.1).



Рис. 1. Микроволновая печь в разобранно-схематичном виде.

Методы исследований

Особенности современных научных методов исследований

Рассмотрены вопросы системного мышления в анализе сложных технологических систем и математическом моделировании технологических процессов сушки дыни, описывающих процессы и предсказывающих изменений состояния изучаемых систем сушильной установки

Рекомендованы способы системного мышления, анализа, моделирования и поиска оптимальных решений. определены последовательность и взаимосвязь параметров объекта сушки и её рабочей зоны.

В целом, системные мышление и анализ, а также синтез оптимальной системы сушильной установки выполняются в следующей последовательности по методу приведенной в [4,8]:

Первый этап (системное мышление и анализ)

- предварительно изучается выбранный объект микроволновая сушильная установка, включающий элемент (тело – материальная система микроволновой сушильной установки) и процесс. Формируются требования к системе, процессу и преобразованию энергии в системе;
- в микроволновой сушильной установке происходит множество процессов. Из множеств процессов выбираются те процессы, которые необходимы для правильного принятия решения данной задачи;
- определяются входные и выходные параметры, как системы микроволновой сушильной установки, так и исследуемого процесса. Определение взаимосвязи параметров, в большинстве случаев, требует углубиться в исследование системы, тогда, определяются элементы – подсистемы СВЧ сушильной установки.

Рассматриваемая система микроволновой сушильной установки расчленяется на составляющие элементы, уточняются процесс и его параметры для каждого выбранного элемента и т.д. Углубление в систему расчленение элемента (системы) на последующие системы можно осуществить до молекулярного уровня [6]. Оно осуществляется по степени необходимости и возможности исследования для принятия оптимального решения.

Второй этап (Определение взаимосвязи параметров)

Здесь по виду объекта и содержания поставленной задачи можно воспользоваться большим арсеналом способов. Определение количественного соотношения параметров требует применения математических выражений, что приводит к обращению к математическим или компьютерным моделям.

Третий этап (Выбор оптимального решения)

Здесь уточняются и конкретизируются требования СВЧ сушильной установки на основе системного анализа. Выбираются критерии оптимизации, как для первичной системы, так и для подсистем каждой иерархической ступени. Выбирается способ поиска оптимального решения. Определяется оптимальное решение.

Одним из методов решений данной проблемы, считается дискретное - программное управление объектом СВЧ сушки дыни. Оно нами осуществлялся с помощью компьютера, на основе математических моделей, разработанных нами [9].

Эксперименты проводились на основе простого линейного планирования.

Предложено построение системы дискретного регулирования на основе предложенных компьютерных моделей [1].

При этом учитываются теплофизические характеристики дыни: влажность - 92.8; плотность - 930 кг/м³; коэффициент теплопроводность - 0.57 Вт/(м*К); коэффициент температуропроводность - 15,3*10⁸ м²/с.

Для расчета на компьютере учтены исходные показатели. Дыня содержит 89-93% влаги, 9.1 г углеводов в 100 г продукта, это примерно 92% всей энергии из порции или 36 ккал. Калорийность — 36 ккал [15].

Проведены эксперименты на компьютере. Были определены значения основных входящих параметров для сушки дыни, показатели аппарата соответствуют стандартным аппаратам.

Показатели высушиваемого материала растительного происхождения, типа дыни, были следующие: в массе - 0,2 кг, начальная влажность материала - 86%. Начальная температура материала - 30 °С, соответствует температуре окружающего воздуха этого периода - города Ташкент. Для расчета сушки материала принят в качестве движущей силы разность температур высушиваемого материала и равновесной температуре исходя из условий содержания влаги в газовой фазе. В стандартном объеме аппарата, материал дыня, размещался на вращающейся тарелке. Расчетами на компьютере определен характер изменения сушки по нескольким параметрам одновременно (рис.4).

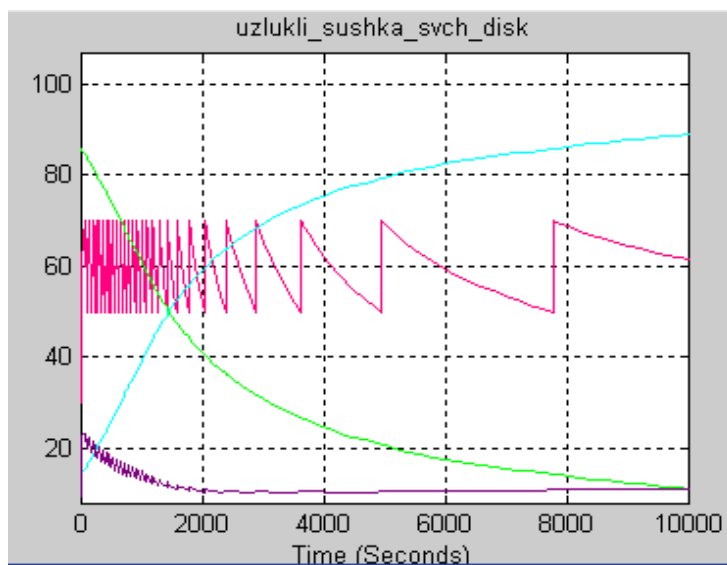


Рис.4. Характер изменения микроволновой сушке дыни по параметрам равновесной температуры, концентрация, высушиваемая материала, температура материала.

Результаты экспериментов на физической модели

Эксперименты сушки дыни проведены при температурном диапазоне до 80°C, 90 °C и 100°C. Результаты экспериментов, для материала с массой 0.2 кг, начальной температурой воздуха 32°C, влажностью 90 % (г. Ташкент, 3-сентябрь, 2022г.), сорта дыни красно мяска при температуре 100 °C приведенные в табл. 1 и для наглядности на рис. 2.

Таблица 1.

Результат сушки сорта дыни красно мяска при температуре 100 °C.

№	Началь. масса, г M_0	$\tau_{нагр}$ 100° C, с	Масса, г, M_1	$\tau_{охлаж}$ до 50°C, с	Масса охлаж. дыни, гр	Кол.во выделяю влаги, мл/гр	Общ.время $\tau_{нагр} + \tau_{охлаж}$
1.	200	120	184	1033	158	42	120
2.	158	105	140	775	123	35	1258
3.	123	90	108	896	98	25	2123
4.	98	75	87	760	79	19	3094
5.	79	60	70	544	65	14	3914
6.	65	50	58	540	54	11	4508
7.	54	40	48	418	44	10	5088
8.	44	30	40	400	39	5	5536
9.	39	20	36	340	30	9	5956
10.	30	20	28	500	24	6	6316
11.	24	20	23	480	22	5	6836
12.	22						7316
всего		630		6668		37	52065

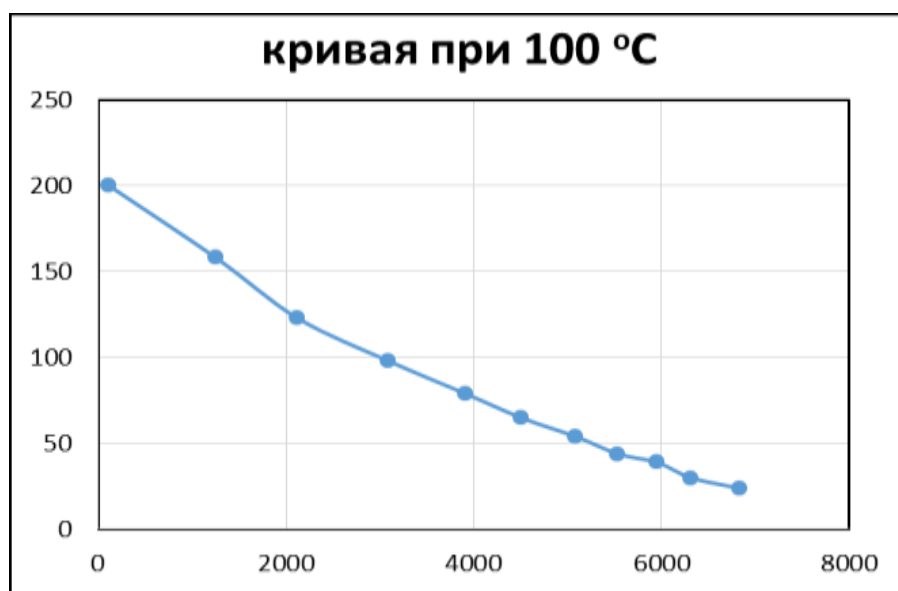


Рис. 2. Кривые экспериментов сушки микроволновой сушке дыни -красно мяска дыни с массой 0.2 кг, начальной температурой воздуха 32°C, при температуре 100 °C.

Результаты экспериментов, для материала с массой 0.2 кг, начальная температура воздуха 32оС, (г. Ташкент, 3-сентябрь, 2020г.) сушки сорта дыни- красно мяска при температуре 90оС приведенные в табл. 2 и для наглядности на рис.3.

Таблица 2.

Результат сушки сорта дыни красно мяска при температуре 90 °С.

№	Начальная масса, г m_0	$\tau_{нагр}$, до 90°С, с	Масса, г, m_1	$\tau_{охлаж}$, до 50°С, с	Масса охлаж. дыни гр	Кол.во выделяю. влаги. мл/гр	Общ.время $\tau_{нагр} + \tau_{охлаж}$
1.	200	90	194	625	177	23	90
2.	177	80	167	1122	134	43	795
3.	134	60	129	841	113	21	1977
4.	113	50	104	857	98	15	2868
5.	98	40	96	670	87	11	3765
6.	87	40	83	558	76	11	4475
7.	76	40	71	435	68	8	5073
8.	68	40	63	481	60	8	5548
9.	60	40	54	485	51	9	6069
10.	51	35	47	452	43	8	6589
11.	43	30	41	396	40	3	7071
12.	40	30	35	314	33	3	7497
13.	33	25	31	311	29	4	7836
14.	29	25	25	301	24	5	8172
15.	24	25	23	310	21	4	8494
16.	21						8804
всего		650		7553		49	85123

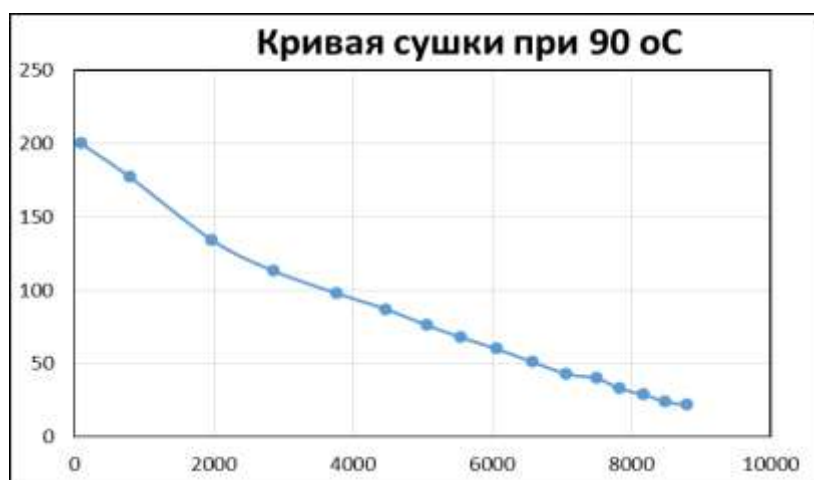


Рис. 3. График изменения массы дыни красно мяска при сушке сорта при температуре 90 °С.

Таблица 3.

Результат сушки сорта дыни при температуре 80 °С.

№	Начальная масса, г m_0	$\tau_{\text{нагр}}$ до 80°C, с	Масса, г, m_1	$\tau_{\text{охлаж}}$ до 50°C, с	Масса охлаж. дыни, г	Кол.во выделяющ. влаги. мл/г	Общ.время $\tau_{\text{нагр}} + \tau_{\text{охлаж}}$
	200	75	196	512	190	10	75
	190	70	184	649	173	23	657
	173	60	168	577	158	15	1366
	158	55	150	571	143	15	1998
	143	50	140	553	134	9	2619
	134	50	131	589	126	8	3222
	126	45	124	563	118	8	3856
	118	45	116	490	113	5	4464
	113	40	109	483	105	8	4994
	105	40	103	444	99	6	5517
	99	35	97	404	89	10	5996
	89	35	87	383	80	9	6435
	80	35	79	347	74	6	6853
	74	30	73	341	68	6	7230
	68	30	67	327	63	5	7601
	63	30	62	313	58	5	7958
	58	30	56	302	53	5	8301
	53	30	50	380	47	6	8633
	47	25	45	240	44	3	9038
	44	25	42	312	39	5	9303
	39	25	38	317	35	4	9640
	35	20	33	296	30	5	9977
	30	20	28	291	24	6	10293
	24	15	22	298	21	4	10599
	21						10897
всего		915		9686		64мл/гр	157522

Из графиков видно, что дыня массой 200 г сырья из нагревается для сушки в микроволновке до тех пор, пока не достигнет критической влаги. При мощности аппарата 450 кВт энергии.

Обсуждение

О микроволновой сушке дыни. В начальный момент сушки дыни, высушивание приводит к большим расходам энергии, влага легко удаляется. Показаны изменения равновесной температуры материала, концентрация высушиваемая материала, температура материала. Как видно с продолжение сушки частота включения и отключение нагревателя уменьшается, концентрация сухих веществ увеличивается, влажность материала и равновесная температура материала уменьшается, приближается к постоянным значением.

Таким образом, изучением капиллярно-пористого материала растительного происхождения примере дыни с использованием СВЧ нагрева определен из характеристик сушки дыни. Приведение результатов эксперимента для случая увеличения массы материала в соответствии со стандартным объёмом аппарата. Они показывает, что для лучшей организации процесса и эффективного использования сушильной установки требуется увеличение массы материала в соответствии со стандартным объёмом аппарата.

Вывод

Рассмотрены вопросы и рекомендованы способы системного мышления, анализа, моделирования и поиска оптимальных решений, определена последовательность и взаимосвязь параметров объекта сушки и её рабочей зоны приведены результаты экспериментальных исследований процесса сушки дыни. Для экспериментов были выбраны сорта. Образцы дыни высушены в генераторной микроволновой печи СВЧ. Подача высушиваемому материалу СВЧ энергии регулировался по температуре в осциллографическом режиме системы дискретного управления.

Сопоставлением результатов экспериментов на физической модели и результатов компьютерной модели выбран соответствующий вариант, обосновано дальнейшее проведение экспериментов по компьютерной модели. При проведении экспериментов значения основных входных параметров выбраны в соответствии со значениями стандартной сушильной установки. Экспериментами показана гипорболическое уменьшение (скачками) равновесной температуры, и также гипорболически уменьшения влажности высушиваемого материала и гиперболическое уменьшение массы материала -дыни. С помощью проведенных расчетов на основе созданных компьютерных моделей можно одновременно определить изменения нескольких параметров. В начале процесса температура материала изменяется быстрее с продолжением процесса уменьшается частота изменения температуры, в конце процесса время отключения нагревателя имеет большое значение и наконец, в конце может происходить полное отключение.

Список литературы

- [1]. Явчуновский В.Я. Микроволновая и комбинированная сушка: Физические основы, технологии и оборудование. - Саратов: Изд-во Сарат.Ун-та, 1999. -213с.
- [2]. Атаназевич В.И. Сушка пищевых продуктов. -М.; 2000 -198с.
- [3]. Гинзбург А.С. Технология сушки пищевых продуктов. -М.: Пищевая промышленность, 1976. -248с.
- [4]. А. Артиков. Системное мышление в процессе создания и управления инженерными технологиями. Учебное пособие. Под редакцией Ю. Н.Абдуллаева. Ташкент – 2023.С. 216
- [5]. Артиков А. Жураев Х.Ф., Б.Н.Ражабов. Системное мышление, анализ и нахождение оптимальных решении. Монография, Изд-ва «Дурдона» 2020. 184 с.(УДК159.955 ББК 88.3) Бухара.
- [6]. Артиков А.А., Машарипова З.А. Компьютерное отображение равновесия процесса сушки по температуры продукта //Хранение и переработка сельхозсырья. - Москва, 2013. - № 2. - С. 18-21.
- [7]. Артиков А.А., Машарипова З.А. Оптимальное программное управление процессом сушки при использовании микроволновой энергии //Хранение и переработка сельхозсырья. - Москва, 2016- № 3. - С. 27-29.
- [8]. Sh A Sultanova, A Artikov, Z A Masharipova, Abhijit Tarawade1, J E Safarov Results of experiments conducted in a helio water heating convective drying plant // AEGIS 2021 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science
- [9]. Артиков А.А., Машарипова З.А., Рахматов Ф. О.Автоматизированные расчеты равновесия трехфазной системы в процессе обезвоживание жидкого материала //Universum: технические науки: научный журнал. – № 12(81). Часть 3. М., Изд. «МЦНО», 2020. – 24-31 с.
- [10]. Попова С.Б. Совершенствование процесса сушки тыквы в технологии плодоовощных концентратов. Автореф. дисс.канд. техн.наук. -М.,2004. -25с.
- [11]. Artiqov A.A., Z A Masharipova,, Raxmatov F.O.On the issue of intelligent calculation of the equilibrium of a three-phase system when drying a liquid material //International Journal of Advanced Science and Technology Vol. 29, No. 7, (2020), pp. 9195-9205
- [12]. Машарипова З.А., Сарболаев Ф.Н.,Исмоилова Ф..Компьютерное моделирование равновесного состояния процесса тепломассообмена по давлению в двухфазной системе UNIVERSUM: Технические науки Научный журнал- выпуск 12, 2019. С. 46-50.
- [13]. Артиков А., Машарипова З.А., Рахматов Ф.О. Махсулотларни куриштиш жараёнларини компьютерда моделлаштириш ва оптимал шароитларни ҳисоблаш // [монография] / – Тошкент: ТКТИ, 2020. -151 б.. ISBN 978-9943-6026-9-4 © “Navro‘z” нашриёти, 2020
- [14]. Askar Artikov, Sherzod Mamatov, Ulug'bek Kadirov, Zulkhumor Masharipova and Abdurakhmon Mirkomilov. Computer Simulation of the Freeze Drying Process of Beets // Cite as: AIP Conference Proceedings 2762, 020015 (2022); https://health-diet.ru/base_of_food/sostav/88.php

ПОДБОР НОВЫХ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ И СОЛЕОТЛОЖЕНИЯ ДЛЯ
ОЧИСТКИ ПЛАСТИН ТИТАНОВЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ

Б.А. Сманов, С.Х. Ганиева, Б.З. Адизов, Ш.М. Сайдахмедов, Б.Н. Хамидов

Институт общей и неорганической химии Академии Наук Республики Узбекистан

e-mail: khimiyanefiti@mail.ru

(Получена 15.02.2024 г.)

В статье приведены результаты проведенных исследований по получению ингибиторов коррозии и солеотложения из отходов производства и местного сырья, для повышения эффективности степени очистки титановых теплообменников. Определено, что в качестве ингибитора коррозии можно использовать раствор на основе фосфорной кислоты с ингибитором коррозии – уротропином, при использовании которого скорость коррозии снижается с $1,72 \text{ г/м}^2$ до $0,21 \text{ г/м}^2$, то есть снижается в 8,2 раза с наибольшей степенью защиты 87,7 %.

Ключевые слова: ингибитор коррозии, теплообменник, химический состав, уротропин, коррозия.

Мақолада титан иссиқлик алмаштиргичларини тозалаш самарадорлигини ошириши учун ишлаб чиқариши чиқиндилари ва маҳаллий хом ашёлардан коррозия ва туз қолдиқлари ингибиторларини олиши бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижалари келтирилган. Коррозия ингибитори сифатида фосфор кислотаси ва коррозия ингибитори - уротропин асосидаги эритмасидан фойдаланиши мумкинлиги аниқланди, унинг ёрдамида коррозия тезлиги $1,72 \text{ г/м}^2$ дан $0,21 \text{ г/м}^2$ гача, яъни энг юқори ҳимоя даражаси 87,7% билан 8,2 барабар камаяди.

Калит сўзлар: коррозия ингибитори, иссиқлик алмаштиргич, кимёвий таркиби, уротропин, коррозия.

The article presents the results of studies on the production of corrosion and scaling inhibitors from industrial waste and local raw materials to increase the efficiency of the purification level of titanium heat exchangers. It has been determined that a solution based on phosphoric acid with a corrosion inhibitor - urotropin, can be used as a corrosion inhibitor, when used, the corrosion rate decreases from 1.72 g/m^2 to 0.21 g/m^2 , that is, it decreases by 8.2 times with the greatest degree of protection 87.7%.

Key words: corrosion inhibitor, heat exchanger, chemical composition, methenamine, corrosion.

Введение. Поверхность теплообменного оборудования на нефтеперерабатывающих заводах, при контакте с нагретой до высокой температуры водой, через какое-то время оказывается покрытой накипью. Такой процесс вызывается тем, что далее в пресной воде изначально содержится большое количество растворов солей кальция и магния. Накипь является одним из главных факторов снижения энергетической эффективности теплообменного оборудования, кроме того накипь уменьшает полезное сечение труб, повышая тем самым гидравлическое сопротивление труб теплообменника. Всё вместе влечет за собой перерасход топлива причем по данным научно-технической литературы слой накипи толщиной до 0,2 мм увеличивает расход топлива на 3%, а слой до 1 мм на 7% именно поэтому очистка теплообменников является весьма важным мероприятием. Она позволяет обезопасить теплообменники от повреждения и сохранить эксплуатационные параметры теплообменника, на уровне паспортных характеристик сохранив при этом гарантийный изготовителем срок службы. В этой связи защита от накипи оказывается выгоднее последующей ликвидации накипи на стенках теплообменников, работающих на различных водах [1-3].

Из-за отсутствия производства ингибиторов коррозии и солеотложения в Республике Узбекистан данные продукции являются импортозамещающими и представляют

существенный научно-практический интерес.

Целью настоящего исследования, является создание нового ингибитора коррозии и солеотложений состоящей из полифункциональной композиции, способной обеспечить в отношении теплообменников и конструкций системы теплообменного оборудования БНПЗ, изготовленных из углеродистой стали, защиту от коррозии и очистку от накипеобразования, а также биообрастания.

Материалы и методики исследования. При анализе системы оборотного водоснабжения нефтеперерабатывающих заводов обращали особое внимание на источник водоснабжения: состав вод и сезонные изменения, объем потребления, диапазон температур, степень аэрации, технологию подготовки и на технические требования к используемой воде, периодичность замены и утилизации, металлы, применяемые в конструкциях системы водоснабжения.

Химический анализ воды оборотного водоснабжения продуктов коррозии и солеотложений в лабораторных условиях проводились несколькими физико-химическими методами [4-7].

Результаты исследования и обсуждение. В системе оборотного водоснабжения Бухарского НПЗ объем воды составляет 4,8 тыс.м³. Это количество воды подпитывается химически очищенной водой. Среднестатистические результаты анализов химически очищенной воды, находящейся в системе оборотного водоснабжения, должны соответствовать требованиям приведенным в таблице 1.

Таблица 1

Требования среднестатистических результатов анализа химически очищенной воды, находящейся в системе оборотного водоснабжения

Вид используемой воды	Наименование вещества									
	pH		Хлориды, мг/л		Сульфаты, мг/л		Общая жесткость, мг-экв/л		Сухой остаток	
	норма	факт.	норма	факт.	норма	факт.	норма	факт.	норма	факт.
Химически очищенная вода	7,0-8,5	8,1	172	156,6	420	448	0,02	0,18	1003	954
Оборотная вода	7,0-8,5	8,1	172	164,8	420	422,4	0,02	4,12	1009	923,4

Исследования показали, что если в химически очищенной воде железо практически отсутствует, то в системе оборотного водоснабжения оно присутствует из-за использования труб из углеродистой стали. Проведенный химический анализ продуктов коррозии и солеотложений показал следующие результаты, % масс: окись кремния, SiO₂ - 3,4; окись железа, F₂O₃ - 79,1; окись кальция, CaO-4,4; окись серы SO₃-2,83; ионы S⁻² – 1,67; влажность – 8,6.

Вода, из-за достаточно высокой теплоёмкости, хорошо отводит тепло и широко используется в теплообменных процессах. Тем не менее, в системах водоохлаждения наблюдается усиленная коррозия, особенно при использовании черных металлов, вызванная агрессивным свойствам воды.

Важное значение на практике, имеет определение степени коррозии металлов, применяемых в системе охлаждения теплообменников, находящихся в контакте с оборотной водой, а именно – влияние состава, времени контакта, температуры, растворенного кислорода. Кроме того, известно, что агрессивность воды зависит от жесткости воды.

Вода с высокой карбонатной жесткостью неагрессивна из-за образования на

поверхности защитного слоя из карбонатных отложений - накипи. Мягкая вода не приводит к отторжению и отличается повышенной коррозионной активностью.

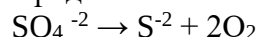
На агрессивность воды, кроме солей жесткости значительное влияние оказывает содержание хлоридов и сульфатов. При суммарном содержании сульфатов и хлорид-ионов менее 50 мг/л вода считается малоагрессивной, при 50-150 мг/л – среднеагрессивной, а при 150 мг/л и выше – сильноагрессивной. В присутствии солей жесткости агрессивные свойства хлоридов и сульфатов проявляется слабее.

Нами установлено, что при одинаковых малых концентрациях NaCl – более агрессивна, чем Na₂SO₄. При этом с ростом концентрации хлорид- и сульфат ионов скорость коррозии уменьшается, что объясняется снижением концентрации растворенного кислорода в воде. Растворенный кислород в воде увеличивает скорость коррозии, являясь деполяризатором каждой реакции.

Как правило, в нейтральной среде накопление продуктов коррозии стали на поверхности теплообменников приводит к блокированию и замедлению коррозии, это приводит к замедлению катодного процесса, что связано с затруднением диффузии растворенного кислорода к катодным участкам сквозь слой продуктов коррозии.

При исследовании коррозионных процессов особое внимание уделяется протеканию биокоррозии. В теплообменных нефтеперерабатывающих заводах создаются идеальные условия для развития различных микроорганизмов (умеренная температура, плохая аэрация, наличие в оборотной воде сульфат ионов и т.п.). В такой воде, в зависимости от концентрации кислорода в воде могут развиваться периодически, как аэробные так и анаэробные бактерии типа сероокисляющих и сульфатвосстанавливающих.

В процессе жизнедеятельности анаэробных сульфат восстанавливающих бактерий, сульфат-ионы восстанавливаются до сульфидов:



Такой вид бактерий развиваются в нейтральной среде. Скорость коррозии на металле зависит от типа образующейся пленки. При высоком значении pH (щелочная среда) образуется твердая хорошо прилегающая к металлу защитная пленка. Продукты коррозии имеют черный цвет и содержат около 40% массы двухвалентного железа и 5% масс серы в виде сульфидов [8].

При изменении степени аэрации на поверхностях содержащих сульфиды, могут развиваться окисляющие тионовые бактерии. Продуктами окисления являются сера и серная кислота. Такие бактерии в некоторых случаях могут создавать на местах высокие (до 10-12%) растворы серной кислоты, под действием которой протекает интенсивная местная коррозия, обычно высокое значение pH препятствуют росту сульфит восстанавливающих бактерий.

При охлаждении поверхностей теплообменников водой образуются твердые отложения – накипь. Состав накипи зависит от солевого состава воды и примесей.

Как указывалось выше, накипеобразование на поверхности теплообменного оборудования снижает эффективность их использования за счет снижения теплопроводности.

Обычно, в состав накипи входит большое количество продуктов коррозии. Проведенный нами химический анализ состава пробы накипи, образующийся во внутренней поверхности стальных труб Бухарского НПЗ, под действием оборотной воды показал, что они содержат большое количество железа. В составе накипи содержится также окись кремния, сернокислые соединения и др., что свидетельствует об образовании в системе охлаждения смешанной накипи. При обработке накипи соляной кислотой ощущается запах сероводорода, что свидетельствует о протекании также биокоррозии. В анаэробных условиях сульфат-ионы восстанавливаются сульфатвосстанавливающими бактериями до сульфидов, образуются сульфиды железа.

Из результатов анализа системы внутреннего водоснабжения Бухарского НПЗ следует, что в системах водоохлаждения, кроме защиты стальных труб и поверхностей

теплообменников от коррозии, следует применять меры, препятствующие образованию накипи и протеканию биокоррозии под действием оборотной воды.

Для защиты металла от коррозии в системах оборотного водоснабжения находят применение ингибиторы коррозии, электрохимическая защита теплообменных аппаратов, лакокрасочные покрытия. Наибольшее распространение в системах оборотного водоснабжения получили ингибиторы коррозии и солеотложений. Защита металлов от коррозии основана на свойстве некоторых индивидуальных химических соединений или их смеси, при введении в незначительных концентрациях в агрессивную среду, уменьшать скорость коррозионного процесса или полностью их подавлять.

Разработка новых ингибиторов коррозии на базе местного сырья и вторичных материалов является весьма актуальной задачей имеющей большое экономическое значение. Кроме того представляет существенный интерес использование уротропина в составе моющих водных фосфорнокислых растворов для травления (очистки) поверхности пластин титановых теплообменников на Бухарском НПЗ.

Используемая в новом составе вещества фосфорная кислота с новым ингибитором коррозии менее агрессивна по отношению к титану и титановым сплавам (скорость коррозии в 10%-ном растворе при 35 °С равна 0,10 мм/год).

Механизм воздействия предлагаемого вещества состоит в том, что в процессе окисления титанового теплообменника холодной водой на его пластинках откладываются иловые осадки, содержащиеся в холодной воде (из природных источников), очищающиеся промывкой непосредственно на рабочем месте предлагаемым составом циркуляцией через внутреннюю поверхность титановых пластин, при этом происходит взаимодействие фосфорной кислоты с карбонатными отложениями, с выделением углекислого газа, который в результате взбалтывания отслаивает и разрыхляет отложения и выносит их с потоком наружу [9].

Доступность вещества определяется тем, что компоненты смеси получают из местного сырья: фосфорная кислоты производится на Алмалыкском химическом комбинате, а новый ингибитор является выпускаемым продуктом производства АО «Навойиазот».

Выбор в качестве кислоты - фосфорной, а в качестве ингибитора коррозии - гексаметилентетрамина основан на их неагрессивности по отношению к титану и высокой эффективности очистки загрязненной (от таких, как иловые отложения), в то время, как другие кислоты разрушают очищенную поверхность титана и его сплавов, что весьма нежелательно. Кроме того, полученные из отходов производства и местного сырья, компоненты заявленного вещества более дешевы.

Массовое соотношение компонентов подобрано экспериментально в соответствии с поставленной задачей повышения эффективности степени очистки титановых теплообменников, что представлено в примерах 1-3.

Проведены исследования антикоррозионного действия уротропина и тиомочевины в водном растворе фосфорной кислоты.

При проведении лабораторных исследований мы использовали соотношение компонентов фосфорная кислота: вода в пределах используемого на Бухарском НПЗ при очистки пластин титановых теплообменников (исходный раствор фосфорная кислота : вода в соотношении 1:7,9 раствор №5), и в качестве новых ингибиторов коррозии использовали различное соотношение уротропина – 1:5:0,04 (раствор № 1); 1:7:0,03 (раствор №2); а также с тиомочевинной, в качестве нового ингибитора, при соотношении компонентов 1:5:0,04 (раствор №3), 1:7:0,03 раствор №4.

Агрессивность растворов проверялось по отношению к стали 3, так как за короткое время можно оценить скорость коррозии. Результаты испытаний на титановом металле будут представлены через 6-8 месяцев. Использовался гравиметрический метод оценки защиты от коррозии металлов в присутствии ингибирующих присадок.

Условия экспериментов и полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

Испытание различных растворов для очистки пластин титановых теплообменников по агрессивности к ст. 3

№	Характер	Масса до, г	Масса после, г	Δ М, г	Скорость, г/м ² ·час	Ст. защиты, %
1	Инг 1	24,2470	24,2100	0,0370	0,21	87,7
2	Инг 2	23,5822	23,4972	0,0850	0,47	72,7
3	Инг 3	23,9435	23,8877	0,0558	0,31	82,0
4	Инг 4	24,4327	24,3742	0,0585	0,33	80,8
5	Исх р-р	19,8659	19,5599	0,3060	1,72	-

Испытание: скорость коррозии и степень защиты от коррозии стали Ст.3,

Температура 25°C, время 22 часа

Площадь образца $[3,14 \cdot (3,4)^2 \cdot 2] + [3,14 \cdot 3,4 \cdot 0,22] = 78,6 + 2,4 = 81,0 \text{ см}^2 = 0,0081 \text{ м}^2$, $1 \text{ м}^2 = 10\,000 \text{ см}^2$, $X=81$, $X=81/10000$.

Обобщая полученные сравнительные результаты исследования, можно сделать вывод, что наиболее ингибирующее действие в среде ортофосфорной кислоты оказывает уротропин. При использовании которого скорость коррозии снижается с 1,72 г/м² до 0,21 г/м², то есть снижается в 8,2 раза с наибольшей степенью защиты 87,7 %.

Учитывая проведенные исследования и результаты анализов заводских данных по очистке пластин титановых теплообменников с использованием Альфафоса рекомендуется соотношение компонентов: фосфорная кислота, вода и уротропин (гексаметиленetetраамин) 1 (5-7):0,04-0,05) в пределах 1- (5-9):0,04-0,05) рассчитанные результаты сведены в таблицу 3.

Таблица 3

Соотношение компонентов (ортофосфорная кислота : вода – 1 : 9) для изготовления моющего раствора для очистки пластин титановых теплообменников при различных соотношениях уротропина с использованием ортофосфорной кислоты концентрацией 85% и плотностью 1,689 г/мл

№	Наименование реагента	Норма расхода, кг	Норма расхода в л	Кол-во воды, кг	Общее кол-во раствора, л	Количество добавляемого ингибитора		
						0,03	0,04	0,05
1	Орто-фосфорная кислота	4,7	5,5	44,5	50	0,14	0,19	0,23
2	Орто-фосфорная кислота	9,4	11	89	100	0,28	0,37	0,47
3	Орто-фосфорная кислота	47	55	445	500	1,4	1,9	2,3
4	Орто-фосфорная кислота	93,6	110	890	1000	2,8	3,75	4,67
5	Орто-фосфорная кислота	187	220	1780	2000	5,6	7,5	9,35
6	Орто-фосфорная кислота	281	330	2670	3000	8,4	11,24	14,05

Различные составы моющего раствора, приведенные в таблице 3 рекомендуются для испытаний в условиях Бухарского НПЗ при очистке пластин титановых теплообменников

Заключение. Проведены сравнительные испытания по антикоррозионной защите, которые дали нам возможность применения уротропина в составе водного раствора фосфорной кислоты. Преимущество использования уротропина для очистки поверхности

пластин титановых теплообменников определяется не только высокой степенью антикоррозионной способностью, но и способностью травления (очистки) поверхности от накипи и иловых отложений в составе водного раствора фосфорной кислоты.

Список литературы

- [1]. Сокол И.Я., Ульянин Е.А., Фельдгандлер Э.Г. и др. Структура и коррозия металлов и сплавов: Атлас: Справ. изд. М.: Металлургия. 1989. - 400 с.
- [2]. Завьялов В. В. Проблемы эксплуатационной надежности трубопроводов на поздней стадии разработки месторождений. М.: ОАО "ВНИИОЭНГ". 2005. - 322 с.
- [3]. Тюрин А. Г., Пышминцев И. Ю., Костицына И. В., И. М. Зубкова Термодинамика химической и электрохимической устойчивости коррозионно-активных неметаллических включений // Защита металлов. 2007. Т. 43. № 1. -С. 39-49.
- [4]. ГОСТ 9.017-74 Методы ускоренных испытаний на общую коррозию. - М.: Изд. Госстандарт, 1974. – 18 с.
- [5]. ГОСТ 9.502-82 Ингибиторы коррозии металлов для водных систем. Методы коррозионных испытаний. М.: Изд. Госстандарт, 1982. – 19 с.
- [6]. ГОСТ 9.905-82 Методы коррозионных испытаний. Общие требования.- М.: Изд. Госстандарт, 1982. – 22 с.
- [7]. ГОСТ 9.907-83. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы удаления продуктов коррозии после коррозионных испытаний. - М.: Изд. Госстандарт, 1983. – 14 с.
- [8]. Зайцев А. И., Родионова И. Г., Мальцев В. В. и др. Природа и механизмы образования в стали коррозионно-активных неметаллических включений. Пути обеспечения чистоты стали по этим включениям. Коррозионно-активные неметаллические включения в углеродистых и низколегированных сталях. М.: Metallurgizdat. 2005. -С. 37-51.
- [9]. Махкамов Б.Р., Хамидов Б.Н., Гуро В.П., Убайдуллаев Б.Х. Решение проблем антикоррозионной защиты при использовании охлаждающей и промывной воды на Бухарском НПЗ. Тезис Межд. научн.-техн. конф. «Состояние и перспективы инновационных идей и технологий в области нефтехимии», Фергана, 2015, - С. 250-253.

ПЕРСПЕКТИВА ИНТЕГРАЦИИ СМАРТ-ПРОИЗВОДСТВА И
ПРОМЫШЛЕННОСТИ 4.0 ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ, ГИБКОСТИ И
АДАПТИВНОСТИ

О.В. Туйбойов

Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова,

Республика Узбекистан, Office: +998-93-311-33-99

e-mail: oybektuyboyov85@gmail.com, o.tuyboyev@tdtu.uz, justoybek86@gmail.com

(Получена 27.01.2024 г.)

The article examines the integration of smart manufacturing technologies and Industry 4.0 in material processing, highlighting achievements, challenges, and consequences, including the use of hybrid processing, smart algorithms, "green" techniques, and cyber-physical systems, with positive impacts on real-time monitoring, production efficiency, cost reduction, and product quality, while identifying challenges such as resistance to change and skill requirements, urging future research to overcome barriers for sustainable improvements in productivity and resilience.

Keywords: Hybrid machining processes, Smart manufacturing, Industry 4.0, Cyber-physical systems (CPS), Green machining, IoT, Machine learning, Real-time monitoring, Manufacturing efficiency, Sustainability

В статье рассматривается интеграция интеллектуальных производственных технологий и Индустрии 4.0 в обработке материалов, освещаются достижения, проблемы и последствия, включая использование гибридной обработки, интеллектуальных алгоритмов, «зеленых» технологий и киберфизических систем, оказывающих положительное влияние на реальную экономику. - мониторинг времени, эффективности производства, снижения затрат и качества продукции, одновременно выявляя такие проблемы, как сопротивление изменениям и требования к навыкам, призывая к будущим исследованиям для преодоления препятствий на пути устойчивого повышения производительности и устойчивости.

Ключевые слова: Гибридные процессы обработки, Смарт-производство, Промышленность 4.0, Кибер-физические системы (КФС), Зеленая обработка, IoT, Машинное обучение, Мониторинг в реальном времени, Эффективность производства, Устойчивость

Maqolada aqlli ishlab chiqarish texnologiyalari va Sanoat 4.0 ning materiallarni qayta ishlashda integratsiyalashuvi ko'rib chiqiladi, yutuqlar, muammolar va natijalar, jumladan, gibrid ishlov berish, aqlli algoritmlar, "yashil" texnikalar va kiber-fizik tizimlardan foydalanish, real ishlab chiqarishga ijobiy ta'sir ko'rsatadi. -vaqt monitoringi, ishlab chiqarish samaradorligi, tannarxni pasaytirish va mahsulot sifati, shu bilan birga o'zgarishlarga qarshilik va malaka talablari kabi muammolarni aniqlash, kelgusidagi tadqiqotlarni samaradorlik va chidamlilikni barqaror yaxshilash uchun to'siqlarni bartaraf etishga undash.

Tayanch so'zlar: Gibrid ishlov berish, intellektual ishlab chiqarish, Sanoat 4.0, Kiber-fizik tizimlar (CPS), Yashil ishlov berish, IoT, Mashinani o'rganish, Real vaqt monitoringi, Ishlab chiqarish samaradorligi, barqarorlik

ВВЕДЕНИЕ

В процессе обработки материалов за последние годы произошли значительные изменения и революция. Были разработаны гибридные процессы обработки (ГПО), чтобы преодолеть ограничения как традиционных, так и нетрадиционных методов обработки, что позволило осуществлять резку сложных материалов с увеличенным промышленным спросом [1]. Процессы обработки остаются актуальными, предлагая высокую размерную точность и отделку поверхности [2]. Четвертая промышленная революция внесла понятие смарт-обработки, где алгоритмы машинного обучения применяются для улучшения качества продукции, мониторинга состояния системы и оптимизации параметров дизайна и процесса [3]. Процессы ротационной ультразвуковой поддержки обработки (RUAM) вышли на первый план как техники высокоточной обработки для труднообрабатываемых материалов, соответствуя спросу на изготовление компонентов в различных отраслях [4]. В ответ на экологические проблемы были разработаны зеленые технологии обработки, такие как

гибридная обработка, методы зеленой смазки и энергосберегающие процессы, для достижения устойчивости в производстве [5].

Смарт-производство и интеграция промышленности 4.0 направлены на повышение эффективности в производственных процессах. Комбинация робототехники и Интернета вещей (IoT) рассматривается как ключевая для создания инфраструктуры смарт-завода в контексте промышленности 4.0 [6]. Смарт-системы и подключенные технологии играют важную роль в мониторинге эффективности производства и тестировании инновационных технологий для повышения прибыли и производительности [7]. Техники глубокого обучения на основе данных, такие как глубокая сверточная LSTM-архитектура энкодера-декодера, могут решать проблемы отслеживания состояния оборудования, прогнозирования обслуживания и планирования производства [8]. Кроме того, предложена модель зрелости на основе нечетких правил для оценки готовности к внедрению смарт-производства с акцентом на устойчивость, устойчивость и ориентированность на человека [9]. Интеграция этих технологий и подходов позволяет смарт-производству достигать повышенной эффективности и производительности в эпоху промышленности 4.0.

Промышленность 4.0 нацелена на повышение эффективности, гибкости и адаптивности в производственных процессах [10]. Она включает в себя автоматизацию промышленных процессов, цифровизацию и использование данных для увеличения эффективности и качества [11]. Интеграция автоматизации и информационных технологий критична для достижения желаемой гибкости [12]. Решения промышленности 4.0 имеют потенциал способствовать более коротким циклам инноваций, ресурсной эффективности, индивидуализации по требованию, более быстрому принятию решений и высокой гибкости в производстве [13]. Однако отсутствует методология для оценки влияния промышленности 4.0 на гибкость и прибыльность производства [14]. Кибер-физические системы (CPS) играют ключевую роль в интеграции систем и технологий для удовлетворения потребностей промышленности. Интеграция CPS с традиционным планированием производства и управлением обслуживанием может привести к улучшению планирования производства, управления и эффективности обслуживания. Внедрение техник промышленности 4.0 может снизить расходы, улучшить качество продукции, повысить инновационность и улучшить удовлетворенность клиентов.

МЕТОДЫ

Процессы обработки материалов широко классифицируются на два типа: традиционные и нетрадиционные. К традиционным методам относятся токарные и фрезерные работы [15]. Нетрадиционные методы включают в себя электроэрозионную обработку (EDM), ультразвуковую обработку (USM), лазерную обработку (LBM) и другие. Для повышения производительности критически важен тщательный выбор параметров процесса, режущих инструментов и оборудования. Алгоритмы машинного обучения (ML) используются для оптимизации параметров процесса, диагностики состояния станка и прогнозирования качества конечной продукции. Получение динамических параметров во время процессов обработки существенно для прогнозирования диаграмм стабильности (SLD) и планирования параметров резания без вибраций. Различные методы, такие как сбор признаков на основе эксперимента и теоретические методологии формулирования, используются для получения динамических параметров. Аналитические, численные и методы искусственного интеллекта (AI) часто используются для моделирования процессов обработки, часто валидируемых экспериментальными данными. Обнаружение вибраций при обработке может быть достигнуто с помощью сбора данных, обработки сигналов, вычисления признаков и принятия решений на основе методов порогов или алгоритмов интеллектуального распознавания. Современные методы обработки предоставляют альтернативы для создания сложных изделий, однако проблемы устойчивости требуют решения для уменьшения воздействия на окружающую среду и повышения точности и производительности.

Обзор литературы

Проведен тщательный обзор существующей литературы с целью понимания текущего состояния смарт-производства, промышленности 4.0 и их интеграции в процессы обработки материалов. Это включало в себя обширное изучение академических журналов, материалов конференций и отчетов промышленности для сбора информации о последних достижениях, проблемах и успешных историях в этой области.

Выбор процессов обработки

Для исследования были выбраны традиционные и нетрадиционные процессы обработки, включая токарные, фрезерные, электроэрозионную обработку (EDM), ультразвуковую обработку (USM) и лазерную обработку (LBM). Этот выбор был сделан с целью охвата широкого спектра техник обработки, учитывая как традиционные, так и передовые методы.

Рисунок 1. изображает электроэрозионную обработку (EDM), которая представляет собой нетрадиционный процесс обработки, использующий электрические разряды для формирования и обработки заготовок. Этот метод особенно подходит для материалов, обладающих электропроводностью и сложных для обработки с использованием традиционных методов. EDM обеспечивает высокую точность и способен производить сложные формы и тонкие отделочные поверхности. Процесс включает контролируемое удаление материала через серию электрических разрядов между инструментом (электродом) и заготовкой в среде диэлектрической жидкости.

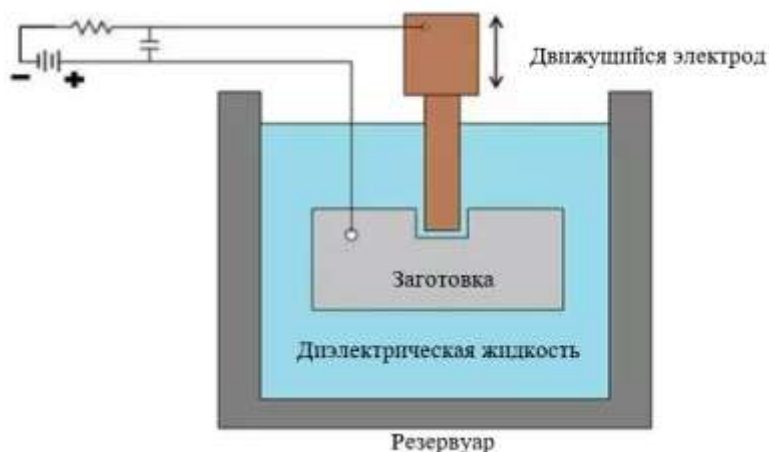


Рисунок 1. Электроэрозионная обработка.

EDM использует инструмент, часто изготовленный из проводящих материалов, таких как медь или графит, и заготовку, изготовленную из материалов, таких как металлы и сплавы. Инструмент и заготовка погружаются в диэлектрическую жидкость для облегчения процесса обработки. Диэлектрическая жидкость, обычно деионизированная вода или масло, служит нескольким целям. Она действует как электрический изолятор, позволяя контролируемым образом осуществлять разряд между инструментом и заготовкой. Кроме того, диэлектрическая жидкость охлаждает зону обработки и смывает мусор, образующийся в процессе. Когда между инструментом и заготовкой создается потенциальная разница, происходят электрические разряды высокой частоты. Эти разряды создают искры или дуги, которые генерируют интенсивное тепло, вызывая локальное плавление и испарение материала заготовки. По мере испарения материала образуется небольшая впадина или полость на заготовке. Контролируемое повторение этих электрических разрядов постепенно формирует заготовку в соответствии с желаемой геометрией. Удаление материала чрезвычайно точно, что позволяет осуществлять сложную и детальную обработку.

EDM известна своей высокой точностью и способностью создавать сложные формы, что делает ее подходящей для приложений, где критичны тесные допуски и тонкие детали. Она может применяться к широкому спектру электропроводных материалов, включая те, которые сложно обрабатывать с использованием традиционных методов, таких как закаленные стали и экзотические сплавы. Поскольку EDM является бесконтактным процессом, на заготовку не действует механическая сила, что минимизирует риск износа и деформации инструмента. EDM может достигать исключительно тонких отделочных

поверхностей, часто исключая необходимость дополнительной отделки. Поскольку инструмент и заготовка не взаимодействуют физически, твердость инструмента не имеет значения, что позволяет обрабатывать крайне твердые материалы. EDM широко используется в производстве инструментов и форм для создания форм, пресс-форм и других компонентов инструментов с высокой точностью. EDM применяется в авиационной промышленности для обработки сложных компонентов, таких как лопатки турбины и детали двигателя. Медицинская промышленность использует EDM для производства точных компонентов в устройствах, таких как ортопедические имплантаты и хирургические инструменты. EDM применяется для производства точных деталей в электронной промышленности, включая разъемы, формы и маленькие компоненты. В автомобильной отрасли EDM используется для производства сложных и высокоточных деталей, таких как шестерни и компоненты топливной системы.

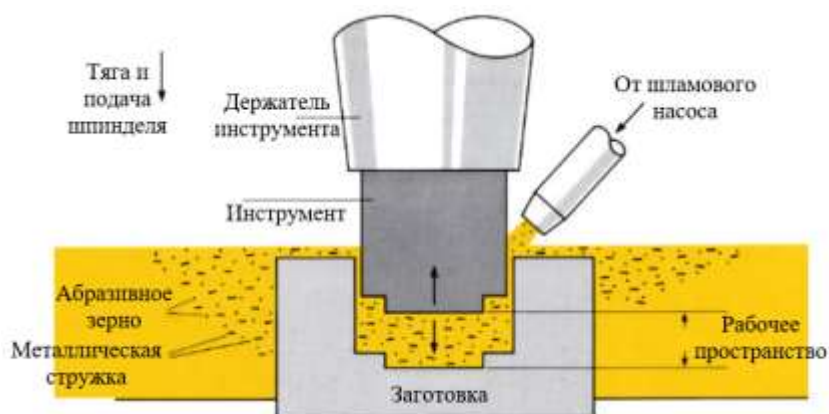


Рисунок 2. Ультразвуковая обработка.

Рисунок 2. изображает ультразвуковую обработку (USM), которая представляет собой нетрадиционный процесс обработки, использующий механические вибрации, генерируемые ультразвуковыми частотами, для удаления материала. Эта техника особенно эффективна для обработки твердых и хрупких материалов, включая керамику, стекло и некоторые передовые сплавы. USM предлагает возможности высокоточной обработки с минимальными термическими эффектами, что делает ее подходящей для приложений, где традиционные методы могут быть неудачными.

В ультразвуковой обработке инструмент, изготовленный из твердого материала, такого как карбид вольфрама или алмаз, вибрирует на ультразвуковых частотах. Инструмент, часто называемый сонотродом, находится в прямом контакте с заготовкой, которая обычно удерживается в баке с абразивной суспензией. Сонотрод генерирует ультразвуковые вибрации с частотами, обычно находящимися в диапазоне от 20 кГц до 40 кГц. Эти вибрации передаются в абразивную суспензию, создавая высокочастотные осцилляции.

Поскольку абразивная суспензия протекает между вибрирующим инструментом и заготовкой, она служит средой для удаления материала. Абразивные частицы, присутствующие в суспензии, воздействуют на заготовку, вызывая микроотслоение и эрозию материала. Контролируемое и локализованное разрушение материала происходит из-за повторяющегося воздействия абразивных частиц. Это позволяет осуществлять точную обработку и создание сложных форм на заготовке. USM известна своей способностью достигать высокой точности и тонких деталей при обработке, что делает ее подходящей для применений, требующих сложных геометрий.

Она особенно эффективна для обработки твердых и хрупких материалов, которые сложно обработать с использованием традиционных методов, включая керамику и некоторые передовые сплавы. USM производит минимальное количество тепла в процессе обработки, что уменьшает риск тепловых повреждений заготовки. Это критично для сохранения целостности материала, особенно в теплочувствительных приложениях. USM

универсальна и может применяться к различным материалам, что делает ее подходящей для различных промышленных областей. Из-за отсутствия значительного выделения тепла минимальные тепловые напряжения воздействуют на заготовку, уменьшая вероятность микротрещин или искажений. USM широко используется в производстве сложных керамических компонентов для различных отраслей, включая электронику, авиацию и медицинские устройства. Он применяется для точной микрообработки маленьких и деликатных деталей, используемых в микроэлектронике и микросистемах. USM используется в оптической промышленности для формирования и обработки оптических компонентов, таких как линзы и призмы. Процесс применяется в производстве инструментов и форм для создания форм и пресс-форм с высокой точностью. USM используется для обработки полупроводниковых материалов с целью создания точных узоров и элементов на подложках.

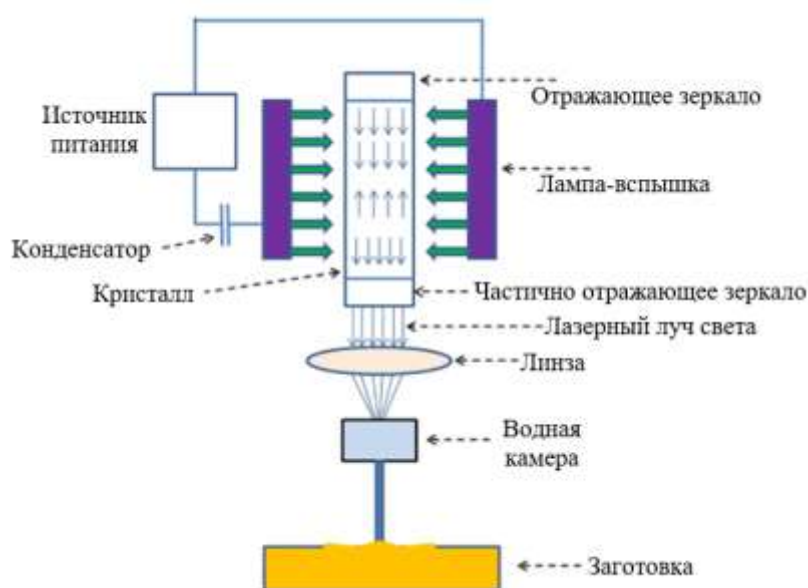


Рисунок 3. Лазерная лучевая обработка (LBM).

Рисунок 3. изображает лазерную лучевую обработку (LBM), которая представляет собой нетрадиционный процесс обработки, использующий энергию высококонцентрированного лазерного луча для удаления материала и формирования. Эта техника особенно эффективна для резки, сверления и гравировки широкого спектра материалов, включая металлы, пластик, керамику и композиты. LBM предлагает высокую точность, минимальный механический контакт и способность создавать сложные и изысканные геометрии.

В процессе лазерной лучевой обработки лазерный луч генерируется с использованием лазерного источника. Лазерный луч обычно является когерентным и монохроматическим светом с высокой энергетической плотностью. Затем лазерный луч направляется через серию зеркал и линз для фокусировки его в концентрированное и маленькое пятно. Оптика фокусировки обеспечивает высокую коллимацию лазерного луча и его способность достигнуть высокой энергетической плотности на заготовке. Когда сфокусированный лазерный луч взаимодействует с поверхностью заготовки, это вызывает быстрое нагревание и испарение материала. Этот процесс известен как лазерная абляция, где материал удаляется в виде пара или расплавленных капель. Интенсивное тепло, создаваемое лазерным лучом, плавит или испаряет материал вдоль желаемого пути резки. Расплавленный или испаренный материал затем выбрасывается из заготовки, оставляя вырез или отверстие. Точность процесса позволяет создавать сложные формы и тонкие детали.

LBM предлагает исключительную точность, позволяя создавать сложные и изысканные геометрии с тесными допусками. Поскольку нет прямого механического контакта между инструментом и заготовкой, LBM минимизирует введение механических

напряжений, уменьшая риск деформации или повреждения материала. LBM универсален и может применяться к широкому спектру материалов, включая металлы, полимеры, керамику и композиты. Как процесс бесконтактной обработки, LBM устраняет необходимость в режущих инструментах, что снижает износ инструмента и позволяет обрабатывать хрупкие или деликатные материалы. Локализованная природа лазерного луча помогает минимизировать зону теплового воздействия, сохраняя свойства материала и уменьшая риск тепловых искажений.

LBM широко используется для точной резки и сверления в отраслях таких как авиационная промышленность, электроника и производство медицинских устройств. Точное управление, предлагаемое LBM, делает его подходящим для гравировки и маркировки различных материалов в целях брендинга, идентификации или в эстетических целях. LBM применяется в микрообработке, где требуется изготовление крайне маленьких элементов или компонентов с высокой точностью. LBM используется в прототипировании и быстром производстве для быстрого производства небольших партий деталей с сложными конструкциями. LBM применяется в производстве медицинских устройств, где точность и минимальные тепловые эффекты критичны для сохранения целостности материалов.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Интеграция технологий Smart Manufacturing и Industry 4.0 привела к значительным улучшениям в мониторинге процессов обработки материалов в режиме реального времени. Анализируя частотные компоненты крутящего момента при резке, Ли и др. предложили новый метод мониторинга важных параметров в процессе фрезерования с квадратным концом. Редди и др. также подчеркнули использование методов глубокого обучения на основе данных, таких как архитектура глубокой сверточной LSTM-кодировщик-декодировщик, для решения проблем отслеживания состояния оборудования и планировки производства. Кроме того, Оой и др. представили решение IoT для отслеживания производственной эффективности старых производственных машин, продемонстрировав надежность мониторинга в реальном времени в производственной среде. Эти исследования демонстрируют влияние технологий Smart Manufacturing и Industry 4.0 на повышение возможностей мониторинга в реальном времени в процессах обработки материалов.

Кроме того, применение принципов Industry 4.0 в процессах обработки материалов показало существенные улучшения в планировании производства, контроле и эффективности обслуживания. Интеграция кибер-физических систем (CPS) с традиционными системами планирования и контроля производства привела к более упрощенным и адаптивным операциям производства. Ванг и др. реализовали CPS для оптимизации планирования производства путем динамической корректировки расписания на основе данных в реальном времени, что привело к сокращению сроков выполнения и улучшению использования ресурсов. Кроме того, управление обслуживанием было улучшено благодаря использованию стратегий предиктивного обслуживания, возможного благодаря технологиям Industry 4.0. Интеграция датчиков и анализа данных позволяет непрерывно мониторить состояние оборудования, что приводит к предиктивным вмешательствам в обслуживание, сокращающим простои и продлевающим срок службы оборудования для обработки материалов.

Индустрия 4.0 также проявила свой потенциал в снижении затрат на производство и повышении качества продукции. Использование передовой аналитики и принятие решений на основе данных привело к более эффективному распределению ресурсов, минимизации отходов и оптимизации энергопотребления. Лю и др. реализовали аналитику данных для оптимизации энергосберегающих процессов при обработке материалов, что привело к значительной экономии затрат и экологическим выгодам. Более того, внедрение интеллектуальных систем и подключенных технологий привело к улучшению качества продукции. С использованием данных в реальном времени от датчиков и обратных связей производственные процессы могут быть оперативно скорректированы для обеспечения

стабильного и высококачественного результата. Влияние Industry 4.0 на гибкость производства и прибыльность рассматривается в различных исследованиях. Предложенная Чен и др. модель процедурного принятия решений предоставляет систематический подход к оценке потенциального влияния решений Industry 4.0 на гибкость и прибыльность. Эта модель интегрирует теорию принятия решений и оценки инвестиций с методами, связанными с гибкостью, для оценки экономической целесообразности и адаптивности внедрения технологий Industry 4.0. Результаты свидетельствуют о том, что обоснованное внедрение решений Industry 4.0 может привести к увеличению гибкости производства и, следовательно, к улучшению прибыльности. Однако выявлены также проблемы и преграды в внедрении Industry 4.0 в процессы обработки материалов. Сопротивление переменам, начальные инвестиционные затраты и необходимость квалифицированных сотрудников – некоторые из преград, с которыми производители могут столкнуться при внедрении этих передовых технологий. Преодоление этих проблем будет ключевым для реализации полного потенциала Industry 4.0 в обработке материалов. В заключение результаты указывают на то, что интеграция технологий Smart Manufacturing и Industry 4.0 положительно повлияла на мониторинг в реальном времени, планирование производства, контроль, эффективность обслуживания, снижение затрат и качество продукции в процессах обработки материалов. Представленные исследования демонстрируют потенциал этих технологий для улучшения общей эффективности и прибыльности производственных операций, хотя необходимо тщательно решать проблемы внедрения и реализации. Будущие исследования должны сосредотачиваться на разработке стратегий преодоления преград и дальнейшей оптимизации интеграции технологий Industry 4.0 в обработку материалов для устойчивых улучшений в производительности и устойчивости.

ДИСКУССИЯ

Представленное исследование исследует интеграцию технологий Smart Manufacturing и Industry 4.0 в процессах обработки материалов, предоставляя ценные инсайты в трансформационное воздействие на различные аспекты производственных операций. Интеграция технологий Smart Manufacturing и Industry 4.0 значительно продвинула возможности мониторинга в режиме реального времени в процессах обработки материалов. Исследования Ли и др., Редди и др. и Оой и др. иллюстрируют, как подходы, основанные на данных, включая частотный анализ и методы глубокого обучения, способствуют мониторингу важных параметров и обеспечивают надежный мониторинг в реальном времени. Эти достижения позволяют производителям получать более глубокие понимания процессов обработки материалов, обеспечивая своевременные вмешательства, контроль качества и общую оптимизацию процесса. Применение принципов Industry 4.0 продемонстрировало существенные улучшения в планировании производства, контроле и эффективности обслуживания. Интеграция кибер-физических систем (CPS) с традиционными системами, как подчеркнуто Вангом и др., облегчает адаптивные операции производства. Динамическое планирование производства на основе данных в реальном времени приводит к сокращению времени выполнения и оптимизации использования ресурсов. Кроме того, стратегии предиктивного обслуживания, облегченные технологиями Industry 4.0, способствуют повышению надежности оборудования, сокращению времени простоя и продлению срока службы оборудования. Внедрение Industry 4.0 в процессы обработки материалов доказало свою эффективность в снижении затрат на производство и улучшении качества продукции. Лю и др. демонстрируют оптимизацию энергоэффективных процессов с использованием аналитики данных, что приводит к значительной экономии затрат и экологическим выгодам. Более того, внедрение интеллектуальных систем и подключенных технологий позволяет оперативно корректировать производственные процессы, обеспечивая стабильный и высококачественный результат. Продвинутая аналитика и принятие решений на основе данных способствуют эффективному распределению ресурсов, минимизации отходов и улучшенному энергопотреблению. Для

решения проблемы отсутствия методологии оценки воздействия Industry 4.0 на гибкость производства и прибыльность, исследование представляет модель процедурного подхода на основе теории принятия решений. Результаты свидетельствуют о том, что обоснованное внедрение решений Industry 4.0 положительно влияет на гибкость производства и, следовательно, приводит к улучшению прибыльности. Это подчеркивает экономическую целесообразность и адаптивность технологий Industry 4.0 в улучшении общей производительности процессов обработки материалов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Интеграция технологий Smart Manufacturing и Industry 4.0 в процессы обработки материалов означает трансформационную эру для производственной отрасли. Представленное исследование предоставило всестороннее исследование прогресса, проблем и последствий этой интеграции, пролив свет на многогранные воздействия на операции по обработке материалов. Рассмотренные исследования демонстрируют значительные технологические достижения, особенно в области мониторинга в реальном времени. Использование технологий Smart Manufacturing и Industry 4.0 позволяет производителям мониторить критические параметры с беспрецедентной точностью и своевременностью. Подходы, основанные на данных, такие как частотный анализ и методы глубокого обучения, усиливают принятие решений в реальном времени, повышая общую эффективность и надежность процессов обработки материалов. Интеграция кибер-физических систем (CPS) с традиционными системами привела к оптимизации планирования и контроля производства. Динамические корректировки на основе данных в реальном времени способствуют сокращению времени выполнения и оптимизации использования ресурсов. Кроме того, стратегии предиктивного обслуживания, облегченные технологиями Industry 4.0, обеспечивают непрерывный мониторинг состояния оборудования, что приводит к улучшению эффективности обслуживания и продлению срока службы оборудования. Внедрение Industry 4.0 в процессы обработки материалов продемонстрировало осязаемые выгоды в снижении затрат и улучшении качества. Оптимизация энергоэффективных процессов с использованием передовой аналитики позволяет добиться значительной экономии и экологических выгод. Более того, корректировки производственных процессов в реальном времени обеспечивают стабильный и высококачественный результат. Модель процедурного подхода, основанная на теории принятия решений, вводит систематический подход к оценке воздействия Industry 4.0 на гибкость производства и прибыльность, указывая на положительную корреляцию между обоснованными решениями Industry 4.0 и улучшением прибыльности.

В заключение, представленные результаты подчеркивают глубокое воздействие Industry 4.0 на операции по обработке материалов, предлагая взгляд в будущее смарт-производства. По мере развития технологий, будущие исследования должны сосредоточиться на совершенствовании стратегий, преодолении преград и обеспечении плавного перехода к Industry 4.0. Совместные усилия академии, промышленности и законодателей будут ключевыми в управлении производственной отрасли в сторону устойчивого и технологически продвинутого будущего.

Список литературы

- [1]. Grzesik, W., & Ruszaj, A. (2021). *Hybrid manufacturing processes*. Springer International Publishing.
- [2]. Benardos, P. G., & Vosniakos, G. C. (2003). Predicting surface roughness in machining: a review. *International journal of machine tools and manufacture*, 43(8), 833-844.
- [3]. Liu, L., Zhang, X., Wan, X., Zhou, S., & Gao, Z. (2022). Digital twin-driven surface roughness prediction and process parameter adaptive optimization. *Advanced Engineering Informatics*, 51, 101470.
- [4]. Sun, S., Brandt, M., & Dargusch, M. S. (2010). Thermally enhanced machining of hard-to-machine materials—a review. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 50(8), 663-680.
- [5]. Dufloy, J. R., Sutherland, J. W., Dornfeld, D., Herrmann, C., Jeswiet, J., Kara, S., ... & Kellens, K. (2012). Towards energy and resource efficient manufacturing: A processes and systems approach. *CIRP annals*, 61(2), 587-609.

- [6]. Lampropoulos, G., Siakas, K., & Anastasiadis, T. (2019). Internet of things in the context of industry 4.0: An overview. *International Journal of Entrepreneurial Knowledge*, 4-19.
- [7]. Kaplan, R. S. (1983). Measuring manufacturing performance: a new challenge for managerial accounting research. In *Readings in accounting for management control* (pp. 284-306). Boston, MA: Springer US.
- [8]. Xia, T., Dong, Y., Xiao, L., Du, S., Pan, E., & Xi, L. (2018). Recent advances in prognostics and health management for advanced manufacturing paradigms. *Reliability Engineering & System Safety*, 178, 255-268.
- [9]. Bajic, B., Moraca, S., & Rikalovic, A. (2023, May). Fuzzy maturity model for Smart Manufacturing Readiness: Industry 5.0 perspective. In *2023 Zooming Innovation in Consumer Technologies Conference (ZINC)* (pp. 142-147). IEEE.
- [10]. Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., & Suman, R. (2022). Enabling flexible manufacturing system (FMS) through the applications of industry 4.0 technologies. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*, 2, 49-62.
- [11]. Dutta, G., Kumar, R., Sindhwani, R., & Singh, R. K. (2021). Digitalization priorities of quality control processes for SMEs: A conceptual study in perspective of Industry 4.0 adoption. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 32(6), 1679-1698.
- [12]. Galliers, R. D. (2006). Strategizing for agility: confronting information. *Agile information systems*, 1.
- [13]. R. Novais, L., Maqueira, J. M., & Bruque, S. (2019). Supply chain flexibility and mass personalization: a systematic literature review. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 34(8), 1791-1812.
- [14]. Höse, K., Amaral, A., Götze, U., & Peças, P. (2023). Manufacturing Flexibility through Industry 4.0 Technological Concepts—Impact and Assessment. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 1-19.
- [15]. Oke, S. R., Ogunwande, G. S., Onifade, M., Aikulola, E., Adewale, E. D., Olawale, O. E., ... & Bodunrin, M. O. (2020). An overview of conventional and non-conventional techniques for machining of titanium alloys. *Manufacturing Review*, 7, 34.

RECOMMENDATIONS FOR USING LITERARY TEXTS IN FOREIGN LANGUAGE

I. Tukhtarova

*Fergana State University
(Received on April 12 th, 2024)*

This article discusses the value of teaching foreign languages through literary texts. Using literary texts in foreign languages and the phases involved in working with them are the main topics of discussion.

Key words: text, literary text, choice text, application text, translation text, text work, reading, speaking exercise, and literature.

В данной статье рассматривается ценность обучения иностранным языкам посредством художественных текстов. Использование художественных текстов на иностранных языках и этапы работы с ними – основные темы обсуждения.

Ключевые слова: текст, художественный текст, текст выбора, текст приложения, текст перевода, текстовая работа, чтение, устные упражнения, литература.

Ushbu maqolada xorijiy tillarni badiiy matnlar orqali o'rgatishning ahamiyati ko'rib chiqiladi. Chet tillardagi badiiy matnlardan foydalanish va ular bilan ishlash bosqichlari muhokamaning asosiy mavzulari hisoblanadi.

Kalit so'zlar: matn, badiiy matn, tanlov matni, ilova matni, tarjima matni, matn ishi, o'qish, nutqiy mashq va adabiyot.

Introduction

Reading text in the language being studied fosters analytical thinking, expands vocabulary, and introduces the language learner to the literature and culture of the nation. It also helps to improve oral discourse.

As the "highest communicative unit," literary texts serve the same purposes as other texts:

1) The text serves as a representative by providing facts, describing objects, events, and situations, and accurate information about the surrounding events;

2) the appeal function, which is information entered by the sender with the intention of eliciting a sufficient response from the recipient;

3) Text has an expressive function that allows it to convey specific feelings, opinions, and attitudes about the information it expresses.

As a result, classes are required for the study of literary fragments. Not only is reading these kinds of texts enjoyable, but it's also critical to practice reading aloud both before and after in order to improve your speech abilities, which will improve your comprehension of the text.

Methods

For this reason, it's critical to teach students how to use text appropriately so that it can serve as a viable and efficient foundation for teaching a variety of speech activities. Pre-text, post-text, and post-text are the three phases of working with text that should be taken into consideration in this regard. Let's examine each phase in greater depth.

pretext stage. At this point, reading comprehension exercises will be conducted, with the goals of mastering the language and becoming familiar with the text's subject as well as its concepts and veracities. At this point in the process, the teacher must pique students' interest, involve them in the work, and inspire positive motivation in order to successfully work with text in the future. This is because fostering a friendly environment in the classroom is essential.

Linguistic assumptions for differentiating language units and speech forms, identifying them in the text, mastering various structural materials (vocabulary elements, modern verb forms, etc.), and honing prediction skills are methods of managing text material at the text and related tasks stage.

The text's functions include modeling the fundamental knowledge required and sufficient to accept a particular text, addressing linguistic and semantic challenges in text comprehension, and simultaneously enhancing reading comprehension and creating a "strategy for understanding."

The text to be read's linguistic, grammatical, structural, semantic, and linguistic-cultural features are all taken into consideration.

At this point, the instructor can employ a variety of strategies, such as mental attacks, guesswork, making associations between text headlines and images, determining the students' present level of understanding of the topics covered in the text, responding to queries, and more.

textual stage. Students are given options in text assignments regarding the type of study (study, input, view, search), speed, and the requirement to complete specific communicative and cognitive tasks while reading.

The development of various speech and language skills should be tracked here, and pertinent skills and abilities should be further developed.

the paragraph after the text. In order to assess the student's comprehension of the material they have read, post-text assignments are given. The degree of reading proficiency and the likelihood of applying the knowledge acquired in the future should both be closely observed. In order to improve their linguistic (speech), oral, and written speech abilities, students should be able to apply the text's circumstances.

These phases of textual work involve a variety of assignments and exercises. Those differ based on the type of study at each stage (entry, learning, searching, and viewing).

A study known as input reading considers the entire work—books, articles, and stories—without the intention of gathering data. This is to read the information that has been received without intending to duplicate or use it further.

After quickly reading the entire text, the reader uses the fundamental communication task to extract the most essential information from the input, such as the questions that are addressed in the text and their solutions, the terms currently in use, and so forth. Therefore, the fundamental ability needed for this kind of research is the capacity to distinguish between primary and secondary data.

Reading entails both the initial comprehension of the text's content and the most accurate and thorough comprehension of all of it. This is deliberate reading with the goal of evaluating what is read in light of the text's linguistic and logical relationships. Its goal is to make students more capable of handling challenges related to comprehending texts written in a foreign language on their own. The text's content is meant to be learned from, not just consumed as language.

Reading specialized literature and newspapers is the main focus of the search. Its goal is to find specific information (facts, features, numbers, instructions) in text quickly. Its main objective is to extract precise information from the text.

Skimming entails reading the content with a broad overview. Developing a general opinion about everything covered in the text is its aim. This is a quick, block-by-block reading of the text to better understand its key ideas and details. It usually suffices to read the first paragraph, the main sentence, and then peruse the rest of the text while browsing.

Therefore, we may provide some tasks based on the type of reading that will help schoolchildren better understand and comprehend fiction texts if we rely on the objectives of each type of study and adhere to the phases of working with text.

Like any text, a literary text is an oral discourse piece, a complex linguistic sign that fulfills language units at every level, from phonemes to speech.

Literary text is an individual aesthetic language system that stands out for its extreme integrity and structure. It is distinctive, but in spite of these qualities, it is built using a standard method. It has a linear extension, is aesthetically pleasing, and is perceived quickly.

A literary text is composed of a hierarchy of elements that serve linguistic, synthetic, sound, and metric levels in addition to aesthetic functions (conceptual, evaluating, emotional, expressive synthetic, rhythmic-intonation).

Even before you read the literary text, working on it in foreign language classes requires sophisticated, focused work. This means that there are phases that come before, after, and throughout the entire process of working with literary texts. Every stage has specific exercises and purposes.

Even though scientific text-reading methodology is flawless, we are aware that many mistakes are made in real-world applications. Effective reading instruction is impossible to accomplish due to several methodological flaws. The description of the error and the correct work side by side is given below:

- 1) translating / not translating text into the mother tongue from head to toe;
- 2) not to read / read a text repeatedly for no reason;
- 3) always read the text aloud / read aloud;
- 4) not to analyze/analyze linguistic grammar to understand the text;
- (5) perform exercises / exercises adequately that form a mechanism for approximately understanding the meaning of an unfamiliar word;
- 6) read the holistic text in parts when reading for information purposes;
- 7) less / adequate text reading exercises compared to exercises performed after the text and after the text;
- 8) avoiding the challenges that readers face when reading the text in advance/preventing difficulties, etc.

Results

The errors and challenges raging at the work of teaching to study in foreign language classes are acknowledged, along with other methodological confusion that currently exists. Let's quickly go over the warning methodological recommendations provided after the line for each of the eight outlined errors:

(1) What good is it to provide text in a foreign language if the reader interprets it from beginning to end? Readers expect translation, not reading. Another word for this is translating some of the text's more difficult passages (a mix of sentences and phrases).

Rule: No text in a foreign language can be translated verbatim into its original tongue. The goal of assigning students small volumes of texts to translate into their native tongue is to teach them how to use dictionaries.

(2) A clear methodological idea can be made about repeating the text: when read two or three times, a separate curriculum is given.

Rule: A foreign language text is read once (subsequent readings are repeated to perform other related tasks).

(3) A learning exercise that aims to teach the skills of high-performing reading from the very beginning of schooling is reading the text aloud. The text is mostly read aloud, silently, with the goal of gathering information.

Rule: Information is obtained from the text by reading inside (reading aloud serves to convey information and teach reading techniques).

(4) Many text analyses don't need to be stopped because such a teaching-methodological event shouldn't exist in real-world settings. It is advised that you examine the linguistic occurrence that occurred prior to the text. There may be unfamiliar words in the text that you will need to look up on your own or with the help of a dictionary.

Rule: Opening the meaning of an unfamiliar word when reading text is met as an analysis "spark."

(5) The study of approximate understanding requires specific exercises and a certain amount of time and effort. When deciphering a foreign language unit, the nature of this mechanism is taken into consideration.

Rule: The meaning of an unfamiliar word is approximately understood directly.

(6) When reading a text from beginning to end, the content is altered in some way. Different sections of text are studied in linguistics. Regardless of the text's size, it looks for answers to questions in order to comprehend the content (small or large). This implies that studying full-time is necessary.

Rule: The reader reads the text in full without dividing it into pieces (you can usually read it in several parts to check what the text understands).

(7) Three phases comprise the text work, with exercises designed to track comprehension both before and after reading the text. Every one has a specific role and purpose.

Rule: The text is more important to read than the exercises performed before and after reading. Reading text at home and at the place of training is considered the main work at a high stage.

(8) There are exercises to avoid falling into one of three reading difficulty categories. Learning reading rules is the first challenge; using language units is the second; and comprehending the content is the third. A teacher's daily task is to have students practice reading the rules ahead of time in the text. Oral exercises determine the familiarity/familiarity of language materials. The text is strengthened by the linguistic and grammatical events that have been passed down, and the more empty ones are repeated. They will be trained to independently undervalue a word's meaning when it is assigned to them as a prospective dictionary entry. A dictionary is used to learn the meaning of certain words.

Rule: The difficulty in obtaining information is solved when reading the text. The complexity of reading techniques and language material is taken into account in exercises conducted until reading.

Comprehending the text's content requires skill, a meaningful synthesis that happens with the aid of credentials, or the event of language units' meanings being combined into information.

Discussion

The first and most important thing for anyone learning a foreign language to learn is the vocabulary required for communication in that language. The major goals should be to improve their speech by adding new words and phrases, getting them ready for conversation, teaching them speech techniques, and helping them speak correctly, clearly, and consistently. Reading literary texts helps with this.

Depending on the criteria teachers use, selecting literary texts to teach a foreign language is a multi-step process. For instance, some educators assess literature solely on the basis of the writings of famous authors from the past, while others base their evaluations on superstitions. Third, choose passages from a work that relate to the specific subject being studied. The text's linguistic complexity in relation to the students' degree of language preparation is a crucial selection criterion.

About the advantages of using literary texts in foreign language classes, we should mention:

1. Literary texts are frequently used in connotation (emotional expression), polysthery (multi-meaning meditation), metaphor (likeness), and other ways that aren't seen in other kinds of texts. This guarantees the linguistic beauty necessary for language proficiency.

2. In addition, through literary texts, national, geographical, demographic, and other information about the country where the language is being studied is studied directly. In other words, with their help, they look at the way that country lives.

3. Students' vocabulary will grow and become stronger as a result of reading literary texts, and they will also unknowingly gain better direct grammatical knowledge. Contextual learning facilitates retention of vocabulary and grammar rules.

4. Additionally, literary texts are used in the classroom to fulfill the purpose of general education. They aid in the emergence, growth, and, naturally, eradication of unsuitable ideas regarding the nation where the language is being studied.

5. Texts can serve as a foundation or source of inspiration for writing or speaking. Texts that are considered literary are characterized by their abundance of meaning, ambiguity, and transparency. Some concepts are left open-ended, meaning that certain aspects of situations or events are only highlighted rather than fully described, leaving it to the reader to "understand it through his or her life experience, his own views, his or her national and cultural values, and to fill in the gaps on his own."

Therefore, literature causes students to develop competence to express themselves (speak), discuss or write creatively.

References

- [1]. Tukhtarova, I., & Arslonzoda, A. (2022). Some aspects of popular scientific literature in teaching a foreign language. *Asian Journal of Multidimensional Research*, 11(11), 288-295.
- [2]. Tukhtarova, I., & Arslonzoda, A. (2023). The role of popular scientific literature in teaching a foreign language to students of non-language faculties of universities.
- [3]. Tukhtarova, I. (2022). THE IMPORTANCE OF USING POPULAR SCIENTIFIC LITERATURE IN TEACHING A FOREIGN LANGUAGE TO STUDENTS OF NON-LANGUAGE FACULTIES OF UNIVERSITIES. *Research Focus*, 1(3), 106-112.
- [4]. Tukhtarova, I. (2023). USE OF POPULAR SCIENTIFIC LITERATURE IN TEACHING A FOREIGN LANGUAGE.
- [5]. Tukhtarova, I. (2023). THE IMPORTANCE OF LITERARY TEXT IN TEACHING ENGLISH GRAMMAR.
- [6]. Tuxtarova, I. (2023). BADIY MATN INGLIZ TILINI O'QITISH VOSITASI SIFATIDA. *Talqin va tadqiqotlar*, 1(23).
- [7]. Tuhtarova, I. (2020). Some Aspects Of Using Examples Of Fiction In Teaching Foreign Languages. *Scientific Bulletin of Namangan State University*, 2(6), 409-415.

HAVONI AEROIONLAR BILAN BOYITISHNING ODAM ORGANIZMIGA TA'SIRINI
O'RGANISH

R.O'. Siddiqov

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universitetining Qo'qon filiali

sidrus1073@mail.ru, tel: 90 509 39 43

(Qabul qilindi 27.01.2024 y.)

Ushbu maqolada havo ionlari – aeroionlarning hosil bo'lishi, tabiiy va sun'iy ionlashtirish va ionlashgan havoning odam organizmiga ta'siri ko'rib chiqilgan.

Kalit so'zlar: aeroionlar, elektron qobiq, kislorod, konsentratsiya, ionlashish, harakatchanlik koeffitsienti, ionizator

В данной статье рассматривается образование воздушных ионов – аэроионов, естественная и искусственная ионизация и влияние ионизированного воздуха на организм человека.

Ключевые слова: аэроионы, электронная оболочка, кислород, концентрация, ионизация, коэффициент подвижности, ионизатор.

This article discusses the formation of air ions - air ions, natural and artificial ionization and the effect of ionized air on the human body.

Keywords: aeroions, electronic shell, oxygen, concentration, ionization, mobility coefficient, ionizer.

Atmosferada, tabiiy sharoitda, musbat va manfiy havo ionlar mavjud bo'ladi. Odatda havo ionlarini **aeroionlar** deyiladi. Manfiy aeroionlar havodagi neytral gaz molekulari tomonidan biron bir erkin elektronni tutib olishi natijasida hosil bo'ladi. Ilmiy nuqtaiy nazardan olib qaraganda manfiy kislorod aeroionlarini paydo bo'lishi eng osonroq hisoblanadi. Chunki, kislorod atomining tashqi elektron qobig'ida 6 ta elektron bo'lib, bu qobiq elektronlar bilan to'lishi uchun 2 ta elektron yetishmaydi. Shuning uchun kislorod atomi o'ziga elektron qo'shib, neytral molekuladan manfiy kislorod aeroioniga aylanib, barqaror bo'lishga intiladi. Rus olimi A. L. Chizhevskiy havodagi manfiy aeroionlar asosan kislorod molekularidan, musbat ionlar bo'lsa karbonat angdrid gazi molekulari valent elektronlarini yo'qotishi natijasida hosil bo'lishligini isbotlagan.

Havodagi aeroionlarning kontsentratsiyasi kamaysa yoki me'yoridan ko'paysa, bu inson salomatligi uchun zararli omil hisoblanadi. Musbat va manfiy ionlardan mahrum bo'lgan havo "o'lik" hisoblanadi. Ushbu "o'lik havo", "tirik havo" tushunchalarini birinchi marta A.L. Chizhevskiy kiritgan va keyinchalik boshqa olimlar tomonidan tasdiqlangan. Ionlashgan havo odamlar salomatligi uchun ham muhim omil hisoblanadi. Bu tajribada sichqonlarda o'tkazilgan ko'plab tajribalar bilan tasdiqlangan. Bunda germetik kamera ichidagi sichqonlarga paxta filtrlari orqali o'tgan toza havo etkazib berilganda ya'ni filtrlardan o'tgan havoning kimyoviy tarkibi o'zgarmasdan faqat elektr zaryadlarini yo'qotgan neytral havo molekulari ta'sirida yashagan hayvonlar yalqov bo'la boshlagan. Ularda 5-kunda ishtahalari yo'qolgan, kasallikka chalinishi asta-sekin kuchaygan. Hayvonlar umuman ovqatlanishdan bosh tortib, ko'proq harakatsiz yotishgan va tez orada ularda o'lim holatlari kuzatilgan. Ularni tekshirib ko'rilganda organlar va to'qimalarda halokatli o'zgarishlar – kislorod yetishmasligi ekanligini aniqlangan. Demak, sichqonlar toza havodan nobud bo'lishgan! Bu hodisa – aeroion ochligi deb nomlanadi. Sichqonlar ustida olib borilgan navbatdagi tajribalarda manfiy aeroionlar ijobiy, musbat aeroionlar esa salbiy ta'sir ko'rsatishini aniqlangan. Manfiy aeroionlar bilan boyitilgan havoda yashagan sichqonlarda odatdagi sharoitda yashaydiganlariga qaraganda o'lim holatlari 9 baravar kamaygan. Manfiy aeroionlar sichqonlarning faolligini, ishtahasini, vaznini va infeksiyalarga chidamliligini va umr ko'rish davomiyligi 40 % gacha oshirgan. Bir oy davomida ko'proq musbat aeroionlar ta'sirida yashagan tajriba hayvonlarining deyarli 60 foizining o'limiga olib kelgan. Tajribaning birinchi kunlaridayoq sichqonlarning ishtahasi pasaygan, umumiy tushkunlik paydo bo'lgan, harakat faolligi pasaygan, dispensiya paydo bo'lgan. Tajriba natijalari manfiy aeroionlar organizmga shifobaxsh va foydali ta'sir ko'rsatishini, musbat aeroionlar esa zararli ekanligi aniqlanib isbotlagan.

Tabiatda aeroionlar tog'larda, dengiz bo'ylarida, o'rmon hududlarida va shahardan tashqarida – qishloqda, dalalarda ko'proq mavjud bo'ladi. Havoda aeroionlar ko'proq momaqaldiraq paytida, Quyosh nurlanishi – ultrabinafsha nurlar, kosmik nurlanish, radioaktiv nurlanishlar ta'sirida hosil bo'ladi.

Tibbiyot sohasidagi mutaxassislarning xulosalariga ko'ra bino ichida havodagi manfiy kislorod aeroionlari konsentratsiyasi 600 ai/cm^3 bo'lishi kerakligi ta'kidlangan. Bu ko'rsatkich tog' hududlarida $8000-12000 \text{ ai/cm}^3$ atrofida bo'ladi. Dengiz havosi ayniqsa aeroionlarga boy bo'ladi – 4000 ai/cm^3 . Shuning uchun yilning istalgan paytida dengizda sayohat qilishlik – bu haqiqiy organizmni ionlar bilan ozuqlantirish hisoblanadi. Yuqorida aytilganidek momaqaldiraqdan so'ng havodagi aeroionlar konsentratsiyasi $2000-4000 \text{ ai/cm}^3$ gacha ortadi. Ammo tadqiqotlar shahar kvartiralarida, ofislarda bu ko'rsatkich $100-200 \text{ ai/cm}^3$ ekanligi aniqlangan. Xonalarga tashqaridan ventilyatsiya qurilmalari orqali ichkariga kiradigan havo aeroionlarini ayniqsa manfiy zaryadli yengil aeroionlarini yo'qotadi. Kondisionerlarda qayta ishlangan havoni ham elektr holati yomonlashadi. Ayniqsa turli filtrlardan o'tgan havo o'zidagi aeroionlarini butunlay yo'qotishligi aniqlangan.

Havodagi aeroionlar miqdori	
Eng oz miqdori	600 ion/cm^3
Optimal miqdori	$3000-5000 \text{ ion/cm}^3$
Shahar kvartiralaridagi havo	$50-100 \text{ ion/cm}^3$
Shahar ko'chalaridagi havo	$100-500 \text{ ion/cm}^3$
O'rmon va dengiz havosi	$1000-5000 \text{ ion/cm}^3$
Tog' havosi	$5000-10000 \text{ ion/cm}^3$
Sharshara havosi	$10000-50000 \text{ ion/cm}^3$
Momaqaldiraqdan keyingi havo	$50000-100000 \text{ ion/cm}^3$

Havoning tabiiy havo ionlanishini kuchaytirish uchun xonani shamollatish tavsiya etiladi. Yozda bunday shamollatish uchun 5 daqiqa, qishda - 10 daqiqa etarli. Xonani shamollatishda xona havosidan chang va bakteriyalar chiqariladi, xona havosi kislorod aeroionlari bilan to'yinadi. Ayniqsa issiq iqlimlarda uylarni qurishda xona havosini shamollatishga alohida e'tibor berish kerak bo'ladi.

Ammo hamma ionlar shifobaxsh va samaradorlikka ega emas, faqat ma'lum bir harakatchanlik koeffitsienti va ma'lum energiyaga ega bo'lgan aeroionlarga foydali hisoblanadi. Asosan, havo ionizatorlari 20 kilovoltdan kam kuchlanish bilan ishlatiladi. Bunday qurilma chiqargan aeroionlar, hatto uning uzoq muddatli ishlashida ham, yopiq fazoda teng ravishda taqsimlanmaydi. Ionlarning maksimal konsentratsiyasi faqat ionizatorning yaqin atrofida bo'ladi, ionizatoridan uzoqlashgan sari aeroionlar miqdori tez kamayib boradi. Sun'iy ionizatsiyada xonada va inson tanasida elektrostatik zaryadlar paydo bo'ladi, ular buyumlarga tekkanda zaryadsizlanishni keltirib chiqaradi. Odamlar uchun ular xavfsiz, ammo elektrotexnika asboblari uchun zararli bo'lishi mumkin.

Agar xonada namlik yuqori yoki chang ko'p bo'lsa, xonani sun'iy ionizatsiya qilinganda havoda musbat aeroionlar miqdori ortadi. Musbat aeroionlar asosan juda mayda suv tomchilari va chang zarralariga ionlarni yopishib qolishi natijasida hosil bo'ladi. Chang zarralari odamning nafas olish yo'llariga kirib, 40% dan ko'proq nafas olish yo'llarida qolib ketishi mumkin.

Shunga qaramay, havoning aeronizatsiyasi havoni tozalash va havoni elektr jonlantirishda muhim omil bo'lib qolmoqda.

Yopiq joylarda, shu jumladan kvartiralarda havo molekulalarining ionlanishi tabiiy ravishda sodir bo'lmaydi, chunki tabiiy manbalarning bevosita ta'siri u joylarda mavjud emas. Bunday

holda, havo holatini normallashtirish uchun sun'iy ionizatorlar va shunga o'xshash turdagi boshqa qurilmalardan foydalanish mumkin.

Bugungi kunga kelib, havoni sun'iy ionlashtiruvchi asboblarning katta tanlovi mavjud. Bu faqat bitta funktsiyani bajaradigan modellar, shuningdek, birlashtirilgan qurilmalar bo'lishi mumkin - masalan, ionizatsiya bilan birga tozalagichlar yoki namlagichlar. Uskunaning turidan qat'i nazar, uni ishlatishda ikkita shart bajarilishi kerak:

1. Ionizator uzluksiz ishlamasligi kerak. Qurilmalarning eng samarali ishlashini ta'minlash uchun ko'rsatmalarga qat'iy rioya qilish kerak.
2. Agar uyda etarli darajada steril sharoitlar ta'minlanmagan bo'lsa, ionizatsiya paytida u yerda odamlar bo'lmasligi yaxshiroqdir.

Ularning ko'pchiligi qo'shimcha funktsiyalar bilan jihozlangan, masalan: antibakterial filtrlar, ko'plab turdagi mikroorganizmlarga zararli ta'sir ko'rsatadigan ichida kumush apatitli allergiyaga qarshi filtrlar.

Ishlash printsiptiga ko'ra, ionizatorlar unipolyar va bipolyar turlarga bo'linadi. Unipolyar ionizatorlar faqat manfiy zaryadlangan zarrachalarni hosil qiladi va shu bilan birga odam organizmi uchun zararli bo'lgan miqdorda ozon ham hosil qilishi mumkin. Bipolyar ionizatorlar har ikkala turdagi havo ionlarini hosil qiladi, buning natijasida ozon ishlab chiqarish kamayadi. Ionizatsiya uchun qurilmani tanlashda, birinchi navbatda, gigiena sertifikatiga e'tibor berish kerak, bu nafaqat funktsiyaning mavjudligini, balki qurilmaning xavfsizligini ham tasdiqlaydi.

Xulosa qilib shuni aytishimiz mumkinki, yashash va ish joylaridagi havoni kislorod aeroionlari bilan boyitish ya'ni nafas olish muhiti ekologiyasini faol yaxshilash ish samaradorligini sezilarli darajada oshirishi, charchoqni kamaytirishi, sog'likni yaxshilashi va umrning ziyoda bo'lishiga sababchi bo'lishi mumkin. A.L.Chizhevskiyning so'zlariga ko'ra, aeroionlar va to'g'ri nafas olish – sog'liqning asosi va umrni uzaytirish omilidir.

Adabiyotlar

- [1] В.П. Скипетров. Аэроионы и жизнь. «Республиканская типография “Красный Октябрь”», 2011. 140 с. г. Саранск
- [2] А.Л. Чижевский. Аэроионизация в народном хозяйстве, 2-е издание, сокращенное. М.:СТРОЙИЗДАТ. 1989. 485 с.
- [3] <http://www.aeroion.ru/htmls/statia1.htm>

UDK 677.024.

TO'QIMACHILIK IPLARINING DEFORMATSIYALARINI ANIQLASH USULLARI

N.G. Valiyev

Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti
(Qabul qilindi 5.01.2024 y.)

Ushbu maqolada to'qimachilik iplarining deformatsiyalarini aniqlash usullari tahlil qilingan va katta aniqlik bilan aniqlash imkonini beradigan o'lchash qurilmasi keltirilgan.

Tayanch so'zlar: to'qimachilik, texnologiya, ip, tabiiy ipak, deformatsiya, usul, o'lchash qurilmasi, aniqlik, sifat.

В данной статье проанализированы способы определения деформаций текстильных нитей и представлено измерительное устройство, позволяющее определять их с большой точностью.

Ключевые слова: текстиль, технология, нить, натуральный шелк, деформация, способ, измерительный прибор, точность, качество.

This article analyzes methods for determining the deformations of textile threads and presents a measuring device that allows them to be determined with great accuracy.

Key words: textiles, technology, thread, natural silk, deformation, method, measuring device, accuracy, quality.

Kirish

Hozirgi kunda jahon to'qimachilik sanoatida maxsulotlarni sifat darajasiga bo'lgan talab kun sayin oshib bormoqda. Bozor iqtisodiyoti davrida xamda tobora kuchayib borayotgan raqobat muxitda jaxon bozorida raqobatbardosh bo'lgan maxsulot ishlab chiqarish, uning sifatini yuqori darajada ta'minlash, korxonani eksport saloxiyatini oshirishda katta ahamiyatga ega.

Dunyo bo'yicha ishlab chiqariladigan xom ipakning 60 foizi Hindiston va Xitoy davlatlari hissasiga to'g'ri keladi [1]. Ipak etishtirish va uni qayta ishlash samaradorligini oshirish, ipak maxsulotlari assortimentini ko'paytirish, maxsulot sifatini yuqori darajada ta'minlab beruvchi zamonaviy texnologiyalarni yaratish va amaliyotga joriy qilish bugungi kungi muhim dolzarb masalalardan biri bo'ladi.

Tabiiy ipakdan gazlamalar ishlab chiqarish texnologiyasi murakkab jarayon bo'lib, uning samaradorligi xom ashyo sifatiga, qo'llanilayotgan o'ramalarning tuzilishi va sifatiga, shuningdek, to'qishga tayyorlangan tanda va arqoq iplarini sifatiga, tuzilishiga, fizik-mexanik va deformatsion xususiyatlariga bog'liq [2, 3].

Ishlanmaning maqsadi ipak gazlamalari ishlab chiqarishda to'qimachilik iplarining deformatsiyalarini aniqlash uslublarini o'rganish va to'qimachilik iplarining deformatsiyalarini katta aniqlik bilan aniqlash imkonini beradigan o'lchash qurilmasini aniqlash.

Asosiy material

Fizik-mexanik xossalari bo'yicha ipak ipi ko'p jihatdan boshqa tabiiy tolalardan ustundir. To'qimachilik tola va iplar olinishida, mahsulot ishlab chiqarish jarayonlarida ular har xil mexanik ta'sirlarga uchraydi. Tola va iplarga ta'sir etuvchi kuchlarning miqdoriga, yo'nalishiga va takrorlanishiga muvofiq har xil deformatsiyalar hosil bo'ladi. Agar tola, iplarga ta'sir etuvchi kuchlarning miqdori ularning uzilish kuchidan katta bo'lsa, tola, iplar uziladi. Agar kuchlar tola, iplarining uzunligi bo'yicha ta'sir etsa, ular cho'ziladi, ko'ndalang bo'yicha ta'sir etsa siqilish, egilish deformatsiyalariga uchraydi. Tola, iplarga kuchlar qisqa yoki uzoq muddat va takrorlanish bilan ta'sir etishi mumkin [4].

Xozirgi kunda jaxon to'qimachilik olimlari tomonidan to'qimachilik texnikasi va texnologiyasini takomillashtirish, to'qimachilik tola va iplarining fizik-mexanik xususiyatlarini o'rganishga katta e'tibor berilmoqda.

Jumladan Maqsood, M., Nawab, Ya., Shaker, Kh. o'z tadqiqotlarida o'rinish tuzilishini iplarning zichligiga va gazlamaning mexanik va ekspluatatsion xususiyatlarga ta'sirini tadqiq etgan [5].

To'qimachilik iplarining deformatsion xossalarini tahlil qilishda ip mexanikasi asoslarining nazariyasi va tajribalari, uning matematik modellari hamda o'lchash va nazorat qilish usullaridan keng foydalaniladi.

Prof. G.N.Kukin to'qimachilik materiallarning hamma mexanikaviy xususiyatlarini o'rganib chiqib, mexanik ko'rsatkichlarni olish usuliga nisbatan tasnif yaratgan. SHu tasnifga asosan har bir deformatsiyada olinadigan ko'rsatkichlarni uchta davrli sinflarga ajratiladi: yarim davrli sinfda olinadigan ko'rsatkichlar; bir davrli sinfda olinadigan ko'rsatkichlar; ko'p davrli sinfda olinadigan ko'rsatkichlar [4].

Celik, O., Eren, R. ishlarida pozitiv tanda rostlagichli to'quv dasgoxida tanda iplarining deformaialanishi matematik tahlil qilingan, tebranuvchi skaloning egilish burchagini ta'siri tadqiq etilgan [6]. Yan, Z., Yuyue, CH., Hong, L. ishlarida, xar hil yo'nalishda buram berilgan ikkita yakka iplardan tashkil topgan ipak ipini olish jarayoni tadqiq qilingan, bunda kalsiy nitratining 95 ° S darajadagi eritmasi bilan ishlov beriladi va 3-D gofrlangan tuzilma hosil bo'ladi [7].

U.B.Rajapova modifikatsiya qilingan nitron va paxta aralashmasidan yigirilgan iplarning bir davrli cho'zilish deformasiyasini o'rgangan va olingan natijalar modifikatsiya qilinmagan ip ko'rsatkichlariga o'xshashligi aniqlangan [8]. B.B.Donyorovning dissertatsiya ishida oxorlangan va modifikatsiya qilingan iplarni ko'p davrli deformatsiyalanishi va ishqalanishga chidamliligi bo'yicha sifat ko'rsatkichlari o'rganilgan [9].

To‘qimachilik tolalarni qayta ishlash jarayonlarida ular doimo cho‘zilish deformatsiyasiga uchraydilar. Cho‘zilish deformatsiyasi uchta sinfga bo‘lib o‘rganiladi [4]:

- 1.YArim davrli cho‘zilish deformatsiyasida olinadigan ko‘rsatkichlar;
- 2.Bir davrli cho‘zilish deformatsiyasida olinadigan ko‘rsatkichlar;
- 3.Ko‘p davrli cho‘zilish deformatsiyasida olinadigan ko‘rsatkichlar.

Ma’lumki, yarim davrli cho‘zilish deformatsiyasida olinadigan ko‘rsatkichlarga quyidagilar kiradi: uzilish kuchi, nisbiy mustahkamlik, uzilishdagi kuchlanish, uzilishdagi bajarilgan ish va uzilishdagi cho‘zilish.

a) Uzilish kuchi – materiallarning uzilishga qadar ko‘targan yuk miqdori bilan aniqlanadi. Uzilish kuchi materiallarning mutloq mustahkamligini bildiradi. Uzilish kuchi sN, N, daN bilan o‘lchanadi.

Materiallarning mustahkamligini o‘zaro solishtirish uchun quyidagi nisbiy ko‘rsatkichlar ishlatiladi.

b) Nisbiy mustahkamlik, R_n – uzilishdagi mutloq mustahkamlikni tola, iplarning chiziqli zichligiga nisbati bilan aniqlanadi [4].

$$P_H = \frac{P_M}{T} \text{ (sN/teks);} \quad (1)$$

v) Uzilishdagi kuchlanish, σ - uzilishdagi mutloq mustahkamlikni tola, iplarning ko‘ndalang yuzasiga nisbati bilan aniqlanadi.

$$\sigma = \frac{P_M}{S} \text{ (sN/mm}^2\text{), Pa;} \quad (2)$$

g) Uzilishdagi bajarilgan ish, R_m – ikki xil formula bilan aniqlanadi [4].

1) mutloq bajarilgan ish – R_m

$$R_M = P_M \cdot \ell_M \cdot \eta \quad (3)$$

Cho‘zilish jarayonida tolani tashkil etuvi moddalarning o‘zaro tortish kuchlarini uzishga sarf etilgan energiya miqdori bilan aniqlanadi.

$$P_M = \eta \cdot P_M \cdot \ell_M \text{ [H} \cdot \text{cm]} \quad (4)$$

d) Uzilishdagi cho‘zilish-uzilishdagi cho‘zilish ikkita ko‘rsatkich bilan ifodalanadi [4].

1) Uzilishdagi mutloq to‘liq cho‘zilish. Bu tola, iplarning uzilishi oldidan cho‘zilgan miqdori, «mm» da o‘lchanadi.

$$\ell_M = L_1 - L_0 \text{ (mm)} \quad (5)$$

bu yerda: L_0 -namunaning boshlang‘ich uzunligi, mm; L_1 -namunaning uzilishi oldidan cho‘zilgan uzunligi, mm.

2) Nisbiy to‘liq cho‘zilish - ε_H . Bu ko‘rsatkich mutloq to‘liq cho‘zilishni boshlang‘ich uzunlikka nisbati bilan aniqlanadi, foizda.

$$\varepsilon_H = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \cdot 100 = \frac{\ell_M}{L_0} \cdot 100, (\%) \quad (6)$$

YArim davrli cho‘zilish deformatsiyasida olinadigan ko‘rsatkichlarga har xil omillar ta’sir qiladi, ya’ni uzish tezligi, namuna uzunligi (qisqichlar orasidagi masofa, atrof-muhit parametrlari (laboratoriyadagi havoning harorati va namligi) va uzish usuli.

To‘qimachilik tola, iplarning yarim davrli ko‘rsatkichlarini aniqlash uchun har xil rusumdagi uzish asboblari ishlatiladi. Asboblari uzish qismini harakatga keltirish bo‘yicha mexanik, elektrik, avtomatik bo‘lishi mumkin.

Ip deformatsiyalarini aniqlashda dastlab klassik uslubdan foydalanib kelingan. Bunda sinalayotgan ip uzoq vaqt ichida yuk ta’sirida va dam olish jaraenida bo‘ladi [4]. Ushbu uslub yordamida ip deformatsiyalarini aniqlash uchun maxsus sinov qurilmasidan (pribordan) foydalaniladi. Qurilma tayanch ramkasi, qo‘zg‘almas va qo‘zg‘aluvchan qisqichlardan iborat.

Qo'zg'almas tayanchning yuqori va pastki qisqichlari orasidagi masofani 25 yoki 50 smga o'zgartirish mumkin. Dastlab yuqori qo'zg'almas qisqichga ipning bir uchini mahkamlanadi. Pastki qo'zg'aluvchan qisqichga ipning ikkinchi uchini me'yor bo'yicha taranglikga keltirib mahkamlanadi. SHundan so'ng pastki qo'zg'aluvchan qisqichga ma'lum yuk ilib, ipning cho'zilish deformatsiyasini aniqlanadi. YUkning og'irligi ipning uzlish kuchining 25 % ga teng bo'lishi kerak [10].

Ip deformatsiyasi ulushlarini aniqlovchi asboblardan biri relaksometr RP-5 takomillashgan asbobidir [4]. Uning kamchiligi shundaki, ip deformatsiyasini 3 sekundan boshlab o'lchay boshlaydi. SHuning uchun ip deformatsiyasining bir ondagi o'zgarishlarini aniqlash maqsadida optik asbob ishlab chiqilgan [10].

Mahsulot ishlab chiqarishda va tayyor mahsulotlarni ishlatishda to'qimachilik iplari ko'p davrli cho'zilish deformatsiyasiga uchraydilar. Tanda iplari gazlamalarni to'qishda to'quv dastgohida bir qancha ming davrli cho'zilish deformatsiyasiga uchraydi. O'z navbatida to'qimadan olingan tayyor mahsulotlar ishlatish jarayonida har xil davrli deformatsiyalarga uchraydilar. Natijada iplarning tuzilishida murakkab o'zgarishlar hosil bo'ladi.

X.T. Bobojonov turli strukturadagi iplarni yarim davrli, bir davrli va ko'p davrli deformatsiyalanishini tadqiq qilgan [10].

Deformatsiyani aniqlashning turli usullari mavjud [10-13]. Ip deformatsiyasini aniqroq aniqlash uchun kompyuter dasturi va veb-kameradan iborat bo'dgan iplar deformatsiyasi o'zgarishini aniqlovchi asbob yaratilgan [10-13].

Bir davrli sinfdagi yuk ta'sirida ip deformatsiyasining o'zgarishini o'rganish uchun, nur (veb-kamera) yordamida o'lchovlarni amalga oshiradigan, maxsus o'lchash qurilmasi yaratilgan. Ushbu qurilma yuk ta'sirida ipning deformatsiyasini katta aniqlik bilan aniqlash imkonini beradi. Ipning deformatsiyasini aniqlashda, uning mustaxkamligining 25% ni tashkil etuvchi yukni ilib tadqiqotlar o'tkaziladi [10].

Xulosa

Mazkur ish natijasida quyidagicha xulosa qilish mumkin:

- to'qimachilik iplarining deformatsiyalarini aniqlash uslublari va qurilmalari tahlil qilindi;
- o'tkazilgan tahlil asosida, yuk ta'sirida ipning deformatsiyasini katta aniqlik bilan aniqlash imkonini beradigan, veb-kamera yordamida o'lchovlarni amalga oshiradigan, maxsus o'lchash qurilmasi aniqlandi.

Adabiyotlar

- [1]. www.ru.wikisource.org/wiki, www.optim-consult.com/analytics/6.
- [2]. Валиев Н.Г., Бобожанов Х.Т. Разработка новой структуры плательно-костюмной ткани из натурального шёлка // Международная научная конференция посвященная 150-летию со дня рождения профессора Н.А.Васильева: сборник научных трудов международной научной конференции (26 мая 2021 г.). Часть 2.- Москва, «РГУ им. Косыгина», 2021 г.-141 с., с. 86-89.
- [3]. Valiyev N.G., Daminov A.D. Ipak matolarining tahlili asosida ularining turlarini kengaytirish // Farg'ona politehnika instituti "To'qimachilik va yengil sanoatda ilmhajmdor innovatsion texnologiyalar va dolzarb muammolar yechimi TO'QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT – 2023" mavzusida xalqaro ilmiy-texnikaviy anjuman ma'ruzalar to'plami 26-27 aprel 2023 1-TOM. Farg'o'na. FarPI, 2023. 477 с., с.303-306.
- [4]. T.A.Ochilov va boshqalar. To'qimachilik materialshunosligi. / T.A.Ochilov, M.Qulmetov, S.A.Hamroeva, SH.Usmonova, T.A.Toyirova, J.R.Muxtarov, B.T.To'raqulov T., "Adabiyot uchqunlari", 2018, 311 bet.
- [5]. Maqsood, M. Modelling the effect of weave structure and fabric thread density on mechanical and comfort properties of woven fabrics / Maqsood, Muhammad; Nawab, Yasir; Shaker, Khubab // Autex research journal. – 2016. - № 3. – R. 160-164.
- [6]. Celik, O. Mathematical analysis of warp elongation in weaving machines with positive backrest system / Celik, Ozge; Eren, Recep // Tekstil ve konfeksiyon Vol. 24 Issue: 1 P. 56-65 Published: JAN-MAR 2014.
- [7]. Yan, Z. Structural characterizations of three-dimensional crimped silk yarns / ZHANG Yan, CHEN Yuyue, LIN Hong // Thermal Science. - 2015, Vol. 19 Issue 4, P.1337-1340.
- [8]. U.B.Rajapova. " Milliy gazlamalar tuzilishining tadqiqi asosida yangi turlarini mahalliy xom ashyolardan ishlab chiqish" mavzusidagi texnika fanlari falsafa doktori (PhD) dis. avtoreferati. Jizzax-2021. 14-15 bet.
- [9]. Doniyorov B.B. To'quvchilikka yuqori samarali iplar tayyorlash texnologiyasi ko'rsatkichlarini ishlab chiqish: texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi. - Toshkent: 2018. – 120 b.
- [10]. Bobojanov X.T. Yigirish mashinalari parametrlarini optimallashtirish yo'li bilan ipning deformatsion

- xossalarini yaxshilash va mahsulot raqobatbardoshligini oshirish. Dis. ... d.t.n. Namangan, 2019, s. 91-115.
- [11]. Abdurasulov O, Gafurov Q.G'. CHO'zilgan iplar deformatsiyasi o'zgarishini aniqlovchi asbob. TITLP: sbornik nauchnykh statey magistrantov. Tashkent-2017. – 109 s.
- [12]. Бобожанов Х.Т., Гафуров Ж.К., Гафуров Қ.Г. Натяжение и деформация нити на кольцепрядильной машине Zinser-350 // Проблемы текстиля – Ташкент, 2009. – № 3. – с. 28-30.
- [13]. Бобожанов Х.Т., Юлдашев Ж.К., Содиков Р.А., Исмагуллаев Н.А. Исследования по измерению деформации пряжи при помощи оптических приборов // Журнал «Universum: технические науки». Москва. -2018., № 12(57) -с. 58-62.

KICHIK O'LCHAMLI BARABANLI QURITGICHI UCHUN ZANJIRLI UZATMANING GEOMETRIK VA KINEMATIK PARAMETRLARINI ANIQLASH

R.R. Nazirov¹, Q.O. Toshmirzayev²

¹“Paxtasanoat ilmiy markazi” Aksiyadorlik Jamiyati

²Farg'ona politexnika instituti assistenti

[\(Qabul qilindi 10.01.2024 y.\)](#)

В статье приведены расчетные данные по определению геометрических и кинематических параметров разработанной цепной передачи для хлопковой сушилки с уменьшенным геометрическим размерам. Выбрана схема цепной передачи и шаг цепи по которым определены другие параметры цепной передачи.

Ключевые слова: цепная передача, диаметр, ведущий, звездочка, межосевое расстояние, шаг, число зубьев.

The article presents the data calculated to determine the geometric and kinematic parameters of the chain drive developed for the cotton dryer with reduced geometric dimensions. The scheme of the chain drive and the chain pitch are selected, according to which other parameters of the chain drive are determined.

Key words: chain transmission, diameter, guide, toothed wheel, distance between axles, pitch, number of teeth.

Maqolada geometrik o'lchamlari kichraytirilgan paxta quritgichi uchun ishlab chiqilgan zanjirli uzatmaning geometrik va kinematik parametrlarini aniqlash uchun hisoblangan ma'lumotlar keltirilgan. Zanjirli uzatmaning sxemasi va zanjir qadami tanlab olingan, unga ko'ra zanjirli uzatmaning boshqa parametrlari aniqlangan.

Kalit so'zlar: zanjirli uzatma, diametr, yetaklovchi, tishli g'ildirak, o'qlar orasidagi masofa, qadam, tishlar soni.

Mahalliy paxta tozalash korxonalari paxta to'qimachilik klasterlari tarkibiga o'tganidan keyin, ularni ish unumdorliklari 6-7 tonna/soatgacha kamaydi. Bunday sharoitda 2SB-10 rusumli quritish barabanlaridan foydalanish, bexuda sarf bo'ladigan paxtani quritish bilan bog'liq xarajatlarni oshishiga olib kelmoqda.

Respublikamizda keng rivojlangan paxta to'qimachilik klasterlari tizimidagi paxta tozalash korxonalari paxtani dastlabki ishlash bo'yicha ish rejimlari va o'rtacha ish unumdorliklarini xisobga olgan holda geometrik o'lchamlari kichraytirilgan paxtani quritish barabanining konstruksiyasini ishlab chiqish uchun texnik yechim ishlab chiqildi, uni ishlab chiqarishga joriy qilinishi paxta xomashyosini quritish xarajatlarini 2 barobargacha kamaytirish imkoniyati kutilmoqda.

“Paxtasanoat ilmiy markazi” AJ, paxtani quritish, tozalash va ishlab chiqarishni changsizlantirish bo'limida bajarilgan ishlarning tahlilini hisobga olgan holda, ishlab chiqilgan texnik yechim bo'yicha geometrik o'lchamlari kichraytirilgan paxta quritgichi uchun zanjirli uzatma sxemasi (1-rasm) ni keyingi ilmiy tadqiqot ishlari uchun tanlab olindi [1].

Ishlab chiqilgan zanjirli yuritmaning afzalligi shundaki, quritish barabanining yon tomonidan yaratilgan o'zgaruvchan yuklar yuritmada ishlatiladigan zanjirli uzatma tomonidan zanjir uzunligini sozlash va tishli g'ildiraklar o'qlari markazidan markazgacha masofani tanlash bilan kamaytiriladi yoki silliqlanadi [2].

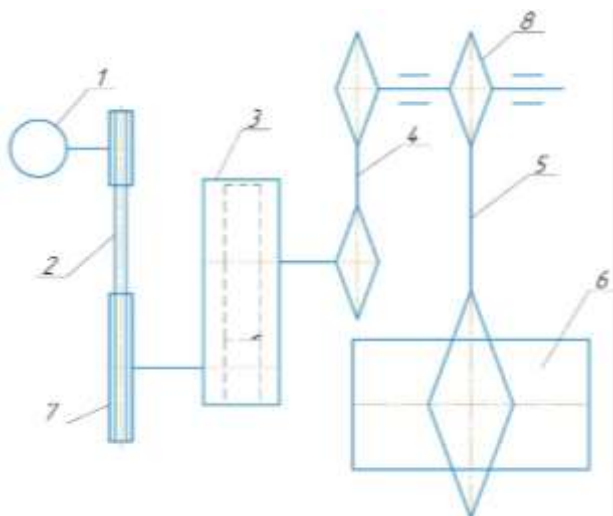
Ishlab chiqilgan zanjirli uzatmaning sxemasiga ko'ra, baraban yuritmasi asosan 7,5 kv

quvvatga ega elektr motoridan, aylanish tezligi 1430 ayl/daq, uzatish nisbati 1 ga 31,5 gacha bo'lgan reduktor qutisidan iborat. Baraban quritgichining o'rtacha 10 ayl/daq bo'lgan tavsiya etilgan aylanish tezligini hisobga olgan holda, uzatmaga o'rnatilgan shkivlar va tishli g'ildiraklarning diametrlari tanlanadi.

Ishlab chiqilgan zanjirli uzatmaning silliqiligi, chidamliligi va shovqinsizligi ko'p jihatdan zanjir qadamining kattaligiga bog'liq; qadam qanchalik kichik bo'lsa, dinamik yuklar shunchalik kam bo'ladi va uzatish sifati yuqori bo'ladi. Shu bilan birga, zanjirlarning statik kuchi va yuk ko'tarish qobiliyati zanjir qadamining oshishi bilan ortadi, chunki zanjirning ilmoqlarini tashkil etuvchi qismlarning o'lchamlari oshadi.

Shuning uchun zanjir qadamining kattaligi kichik tishli g'ildirak tezligining ruxsat etilgan maksimal qiymati bilan cheklanadi. Ushbu mulohazalarga asosan, zanjirli uzatmaning boshqa konstruktiv parametrlarini hisoblash uchun zanjir qadami $t = 50,8$ mm ga teng tanlangan (2-rasm), 1-jadvaldan.

Tanlab olingan zanjirli uzatmalarning asosiy texnik xususiyatlari 1-jadvalda keltirilgan [3].



1-rasm. Kichik o'lchamli paxtani quritish barabaniga tavsiya etilgan zanjirli uzatmani sxemasi. 1-elektr dvigatel, 2-qayishli uzatma, 3-reduktor, 4, 5 –zanjirli uzatma, 6 –quritish barabani, 7- shkiv, 8- tishli g'ildirak.

1-jadval

Uzatma zanjirlarini asosiy texnik xarakteristikasi

Ko'rsatkichlar	Rolikli va vtulkali bir qatorli normal GOST 13568-75 bo'yicha (tishli g'ildirak GOST 591-69 bo'yicha)							Tishli GOST 13552-81 bo'yicha (tishli g'ildirak GOST 13576-68 bo'yicha)				
qadami, mm		12,7	15,87	19,05	25,4	31,75	50,8	12,7	15,875	19,05	25,4	31,75
Vayron qiluvchi, sindiruvchi yuk F , kN	4,5	17,8	22,1	31,0	55,1	86,2	223,1	23,6-52,7	38,7-88,7	71,6-140,8	115,7-215,6	170,6-302,7
Ichki zveno kengligi V_o yoki zanjirning kengligi V , mm	3,0	5,4	6,48	12,70	15,68	19,05	31,75	22,5-52,5	30-70	45-93	57-105	69-117
Valikning diametri d , mm	2,31	4,45	5,08	5,96	7,95	9,55	14,29	3,45	3,9	4,9	5,9	7,9
1 m zanjirni massasi q , kg	0,20	0,65	0,80	19		3,8	9,70	1,3-3,0	2,2-5,0	3,9-8,0	6,5-12,0	10-16,7

Tanlab olingan zanjirning qadami va baraban quritgichining diametri 2000 mm ga teng bo'lsa, tishning balandligini hisobga olgan holda, katta g'ildirakning tishlari soni quyidagicha aniqlanadi:

Birinchiidan, tishning balandligini hisobga olgan holda tishli g'ildirakning perimetrini aniqlaymiz, masalan, 25 mm

$$L_z = 2 \cdot \pi \cdot r = 2 \cdot 3,14 \cdot 1,0 = 6280 \text{ mm};$$

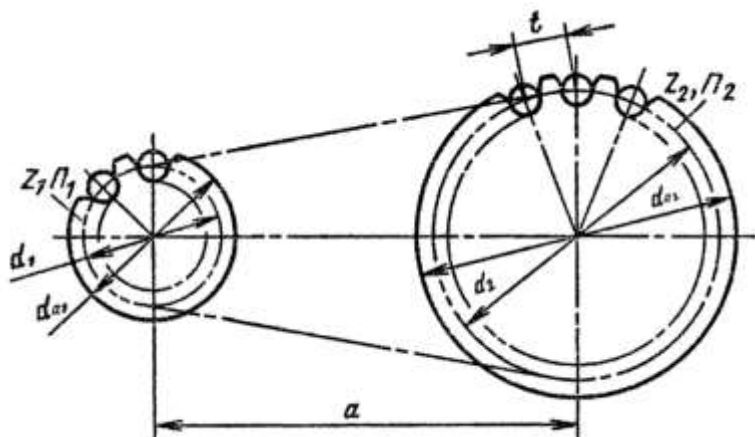
Shuning uchun katta g'ildirakning tishlari soni: $6280/50,8 = 123,62$ dona

Uni butun songa yaxlitlaymiz va 124 donaga teng deb olamiz.

Rolikli zanjirlar uchun kichik tishli g'ildirakning minimal tishlari soni quyidagi empirik formulaga asosan xisoblanadi:

$$Z_{1\min} = 29 - 2 u$$

$v \leq 2$ m/s tezliklarda bu raqam $Z_{\min} \geq 13 \dots 15$ gacha ko'paytirilishi mumkin, $v \geq 2$ m/s ga teng bo'lgan tezliklarda $Z_{\min} \geq 19$, agar zarba yuklari bo'lgan uzatmalar bo'lsa, $Z_{\min} \geq 23$ teng deb qabul qilish tavsiya etiladi.



2-rasm. Zanjirli uzatmaning geometrik o'lchamlarini aniqlash diagrammasi.

Yuqoridagilarga asosanib, bizning holatlarimiz uchun kichik tishli g'ildirak tishlarining soni 18 donaga teng tanlanishi mumkin.

Demak, kichikroq yulduzchaning diametri quyidagiga teng bo'ladi:

$$d_{a1} = 914,4/3,14 = 291,2 \text{ mm.}$$

Keyin «u» tishli g'ildiraklarni uzatish nisbati quyidagi bog'liqlik bilan aniqlanishi mumkin [4]:

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{124}{18} = 6,88 = 7$$

Yetaklanuvchi tishli g'ildirakning (barabanli quritgichning) kerakli o'rtacha aylanish tezligi 10 ayl/daq ga teng tanlanishiga asosanib, yetaklovchi tishli g'ildiragining aylanish tezligini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$n_1 = 7 \times 10 = 70 \text{ ayl/daq.}$$

Tishli g'ildiraklarning markazidan markazigacha bo'lgan masofani aniqlash quyidagicha bo'ladi.

Zanjirli uzatmaning taxminiy optimal g'ildirakli tishlar o'qlarining orasidagi markazdan markazgacha masofasi zanjir qadami t , ga qarab odatda quyidagi oraliqda tanlanadi:

$$a \geq (30 \div 50) t \text{ (kichik uzatish nisbatlarida kamroq qiymatlar qabul qilinadi (1))}$$

Zanjirli uzatmaning minimal tishli g'ildiraklar o'qlari masofasi « $a_{\min}$ » zanjirli uzatmani uzatish nisbati soni « i » va kichik tishli g'ildirakning zanjirni o'rab olish burchagining 120° kam bo'lmashligi sharti, yoki $u > 3$ bo'lganida quyidagicha aniqlanadi:

$$a_{\min} = \frac{9 + u}{20} (d_{a1} + d_{a2})$$

$$A_{\min} = \frac{9 + 7}{20} (2,0 + 0,29) = 1,83 \text{ m}$$

bu yerda: d_{a1} , d_{a2} - yetaklovchi va yetaklanuvchi tishli tishlarning uchlari diametrlari.

Maksimal ruxsat etilgan tishli g'ildiraklar o'qlari orasidagi markazdan markazgacha masofasini quyidagicha tanlash mumkin:

$$a_{\max} = 80t = 80 \times 0,058 = 4,64 \text{ m.}$$

Zanjirli uzatmani tezligi v , m/s, ni quyidagicha aniqlaymiz:

$$v = n \cdot z \cdot t / (60 \times 10^3),$$

bu yerda: n – tishli g'ildirakning aylanish chastotasi, min -1;

z – shu tishli g'ildirakdagi tishlar soni;

t – zanjirli uzatmani qadami.

bundan:

$$v = 70 \times 18 \times 58,8 / (60 \times 10^3) = 1,23 \text{ m/s.}$$

Yuqoridagi hisoblangan ma'lumotlar tavsiya etilgan geometrik o'lchamlari kichraytirilgan barabanli quritgichi uchun ishlab chiqilgan zanjirli uzatmani asosiy o'lchamlari tanlab olish va konstruktiv parametrlarini aniqlash uchun zarurdir.

Adabiyotlar

- [1]. Р.Джамалов и др. «Разработка ресурсосберегающей технологии сушки и его внедрение в производства». НТО. АО «Пахта sanoat ilmiy markazi», Ташкент, 2020. 34 с.
- [2]. http://www.pke.kz/ru/articles/684barabannaja_sushilka_princip_raboty_sushilnyje_barabany_almaty/

- [3]. К.О.Тошмирзаев. «Усовершенствование регенератора, используемого для очистки хлопка-сырца от отходов». Международный журнал социальных наук и междисциплинарных исследований, 7 июля 2022 г.
[4]. <https://studfile.net/preview/3740401/>

UO‘K 677.21

ARRALI JIN TEZLATGICHINI KRITIK CHASTOTAGA HISOBLASH

A.A. Umarov

*Namangan to‘qimachilik sanoati instituti, O‘zbekiston,
akmal.umarov@mail.ru
(Qabul qilindi 12.02.2024 y.)*

Ushbu ish arrali jin ishchi kamerasiga o‘rnatish taklif etilayotgan tezlatgichning kritik chastotasini SolidWorks dasturida tadqiq qilishga bag‘ishlangan. Tezlatgichning XYZ o‘qlari uchun samarali massa yig‘indisi aniqlandi. Olingan natijalardan tezlatgichni ishlab chiqarishga joriy qilishdan foydalaniladi.

Kalit so‘zlar: arrali jin, ishchi kamera, tezlatgich, kritik chastota, aylanish tezligi.

Данная работа посвящена исследованию на программе SolidWorks критической частоты предложенного ускорителя в рабочей камере пильного джина. Определена сумма эффективной массы ускорителя для осей XYZ. Полученные данные будут использованы во внедрении ускорителя в производство.

Ключевые слова: пильный джин, рабочая камера, ускоритель, скорость вращения.

. This work is devoted to studying the critical frequency of the proposed accelerator in the roll box of a saw gin using the SolidWorks program. The sum of the effective mass of the accelerator for the XYZ axes is determined. The data obtained will be used to introduce the accelerator into production.

Key words: saw gin, roll box, accelerator, rotational speed.

KIRISH

Paxtani dastlabki ishlash jarayonida tolani chigitdan ajratish uchun foydalanilayotgan arrali jin mashinasi xom ashyo valigi zichligini rostlash maqsadida uning ishchi kamerasi ichiga tezlatgich o‘rnatish tavsiya etilgan. Ko‘p omilli tajribalar natijalaridan uning optimal tezligi va diametri aniqlangan. [1, 2]

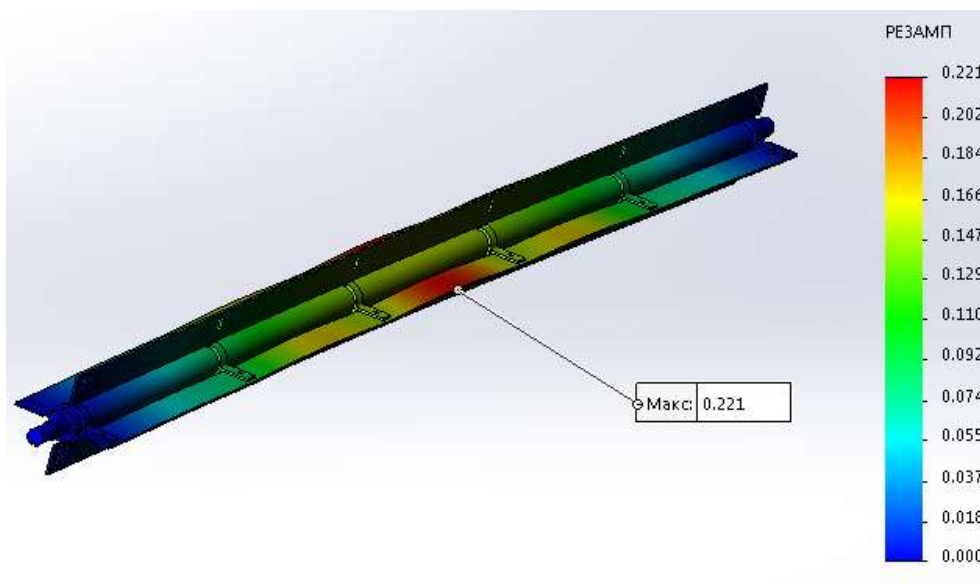
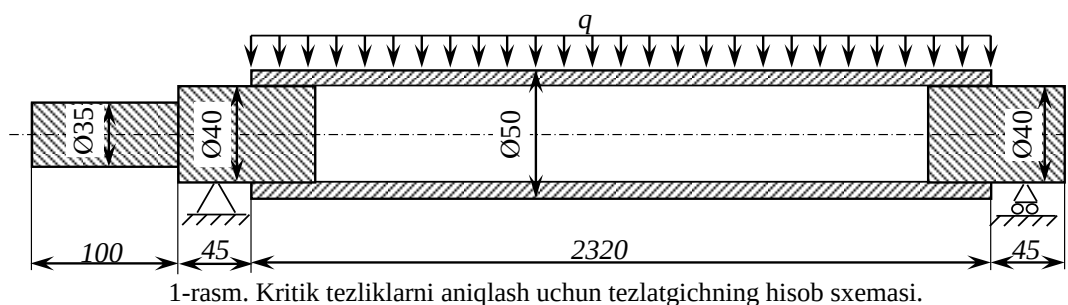
Tezlatgich diametri 170 mm bo‘lib, uning aylanish tezligi 60 ayl/min ni tashkil qiladi. Arrali jinlar tezlatgichiga quyilgan talablarni mas‘uliyatligini inobatga olib, ularni mustahkamlikka, bikrlikka va kritik aylanishlar soniga hisoblanadi.

Tebranish yuklanishlarining xavfli tomoni shundan iboratki, ular detallarning keskin buzilishlariga olib keladi. Bu esa xavfni vaqtida aniqlash va avariyaning oldini olishga imkon bermaydi. Detal yoki mexanizm konstruksiyalari tebranishni inobatga olinmasdan ishlab chiqilgan bo‘lsa, ular tebranishining xususiy chastotalari tashqi kuchlar tebranishi chastotasi bilan mos tushishi mumkin. Buning natijasida tebranish amplitudalarining keskin o‘sishi, ya‘ni rezonans holati sodir bo‘ladi. Bu esa mashina detallari va mexanizmlarining sinishiga olib keladi. Har bir detal shakli va materialiga, hamda boshqa qo‘zg‘aluvchan yoki qo‘zg‘almas detallar bilan birikish turiga qarab xususiy tebranish chastotasiga ega.

Paxtani dastlabki ishlash texnikasida detallarning ish tezliklari asosan birinchi kritik tezlikdan pastda bo‘ladi. Shuning uchun konstruktorlarga birinchi kritik tezlikni bilish yetarli. Vallar birinchi kritik tezlikdan pastki tezlikda ishlaganda ularni bikr vallar deb, aks holda elastik vallar deb nomlanadi. Amaliyotdan kelib chiqib bikr vallar uchun ishchi n_{ish} va kritik tezliklar n_{1kr} orasida $n_{1kr} \geq 1,3n_{ish}$ shartidan foydalanish tavsiya etiladi. [3]

Kritik tezlikni hisoblashda A.N. Krilov, A.I. Makarov, I.Ya. Koritisskiy, M.Ya.Kushul, Reley va boshqalarning yaqinlashgan uslublaridan foydalanish mumkin. Ma‘lumki, detalning kritik tezligi umumiy holda uning bikrligi K ga, ya‘ni materialiga, va massasi M ga bog‘liq: $\omega_{kr} = \sqrt{K/M}$. [4]

Demak, detalning mustahkamligini oshirish maqsadida uning o'lchamlarini oshirsak, bu uning massasini ortishiga olib keladi. Natijada uning kritik tezligi kamayadi, ya'ni ishchi organimizni nisbatan kichikroq tezlikda aylantirishimiz kerak bo'ladi. Kritik tezlik qancha katta bo'lsa, uni aylanish tezligini shuncha oshirishimiz mumkin. Tezlatgichning kritik tezligini hisoblashda quyidagi sxemadan foydalanamiz (1-rasm).



Hisob uchun SolidWorks kompyuter dasturining Simulation paketidan foydalanamiz.

Epyuradan ko'rinib turibdiki, eng katta amplituda qizil rang bilan bo'yalgan bo'lib, plankalarning o'rta qismiga to'g'ri keladi.

Tezlatgichning xususiy chastotasini aniqlashda, birinchi navbatda, uning samarali massa yig'indisini aniqlash zarur. SolidWorks Simulation dasturida detallarni samarali massa yig'indisini aniqlash imkoni mavjud bo'lib, uni quyidagicha amalga oshiramiz.

Название исследования: Частота 1				
Режим No.	Частота (Герц)	Направление X	Направление Y	Направление Z
1	33.405	0.014291	0.70246	2.0464e-010
2	33.428	0.70236	0.014284	2.8234e-011
3	64.273	4.7181e-005	9.7651e-006	1.0823e-008
4	64.575	5.3663e-005	5.5124e-006	3.1653e-012
5	64.883	0.00013652	1.4742e-005	1.8703e-008
		Сумма X = 0.71689	Сумма Y = 0.71677	Сумма Z = 2.9762e-008

3-rasm. Tezlatgichning samarali massa yig'indisi.

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, birinchi kritik chastota 33,4 Hz (Gers) ni tashkil qilib, Y o'qi bo'yicha tezlatgich massasining $\approx 70,2\%$ qatnashadi. Ikkinchi kritik chastota 33,43 Hz da X o'qi

bo'yicha tezlatgich massasining $\approx 70,2\%$ qatnashadi. Z o'qi bo'yicha eng xavfli chastota 5-rejimda bo'lib, 64,9 Hz ni tashkil qildi va tezlatgich massasining foizi ahamiyatsiz kichik.

Demak, bizning holatda birinchi kritik chastota 33,4 Hz ni tashkil qildi. Buni aylanishlar soniga o'tkazish uchun $1 \text{ Hz} = 60 \text{ ayl/min}$ dan foydalanamiz. Natijada, tezlatgichning birinchi kritik aylanish tezligi $33,4 \text{ Hz} = 60 \cdot 33,4 = 2004 \text{ ayl/min}$ ni tashkil qildi.

$$n_{1kr} \geq 1,3n_{ish} \text{ shartidan } n_{ish} \text{ ni topamiz: } n_{1kr}/1,3 \geq n_{ish}; 2004/1,3 \geq n_{ish}; 1541 \text{ ayl/min} \geq n_{ish}.$$

XULOSA

Demak, kritik chastota nuqtayi nazaridan arrali jin tezlatgichini yuqorida keltirilgan yuklanishlarda 1541 ayl/min gacha tezlikda aylantirish mumkin. Bu esa tezlatgich uchun biz tanlagan aylanish tezligi (60 ayl/min) dan ancha katta.

Adabiyotlar

- [1]. A.A.Umarov va boshq. // Chigit shikastlanishining o'zgarishiga tezlatgich diametri va tezligi ta'sirini aniqlash bo'yicha eksperimental tadqiqotlar. // Андижон машинасозлик институти илмий-техника журналы. №2. Андижон, 2023. 18-23 б.
- [2]. А.А. Умаров ва бошқ. // Машина унумдорлигининг ўзгаришига тезлатгич диаметри ва тезлиги таъсирини аниқлаш бўйича экспериментал тадқиқотлар. // Наманган муҳандислик-қурилиш институти «Механика ва технология илмий журналы». Наманган, 2023. №3 (12). 62-66 б.
- [3]. Г.И.Мирошниченко. Основы проектирования машин первичной обработки хлопка. М., «Машиностроение», 1972. 486 с.
- [4]. Под общ. ред. А.И.Макарова. Основы проектирования текстильных машин. М., «Машиностроение», 1976, 416 с.
- [5]. <https://www.youtube.com/channel/UC67xuqwxQHKMWmcGobgZiA/>

TOLA AJRALISHI VA CHIGIT CHIQISH JARAYONI BO'YICHA OLIB BORILGAN ILMIY TADQIQOTLAR NATIJALARI TAHLILI

Sh.R. Komilov, M.A. Tojiboyev, H. Isahanov, R.M. Muradov

Namangan to'qimachilik sanoati instituti
(Qabul qilindi 15.02.2024 y.)

Ushbu maqolada paxta tozalash korxonalarining asosiy mashinasi bo'lgan tola ajratgich (jin) ning samaradorligiga ta'sir qiluvchi omillar, xomashyo valigining zichligi, uning aylanishlar chastotasi va jinlangan chigitlarning kameradan chiqishi ekanligi bir qator respublikamiz olimlari tomonidan o'tkazilgan tajribalar taxlili keltirilgan.

Kalit so'zlar: tola, chigit, arrali silindr, ishchi kamera, diametr, ulyuk.

В данной статье представлен анализ экспериментов, проведенных рядом ученых нашей республики, по факторам, влияющим на эффективность работы волокноотделителя (джина), являющегося основной машиной хлопкоочистительных предприятий, плотность сырья, частоту его вращения и выхода очищенных семян из камеры.

Ключевые слова: волокно, семя, пыльный цилиндр, рабочая камера, диаметр, диаметр.

This article presents an analysis of experiments conducted by a number of scientists of our republic on factors affecting the efficiency of the fiber separator (gin), which is the main machine of cotton gin enterprises, the density of the raw material, the frequency of its rotation and the output of cleaned seeds from the chamber.

Key words: fiber, seed, saw cylinder, working chamber, diameter, diameter.

Kirish

O'zbekistonda paxta to'qimachilik klasterlariga yildan yilga katta e'tibor qaratib kelinyabdi. Buning natijasida paxta tozalash korxonalarida sifatli maxsulot-tola chiqish darajasi ortib bormoqda. Zamonaviy texnologiyalarni joriy qilish to'qimachilik sanoatiga ham yuqori sifatni olib kelmoqda.

Jinning ishchi kamerasiga kelib tushgan chigitli paxtani chigit tarog'i yonida aylanayotgan

arra tishlari bilan ilib olib kolosnikka olib keladi. Ishchi kamerada tishlarga ilashgan paxta bo'lakchalari boshqa paxta bo'lakchalariga ilashib, ularni ham tortadi va xom ashyo valigini hosil qiladi. Bu valik arra aylanishiga qarshi tomonga aylanadi va u arra tishlarini paxta tolasi bilan uzluksiz ta'minlab turadi. Arra tishlariga ilingan tolalar kolosniklarning orasidan olib o'tiladi. Chigitlar esa o'ta olmay to'xtab qoladi, shunda tolalar chigitdan ajraladi. Ma'lumki, jinlash jarayonida 25% atrofida tolasidan ajralgan chigitlar xom-ashyo valigining markaziy qismiga yig'ila boshlaydi. Natijada xom-ashyo valigining zichligi ortib, chigit va tolaning shikastlanishi ko'payishiga olib keladi. Bundan tashqari, o'tkazilgan tadqiqotlarning ko'rsatkichi xom ashyo valigining 50 % ni chigitlar tashkil qilishi ham jin mashinasi unumdorligigicha ta'sir qiladi. Yechilishi lozim bo'lgan muammo tolalardan to'la ajralgan chigitlarni jinining ishchi kamerasida o'rtacha turish vaqtini kamaytirish, ya'ni tezroq chiqarib yuborish va xom ashyo valigining zichligini bir tekisda ta'minlaydigan moslamani tayyorlash va ishlab chiqarishga joriy qilishdan iborat. Jin mashinasi samaradorligini oshirish yo'llaridan biri, uning ishchi kamerasida toladan ajragan chigitlarni tezroq chiqarib yuborishdan iborat. Bir qator mamalakatimiz olimlari tomonidan tola ajralishi va chigit chiqishiga doir ilmiy taxlilar asosida turli hil takliflar berishgan. Shuningdek ushbu takliflar asosida paxta tozalash korhonalarida jinlash jarayonini samarali natija berishi uchun tajriba sinov ishlarini olib borib, ijobiy natijalar olingan. Ushbu maqolamizda biz bir qator qilingan ilmiy ishlar taxlilarini ko'rib chiqamiz.

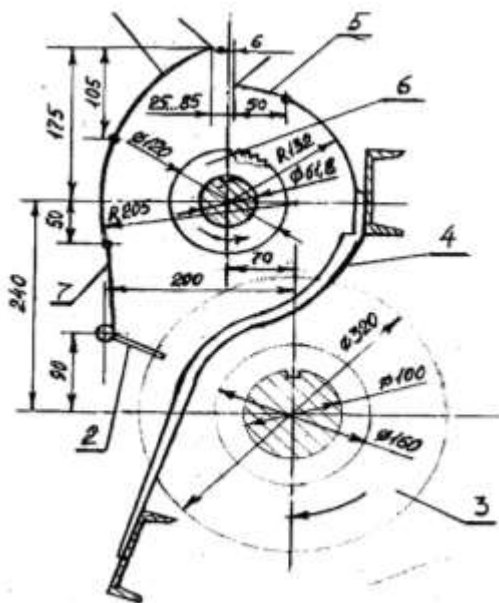
Metodlar

Yunusov Ravil Foatovich o'zining texnika fanlari nomzodlik uchun yo'qlagan dissertatsiya Ishida arrali jin mashinasidagi xom ashyo valigini zichligi va aylanish tezligini juda past ekanini o'rganib chiqib bunga yechim sifatida ishchi kamera o'lchamlarini nisbatan kichraytirish va xom ashyo markazini belgilovchi tezlatgich o'rnatish bilan yechim topishga harakat qilingan [1].

Ishchi kameraga 62 mm lik valga qalinligi 2 mm, 15 gradus qiyalikdagi tishli disk umumiy diametri 130 mm bo'lgan konstruksiyadagi tezlatgich o'rnatilgan bo'lib, disklar qiyaligi tufayli xom ashyo valigi tezligini oshirib, chigit chiqish sonini ortiradi shu bilan unumdorlik ham mos ravishda oshadi.

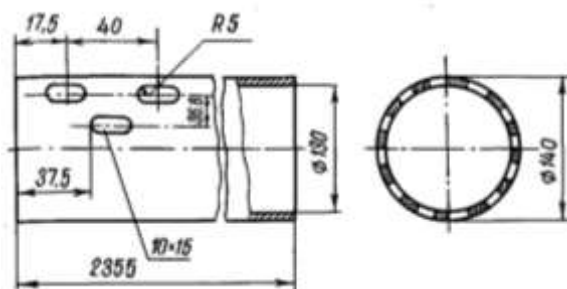
Tezlatgich o'rnatilgan ishchi kamera

Tezlatgichni 200, 250, 300, 350 ay/min tezliklar bilan aylantirib tajriba asosida natijalar olindi va 200-250 ay/min tezlikni optimal deb olindi natijada xom ashyo valigining zichligi 25% ga, elector energiya sarfi 30 % ga, tolaning nuqsondorligi va iflosliklar miqdori 0,47 % ga pasaygan [2,3].

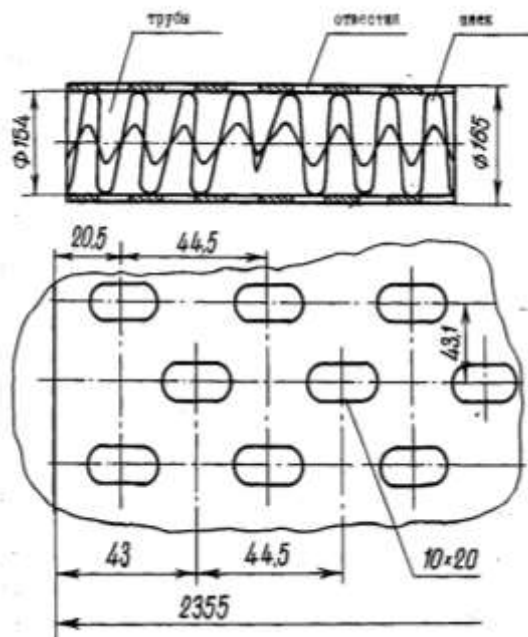


1-rasm.1-Yuqori fartuk, 2-pastki fartuk, 3-chigit tarog'i, 4-kolosnikli panjara, 5-arrali silindr, 6-old brus, 7-xom ashyo valigini aylantiruvchi ishchi tezlatgich.

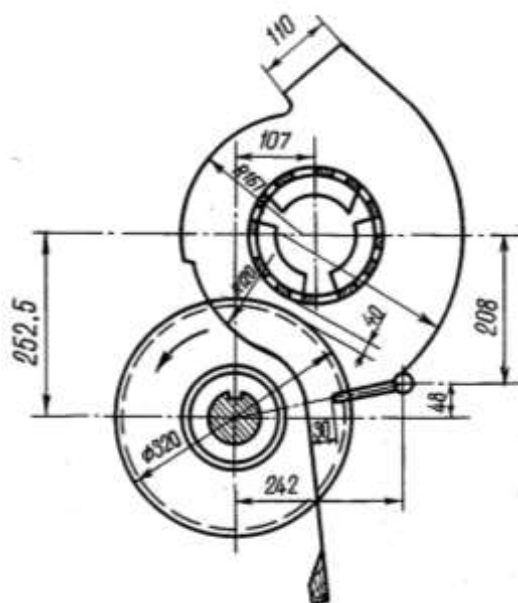
Safarov Nurali o'z dissertatsiya Ishida xom ashyo valigining asosiy qismini chigit egallagani tufayli ishchi kamera markaziga tashqi diametri 165, ichki diametri 154 silindrsimon valda umumiy hajmi 1,77 sm^2 teshikchalari bo'lgan valga o'rnatilgan 154 diametrli shneksimon parrakli chigit chiqishiga yordam beruvchi mexanizm o'rnatilgan. Mexanizmning tezligi arrali jinining ish unumiga qarab 100-150 ay/min tashkil etadi.



2-rasm. Chigitni chiqishini tezlashtirish uchun to'rtli yuzalar o'rnatilgan.



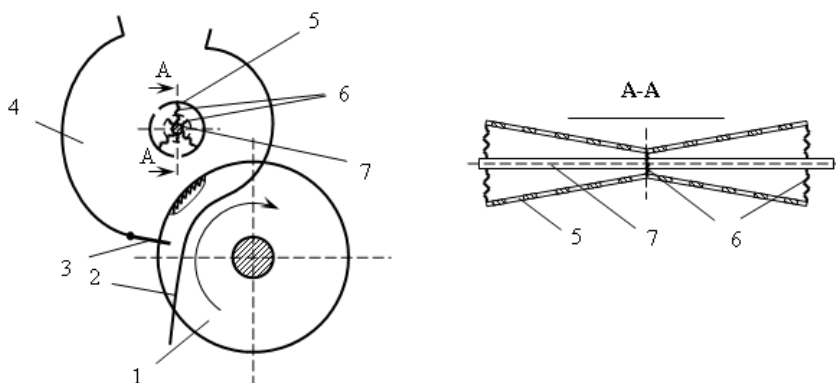
3-rasm. Chigit chiqishiga yordamlashuvchi mexanizmning optimal chizmasi.



4-rasm. Chigit chiqaruvchi mexanizm o'rnatilgan ishchi kamera.

Tajribalar ko'rsatishi bo'yicha chigit chiqarishga yordamlashuvchi mexanizm o'rnatilgan arrali jinning unumdorligi markazdagi chigitlarning vaqtida chiqib ketishi natijasida tola 14,2 kg arr/soat ga oshgan [4].

J. Ergashev tomonidan taklif qilinayotgan ixtironing arrali jin ish kamerasidagi xom-ashyo valigining markaziy qismiga chigitli paxtani jinlash uchun qo'shimcha element o'rnatilgan.



4.1-rasm. Konussimon to'rli baraban. 1-arrali tsilindr, 2-kolosnik, 3-chigit tarog'i, 4-ishchi kamera, 5-konus shakldagi to'rli baraban, 6-prujinalar, 7-val.

Qurilma arrali tsilindrga teskari yo'nalishda aylanuvchi tsilindrsimon shaklda bo'lib, uning markazidagi valga prujina yordamida biriktirilgan metal va rezina plastinkalaridan iborat.

Qo'shimcha vosita o'rnatilishi munosabati bilan ish kamerasiga ma'lum miqdordagi chigitli paxta tushishi bilan xom-ashyo valigi xosil qilinadi, ya'ni

tsilindrsimon shakldagi qo'shimcha vosita diametri o'zgaruvchan bo'lganligi sababli ish kamerasiga tushgan chigitli paxtani miqdori kam bo'lganda uning diametri kattalashadi yoki aksincha. Shunday qilib, ish kamerasiga kelib tushgan chigitli paxtaning miqdoridan qat'iy nazar doimiy zichlikka ega bo'lgan xom-ashyo valigi hosil bo'ladi, ya'ni yumshoq tarzda chigitdan tolani ajratish uchun muhit yaratiladi [5,6].

Adabiyotlar

- [1]. Rejabboev, S., Muradov, R., Sarimsakov, A. (2021) Residual fiber study in fiber-separated seeds. Asian Journal Of Multidimensional Research, 10, 783-787. <https://doi.org/10.5958/2278-4853.2021.00317.7>
- [2]. Rejabboev, S., Karimov, A., Muradov, R. (2021) Theoretical Study Of The Movement Process Of Cotton Seeds Transported On A Screw Conveyor. ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal, 11, 2300-2306. <https://doi.org/10.5958/2249-7137.2021.00989.7>
- [3]. Akramjon Sarimsakov Sardorbek Isroilov Komilov Shukhratjon. (2023). ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF DAMAGED SEEDS ON THE ABRASION OF WORKING SURFACES. International Journal of

Education, Social Science & Humanities. Finland Academic Research Science Publishers, 11(5), 244–247. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7909044>

- [4]. Akramjon, S., Sardorbek, I. and Shukhratjon, K. (2023) Improving Fiber Quality Output by Improving the Roll Box of the Gin Saw. *Engineering*, 15, 261-268. <https://doi.org/10.4236/eng.2023.154020>
- [5]. Nodirbek, M. , Shukhratjon, K. and Khamit, A. (2021) Influence of the Ginning Process on the Quality of Raw Cotton. *Engineering*, 13, 739-748. doi: [10.4236/eng.2021.1312052](https://doi.org/10.4236/eng.2021.1312052).
- [6]. Ш. Комилов, А. Саримсаков, Р. Мурадов. (2020) Жин машинасида калта толалар чиқишини камайитириш ва чигитнинг шикастланишини олдини олиш йўллари. //Тенденции развития легкой промышленности в Республике Узбекистан: проблемы, анализ и пути решения. – 2020. – №. 1. – С. 88-93. [https:// doi: 10.47100/conference_textile/S4_12](https://doi.org/10.47100/conference_textile/S4_12)

YENGIL SANOAT KORXONALARIDA MAHSULOTLARNING ENERGIYA SARFINI KAMAYTIRISH USULLARI

Sh.Y. Usmonov, A.Sh. Tursunov

Farg'ona politexnika instituti.
tursunov.azizbek.1002@gmail.com. 94 309 11 77
[\(Qabul qilindi 18.11.2023 y.\)](#)

Ushbu tadqiqotlarda konstruktiv va muhandislik-texnik energiya tejash tadbirlarini amalga oshirish hisobiga binolarda issiqlik energiyasi yo'qotilishini kamaytirish variantlariga juda kam e'tibor qaratilgan. Ushbu chora-tadbirlar to'qimachilik va yengil sanoat korxonalarini rayonlashtirishning iqlimiy xususiyatlarini hisobga olgan holda energiya tejash uchun katta imkoniyatlarga ega bo'lishiga qaramay.

Energiya resurslari nafaqat to'g'ridan-to'g'ri tayyor mahsulot ishlab chiqarishga, balki ularni ishlab chiqarishda ishlatiladigan xom ashyolarga ham sarflanadi. Shu bilan birga, energiya nafaqat materiallar va mahsulotlar ishlab chiqarishga, balki ishlab chiqarish va jamoat binolarini saqlashga, ulardagi standart mikroiklim parametrlarini va qulay ishlab chiqarish sharoitlarini saqlashga sarflanadi.

Kalit so'zlar: *energiya tekshiruvlari, energiya samaradorligi, energiyani tejash, energiya sig'imi, to'qimachilik sanoati.*

В данных исследованиях очень мало внимания уделяется вариантам снижения потерь тепловой энергии в зданиях за счет реализации конструктивных и инженерно-технических мероприятий по энергосбережению. Несмотря на то, что данные меры имеют большой потенциал энергосбережения с учетом климатических особенностей районирования предприятий текстильной и легкой промышленности.

Энергетические ресурсы расходуются не только непосредственно на производство готовой продукции, но и на сырье, используемое при ее производстве. При этом энергия расходуется не только на производство материалов и изделий, но и на содержание производственных и общественных зданий, поддержание в них стандартных параметров микроклимата и благоприятных производственных условий.

Ключевые слова: *энергоаудит, энергоэффективность, энергосбережение, энергоемкость, текстильная промышленность.*

In these studies, very little attention has been paid to options for reducing thermal energy loss in buildings due to the implementation of structural and engineering-technical energy saving measures. Despite the fact that these measures have great potential for energy savings, taking into account the climatic features of the zoning of textile and light industrial enterprises.

Energy resources are spent not only directly on the production of finished products, but also on the raw materials used in their production. At the same time, energy is spent not only on the production of materials and products, but also on the maintenance of production and public buildings, maintaining standard microclimate parameters and favorable production conditions in them.

Key words: *energy audits, energy efficiency, energy saving, energy capacity, textile industry.*

Energiya resurslaridan oqilona foydalanish va energiyani tejash masalalari to'qimachilik va engil sanoat uchun dolzarbdir. Buni taxminan to'rtta asosiy guruhga bo'lish mumkin bo'lgan ushbu tadqiqot yo'nalishi bo'yicha nashr etish faoliyati tasdiqlaydi:

1) to'qimachilik va yengil sanoat korxonalarida energiya tejaydigan tadbirlarni amalga oshirish bo'yicha uslubiy yondashuvlarni ishlab chiqishga bag'ishlangan tadqiqotlar;и

2) to'qimachilik va yengil sanoat korxonalarida aniq muhandislik-texnik tadbirlarni amalga oshirishga bag'ishlangan tadqiqotlar;

3) to'qimachilik va yengil sanoat mahsulotlarini ishlab chiqarish texnologiyalarini takomillashtirishga bag'ishlangan tadqiqotlar;

4) xalq xo'jaligining turli tarmoqlarida qo'llaniladigan resurslarni tejaydigan texnologiyalarni yaratish uchun to'qimachilik sanoati korxonalarining chiqindilaridan foydalanish va to'qimachilik materiallaridan foydalanish istiqbollari bag'ishlangan tadqiqotlar.

Ivanovo viloyati to'qimachilik korxonalarida energiya tejash salohiyatini aniqlash va iqtisodiy baholashga keng qamrovli tadqiqot bag'ishlangan [1]. Tadqiqotda [1] ta'kidlanishicha, to'qimachilik sanoati Ivanovo viloyatining eng ko'p energiya talab qiladigan tarmoqlaridan biri bo'lib, energiya tejashning katta salohiyatiga ega.

Shu munosabat bilan mualliflar [1] ta'kidlashlaricha energiya resurslaridan foydalanish samaradorligini oshirish to'qimachilik korxonalarining ustuvor vazifasidir.

Maksimalning samarali elementlaridan biri sifatida to'qimachilik sanoati korxonalarida energiya tejash potentsialidan foydalanish, energiya sarfining ob'ektiv ko'rsatkichlarini olish uchun mualliflar [1] quyidagilarni ko'rib chiqadilar:

- energiya tekshiruvlarini tashkil etish va o'tkazish;
- energiya samaradorligi ko'rsatkichlarini aniqlash;в
- energiyani tejash potentsialini aniqlash;
- energiyani tejash bo'yicha namunaviy tadbirlarni ishlab chiqish;
- ularning qiymatini baholash.

Energiya tejash tadbirlarining taklif qilingan tuzilishiga asoslanib, mualliflar [1] to'qimachilik sanoatida energiya tejash potentsialini aniqlash va hisoblash metodologiyasini taklif qilishadi.

To'qimachilik va yengil sanoatdagi energiyani tejash masalalarining dolzarbligi tadqiqotda tasdiqlangan [2]. Tadqiqot mualliflari Rossiyada sanoat ishlab chiqarishining energiya intensivligi global ko'rsatkichlardan bir necha baravar yuqori ekanligini ta'kidladilar, shu bilan energiya tejash masalalari ayniqsa Rossiya iqtisodiyoti uchun dolzarbdir.

Maqolada [3] to'qimachilik va yengil sanoat korxonalarining energiya samaradorligini oshirishga metodik yondashuv keltirilgan. Hujjatda ta'kidlanishicha, so'nggi 20 yilda energiya resurslari iste'moli ularni ishlab chiqarishdan oshib ketgan va shuning uchun energiyani tejash masalalari tobora dolzarb bo'lib bormoqda. Mualliflarning ta'kidlashicha, Rossiyada asosiy vositalar energiya tejash uchun katta imkoniyatlarga ega (40% dan ortiq), chunki Rossiyada o'ziga xos energiya iste'moli texnik jihatdan rivojlangan mamlakatlardagi shunga o'xshash ko'rsatkichlardan bir necha baravar yuqori. Mualliflar tomonidan taklif etilgan energiyani tejashga yo'naltirilgan uslubiy yondashuvni qo'llash mavjud salohiyatni katta darajada ro'yobga chiqarish imkonini berishi ko'rsatilgan, chunki Ivanovo viloyatining to'qimachilik sanoati juda energiya talab qiladi.

Ish [4] muallifning Rossiya Federatsiyasi yalpi ichki mahsulotining energiya intensivligidagi o'zgarishlar dinamikasini o'rganish natijalarini taqdim etadi. Tadqiqot asosida mualliflar 2020 yilgacha Rossiya iqtisodiyotining energiya sarfini kamaytirish bo'yicha maqsadlarga erishish imkoniyati to'g'risida xulosalar qilishdi.

Rossiya iqtisodiyoti yalpi ichki mahsulotining yuqori energiya zichligi muammolari, shuningdek, Rossiya iqtisodiyotining energiya zichligini kamaytirishning ijtimoiy-iqtisodiy oqibatlari [5] da o'rganilgan. Rossiya Federatsiyasida yalpi ichki mahsulotning energiya zichligi dunyoning texnik jihatdan rivojlangan mamlakatlariga qaraganda 2,5-3,2 baravar yuqori ekanligi ko'rsatilgan.

To'qimachilik sanoatida Rossiya iqtisodiyotining energiya sarfini kamaytirishga qaratilgan tashkiliy va texnik echimlar [6] da ko'rib chiqiladi. Sanoatning bir qancha tarmoqlarida energiya tejash dasturini amalga oshirish sinergik samara berishi ko'rsatilgan. Maqolada Ivanovo davlat

politexnika universiteti olimlari tomonidan ushbu yo'nalishda olib borilgan tadqiqotlar natijalarining umumiy ko'rinishi keltirilgan.

Hududlarning energiya samaradorligi ko'rsatkichlari bo'yicha tipologiyasi tadqiqotda ko'rsatilgan [7]. Ushbu yo'nalishda eng depressiv hududlar tahlili o'tkazildi, ular asosida energiya tejash va energiya samaradorligi siyosatining asosiy yo'nalishlari taklif qilindi. To'qimachilik va yengil sanoatni rivojlantirish viloyat iqtisodiyotining energiya samaradorligini oshirish yo'nalishlaridan biri sifatida.

Yengil sanoatning hozirgi holati va uni rivojlantirish muammolari tahlili [8]. Muallif tadqiqotning yakuniy qismida yengil sanoat korxonalarining innovatsion rivojlanish yo'liga o'tishi mamlakatning iqtisodiy va ekologik xavfsizligini ta'minlashga xizmat qiladi, degan xulosaga keladi.

Hujjat [9] sanoat korxonasida energiya auditi dasturining tuzilishi, asosiy bosqichlari va batafsil tavsifini taklif qiladi. Energiya resurslari iste'molini kamaytirish variantlari ko'rib chiqiladi, energiya ta'minoti va energiyadan foydalanish tizimlarini takomillashtirish orqali erishilgan energiya resurslarini tejashning asosiy chora-tadbirlari ko'rib chiqiladi.

To'qimachilik ishlab chiqarishining energiya samaradorligini boshqarish tizimida nazorat harakatini shakllantirish [10] da ko'rib chiqiladi.

Ishda energiya tejashning ip quritish zavodining xizmat ko'rsatish hududida sanoat mikroiklimining parametrlariga ta'siri ko'rib chiqiladi [11]. Harorat maydonlari va harorat grafiklarini tahlil qilish natijasida mualliflar buni aniqladilar

1. Quritgichning ish joyidagi harorat qoidalarda ruxsat etilganidan yuqori.
2. Gorizontaal va vertikal sirtlarda havo haroratining o'zgarishi me'yoriy qiymatlardan oshib ketadi.

Hisoblash natijalariga ko'ra, tadqiqot mualliflari [11] ushbu ish sharoitida inson tanasi haddan tashqari qizib ketgan holatda degan xulosaga kelishdi. Shuni ham ta'kidlash kerakki, belgilangan me'yoriy qiymatlarning mikroiklim parametrlaridan oshib ketishi sanoat binosida issiqlik energiyasini yo'qotishning oshishiga yordam beradi.

To'qimachilik korxonasining energiya iste'moliga ta'sir qiluvchi asosiy omillarni o'rganish [12] da ko'rib chiqiladi. Ish shuni ko'rsatadi

Ijtimoiy va siyosiy omillar, ya'ni kompaniya xodimlari va uning rahbariyatining ta'siri energiya iste'moliga texnologik omillarga qaraganda sezilarli darajada zaifroq ta'sir qiladi, ammo jami ular ma'lum bir korxonada energiya iste'moliga ta'sir qiluvchi barcha kompaniya ichidagi omillar orasida eng katta vaznga ega. .

Ikkilamchi energiya resurslaridan foydalanish orqali to'qimachilik sanoatida energiya tejashning asosiy yo'nalishlari [13] da keltirilgan.

Tadqiqot [14] to'qimachilik korxonalarida energiyani boshqarish tizimini tashkil etishga bag'ishlangan.

[15] to'qimachilik korxonalarida ishlab chiqariladigan mahsulotlarning energiya sarfini kamaytirish vositasi sifatida korxonalarda energiya sarfini kamaytiradigan innovatsion texnologiyalarni joriy etish taklif etiladi.

Adabiyotlar

- [1]. Колибаба, В.И. Выявление и экономическая оценка потенциала энергосбережения в текстильной отрасли / В.И. Колибаба, Е.О. Кутумова, Е.В. Кутумова // Вестник Ивановского государственного энергетического института. – 2012. – № 6. – С. 78–84.
- [2]. Исаев, В.В. Проблемы энергосбережения и экологии – актуальные проблемы текстильной и легкой промышленности / В.В. Исаев, С.А. Палеха // Кожевенно-обувная промышленность. – 2010. – № 3. С. – 44–46.
- [3]. Лукманова, И.Г. Методический подход к повышению энергоэффективности промышленных предприятий / И.Г. Лукманова, Р.С. Голов, В.Г. Смирнов // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2017. – № 4 (370). – С. 337–341.
- [4]. Петрухин, А.Б. Исследование динамики энергоемкости ВВП Российской Федерации / А.Б. Петрухин, Л.А. Опарина, Ю.А. Чистякова // Теория и практика технических, организационно-технологических и экономических решений: сборник научных трудов. – Иваново : Изд-во Ивановского государственного политехнического университета, 2017. – С. 89–93.

- [5]. Петрухин, А.Б. Исследование социально-экономических эффектов от снижения энергоемкости российской экономики: суть, генезис и основные аспекты научной проблемы / А.Б. Петрухин, Л.А. Опарина, Ю.А. Чистякова // Теория и практика технических, организационно-технологических и экономических решений: сборник научных трудов. – Иваново : Изд-во Ивановского государственного политехнического университета, 2016. – С. 18–28.
- [6]. Организационно-технические решения снижения энергоемкости российской экономики на примере текстильной и строительной отраслей / Р.М. Алоян, А.Б. Петрухин, В.Н. Федосеев и др. // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2017. – № 4 (370). – С. 301–304.
- [7]. Марченко, Е.М. Развитие текстильной и легкой промышленности как одно из направлений повышения энергоэффективности региональной экономики / Е.М. Марченко, Т.Д. Белова // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2015. – № 4 (358). – С. 22–27.
- [8]. Алехина, О.Ю. Проблемы и перспективы развития легкой промышленности Российской Федерации / О.Ю. Алехина // Транспортное дело в России. – 2010. – № 11. – С. 80–83.
- [9]. О структуре энергоаудита на промышленном предприятии / Н.Ю. Матвеева, И.В. Красильников, О.В. Пещерова, А.С. Матрунчик // Информационная среда ВУЗа. – 2015. – № 1 (22). – С. 436–443.
- [10]. Алутич, А.П. Формирование управляющего воздействия в системе управления энергоэффективностью текстильного производства рассмотрено в работе / А.П. Алутич, А.А. Геращенко, В.М. Каравайков // Менеджмент в России и за рубежом. – 2012. – № 3. – С. 52–60.
- [11]. Каравайков В.М. Энергосбережение и производственный микроклимат / В.М. Каравайков, С.В. Бойко // Энерго- и ресурсосбережение XXI век: сборник материалов VII-ой Международной научно-практической интернетконференции. Под редакцией В.А. Голенкова, А.Н. Качанова, Ю.С. Степанова. – 2009. – С. 11–13.
- [12]. Федоров, А.С. Исследование основных факторов, влияющих на систему энергопотребления предприятия / А.С. Федоров, В.М. Каравайков // Организатор производства. – 2013. – № 2 (57). – С. 32–37.
- [13]. Федоров, А.С. Основные направления экономики энергии в текстильной промышленности / А.С. Федоров, В.М. Каравайков // Экономика и эффективность организации производства. – 2013. – № 18. – С. 19–22.
- [14]. Каравайков, В.М. Организация энергоменеджмента текстильного предприятия / В.М. Каравайков // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2003. – № 8. – С. 24–27.
- [15]. Кутумова, Е.О. Инновационная экономика текстильных предприятий как инструмент снижения энергоемкости валового регионального продукта / Е.О. Кутумова, Е.В. Кутумова, Н.Ю. Матвиевская // Современные наукоемкие технологии (региональное приложение). – 2012. – № 3 (29). – С. 33–40.
- [16]. Горшков А. С. Разработка научных и методологических принципов повышения эффективности использования энергетических ресурсов на предприятиях текстильной и легкой промышленности и снижения энергоемкости выпускаемой продукции : дис. – Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2020.

ВЫБОР ВОДЯНЫХ КОЛЁС ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ МИКРОГЭС РАБОТАЮЩИХ НА НИЗКОМ НАПОРЕ

М.М. Бегматова

*Ферганский политехнический институт,
begmatova.muxlisaxon@gmail.com, тел: 94 555 25 75
(Получена 18.11.2023 г.)*

В данной статье даются сведения о видах водяных колёс используемые для микроГЭС. Так же рассмотрены технологические и геометрические особенности при использовании в различных видах водных источников. Дан краткий анализ нескольким видам водяных колёс и влияния геометрической формы на конечную эффективность всей конструкции.

Ключевые слова: микроГЭС, низкий напор, водяные колёса, пропеллер, треугольная форма, кривая форма, сопло, внешний радиус, угол кривизны, геометрические параметры.

Ushbu maqolada mikroGES uchun foydalanadigan suv g'ildiraklarining turlari haqida ma'lumot berilgan. Shuningdek, ularni turli xil suv manbalarida foydalanilganda texnologik va geometrik xususiyatlar ko'rib chiqildi. Bir nechta turdagi suv g'ildiraklari va ularning geometrik shaklining butun konstruksiyaning yakuniy samaradorligiga ta'siri haqida qisqacha tahlil berilgan.

Kalit so'zlar: mikroGES, past bosh, suv g'ildiraklari, propeller, uchburchak shakl, egri shakl, nozul, tashqi radius, egrilik burchagi, geometrik parametrlar.

This article provides information about the types of water wheels used for microelectric power plants. Technological and geometric features are also considered when used in various types of water sources. A brief analysis of several types of water wheels and the influence of geometric shape on the final efficiency of the entire structure is given.

Keywords: microelectric power station, low pressure, water wheels, propeller, triangular shape, curved shape, nozzle, outer radius, angle of curvature, geometric parameters.

Высокая плотность населения существует в городских районах, подключенных к электросетям, в то время как в сельских и отдаленных районах плотность населения низкая, и подключение их к электросетям обходится очень дорого [1]. Около 850 миллионов человек во всем мире не имеют доступа к электричеству, причем 92% этого населения проживает в сельской местности. Так же этот вопрос очень важный и в нашем государстве. На сегодняшний день инфраструктура в сельских местностях год за годом улучшается. Принимаются государственные программы для более комфортной жизни сельских жителей и жителей отдалённых участков страны. Но всё же повышенный спрос электроэнергии, рост населения и увеличения доли частного предпринимательства заставляет ещё глубже рассмотреть вопрос электрификации отдалённых областей. Прокладка линии электропередач с электростанций до потребителей весьма трудоёмкий процесс. Поэтому применение возобновляемых источников энергии может стать весьма перспективным направлением в этом вопросе. Одним из видов зелёной энергетики является энергия воды, точнее энергия от потенциала малых источников воды.

Водяное колесо — это деревянное или металлическое устройство, которое преобразует энергию текущей воды в механическую энергию. Эти оборудования изначально использовались для различных целей, таких как подъем воды на большие высоты, приводя в действие мукомольную мельницу или другие цели смешивания и измельчения [6]. Спрос на механическую энергию увеличился в эпоху промышленной революции, которая привела к разработке и улучшению конструкции с большой производительностью, а также эффективностью. Вклад исследователей в то время играл большую роль в улучшение, а также три других типов водяных колёс представлялись к урожаю, а энергия из текущего водяного потока и преобразовывать в полезную механическую энергию. Эти конструкции были названы водяные колёса недокусом, бросом и пролетом [6,7]. Наибольшая эффективность отмечена для водяных колёс с промахом (85%) по сравнению с двумя другими конструкциями, и расчетный КПД недокуса был зафиксирован от 72 до 77%. Водяные колеса потеряли своё значительное привлечение к исследованиям за счёт внедрения гидротурбин. Спрос на микро- и пико-гидроэлектростанции снова увеличивается, особенно для электрификации сельских районов. Следовательно, инженеры, а также исследователи находят опять-таки внимание на улучшения конструкции водяных колёс.

Эксперты отмечают, что Узбекистан обладает серьезным гидроэнергетическим потенциалом. Достаточно сказать, что объем гидроэнергетических ресурсов, технически пригодных к освоению, превышает 27,4 миллиарда киловатт-часов ежегодной выработки электричества. При этом в настоящее время освоено лишь 6,5 миллиарда киловатт-часов, или 23,7% от всего имеющегося гидроэнергетического потенциала. [8]

Учитывая тот факт, что в республике имеются достаточное количество рек, озёр, каналов и арыков, которые имеют низкий напор, то есть разницу в верхнем и нижнем напоре воды составляет менее 2 метров есть все условия для строительства микроГЭС. Но строительство микроГЭС является вопросом индивидуальным для каждого участка водного ресурса. Для эффективной выработки электроэнергии получаемой от гидроресурса важны два основных фактора: первый наличие круглогодичного непрерывного поступления воды и второй достаточный уклон воды. Так как уклон воды не на всех участках водного источника одинаков, то в данном случае целесообразно использовать водяные колёса.

Схемы моделей водяного колеса, предложенных в этом исследовании [5], показаны на рис. 1. Три модели существенно различаются по форме лопастей, но внешний диаметр и ширина колеса в каждой из моделей одинакова. Три прототипа модели были впервые испытаны в одном и том же месте, в одних и тех же условиях, с целью оценки различий в их силе генерации выхода. Были проведены наблюдения и измерялись обороты колеса (об/мин), силу тока (I) а также напряжение (U) генератора, в каждой точке сопла, а также угол направления. Использовалось в качестве эталона положение сопла, наблюдаемое во время пробуксовки колеса.

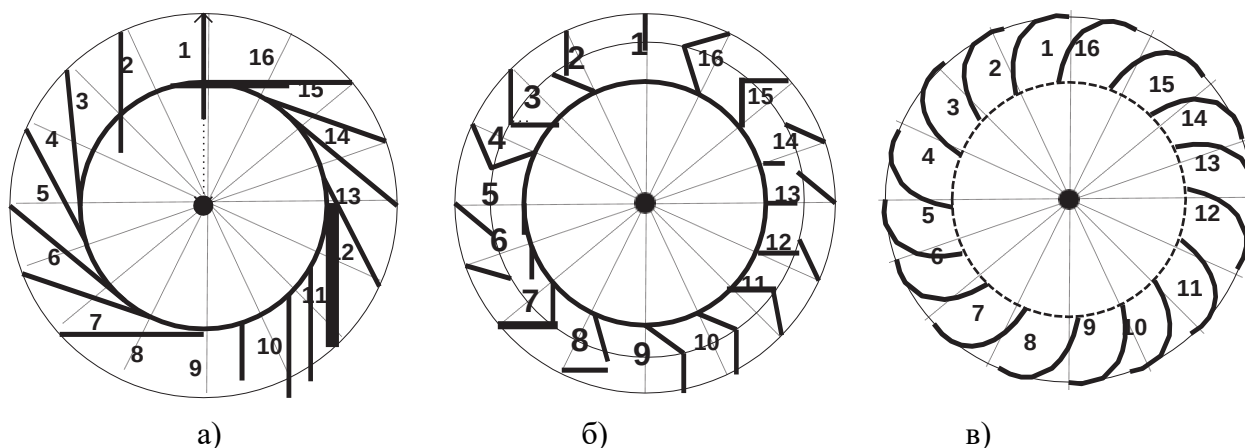


Рисунок 1. Схематический обзор моделей водяного колеса
а) Пропеллер. б) Треугольник. в) Изгиб.

Модель лопасти пропеллера. Согласно исследованиям Денни [2], эта микрогидротурбина состоит из промаха водяного колеса и плавниковой лезвии. Лезвии установлены около колеса в общей сложности 8 штук. Конструкция турбины проста и легко конструируется. Выходная эффективность этой модели может быть рассчитана, как в уравнении. (1), где φ — угол между лопастью и ободом, радиус R — внешний радиус колеса, g — сила тяжести, а v — скорость водяного потока.

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{1 + \sin(\varphi)}{2 + \frac{v^2}{2gR}} \quad (1)$$

Каждая из 8 частей лезвий прямая. Лопасти расположены поперечно в параллельном диске и в внешний конец из лезвий выступает вне круга из рулевого колеса. Расстояние между лопастями определяется углом 45° или 360° , деленное на количество лопастей. Радиус внешнего рулевого колеса равен 25 см, а также длина лезвий 12,5 см, ширина рулевого колеса равна 10 см. Область в которой вода сохраняется в лезвие показано в затененный области из рисунка 1а.

Модель треугольной лопасти. Лопатка второй модели турбины (показана на рисунке 1б) имеет треугольную форму при просматривается со стороны. Сама лопатка турбины имеет форму прямоугольного треугольника. Для каждого лопасть положение, гипотенуза прямоугольного треугольника параллельна диаметру колеса. Эти лопатки окружены двумя параллельными дисками вокруг колеса. В них всегда есть четное количество лопаток, чтобы поддерживать стабильность рулевого колеса турбины. Косвенно, из гипотенузы треугольник определяется радиус внутреннего диска. Остальные лопасти заведомо пусты. Общий объем воды, удерживаемой лопастями, может потенциально достаточен для вращения турбин. Модель треугольной лопатки показана на рис. 1б, где общее количество лопастей 16. Радиус внешнего диска 25 см, высота лопасти 7,5 см, а базовое лезвие 6,5 см, ширина колесо около 10 см.

Модель кривой лопасти. Третья модель турбины известна как модель Банки [3], [4] и существенно отличается от моделей винта и треугольника. Лопасти турбины не держат воду

на краю колеса, а выталкивают воду из сопла. Эта модель не подходит для использования в местах, где вода недостаточно сильна, чтобы иметь движущую силу. Эффективность этой модели показана в уравнении. 2, где C — коэффициент сопла; α_1 — угловое направление сопла, а ψ — коэффициент трения воды в сопле.

$$\eta = \frac{1}{2} C^2 (1 + \psi) \cos^2 \alpha_1 \quad (2)$$

Модельная кривая, как показано на рис. 1(в), имеет 16 изогнутых лопастей с углом кривизны 15° , лопасти размещены на краю колеса, радиус внешнего диска 25 см, а радиус внутренний диска около 16 см. Ширина колёс 10 см, вода не задерживается на лопасти этой модели.

Все три конструкции предлагаемых водяных колёс были исследованы в лабораторном исследовании под одинаковыми условия для выявления эффективности формы лопасти водяного колеса. Были проведены экспериментальные испытания на модели-прототипа. Конфигурация экспериментальной модули состояла из резервуаров для воды, универсального насоса, генератора переменного тока, ремня вентилятора, шкива, подушки, оси и сопла, как показано на рис. 2. Вода из резервуаров для хранения воды всасывается насосом, а также направляется к соплу. Сопло является закрепленным к стержню, который расположен в центре оси. Между осью и основанием сопла

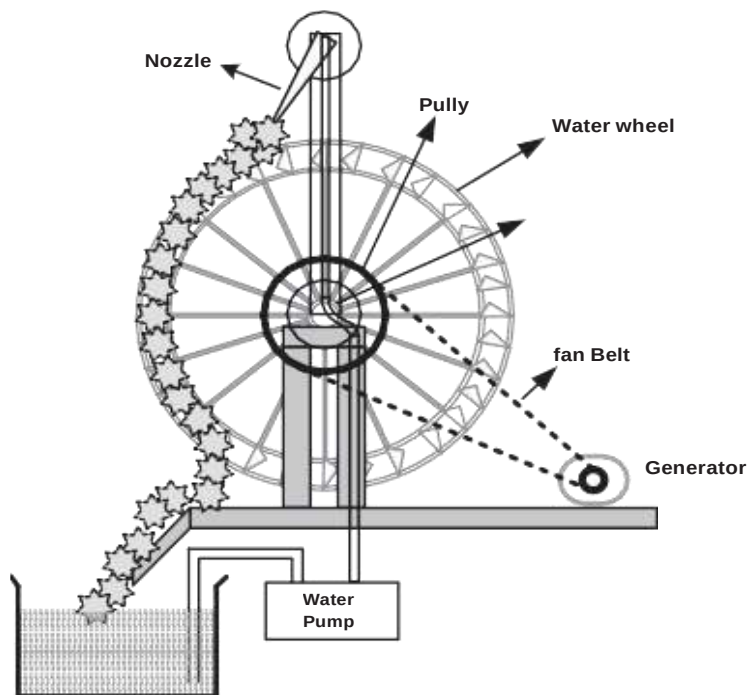


Рисунок 2. Схема-конфигурация для исследования водяных колёс.

установлены подшипники для того, чтобы свести к минимуму трение при вращении оси. Стержень сопла образует угол θ с вертикальной осью. Верхний конец вала, удерживающего установленную насадку, можно регулировать в нужное положение. Направление отклонения является углом отклонения α .

Исследования эффективности трех моделей показывают, что модельный винт будет наиболее эффективным с углом θ 0° . Модель треугольник будет самым эффективным при угле θ 35° . Модельная кривая достигает наибольшей эффективности при угле 30° . Предполагая, что поток воды и уровень воды фиксированный, эффективность становится исключительно зависима от формы лопастей. Самое высокое значение эффективности-20,32 было получено по модельному треугольнику из-за влияния параметров воды и высоты. Пока поток воды является не самым главным фактором, в комбинации потока воды, также важным является критический угол сопла.

При наличии микрогидроэлектростанции с большим расходом воды и низким напор, то использование модельной пропеллерной турбины наиболее целесообразно для достижения большей эффективности, чем модели треугольник и кривая. В этом случае параметрами в наибольшей степени, влияющими на эффективность, является то, насколько хорошо вода размещена по лопастям, а также в поток ставки.

В модельной турбине масса воды непосредственно не влияет на КПД. На его абсолютную эффективность влияет напор воды, который оказывает сильное давление на лопасти, и угол наклона сопла. Таким образом, параметрами, которые существенно влияют на эффективность этой турбины, являются расход воды, сброс воды и напор. Рассматривая данные конструкции водяных колёс главной целью является подборка оптимального

гидроагрегата для каждого участка гидроэнергетического потенциала. Очень важно учитывать все факторы, влияющие на конечный КПД микроГЭС. Так как мы не можем применять одинаковые конструкции для всех водных источников. Каждый источник индивидуален и его эффективность напрямую зависит от правильно выбранного вида конструкции установки.

Список литературы:

- [1]. Уильямсон, С.; Старк, Б.; Букер, Дж. «Выбор пикогидротурбины с низким напором с использованием многокритериального анализа. Возобновляемая энергетика 2014, 61, 43–50.
- [2]. М. Денни, «Эффективность водяных колес с недолетом и недоливом», Eur. J. Phys., vol. 25, стр. 193–202, 2003 г.
- [3]. С. А. Mockmore and F. Merryfield, “The Banki Water Turbine,” Bull. Ser. No25, Feb. 1949.
- [4]. L. A. HAIMERL, “The Cross-Flow Turbine.”
- [5]. Ложь Яса, Ардионо Прияди «Экспериментальное исследование из микро-гидро водяного колеса модели с определением оптимальной эффективностью»
- [6]. Hwang, I.S.; Lee, Y.H.; Kim, S.J. Optimization of cycloidal water turbine and the performance improvement by individual blade control. Appl. Energy 2009, 86, 1532–1540.
- [7]. Muller, G.; Wolter, C. The breastshot waterwheel: Design and model tests. ICE Proc.-Eng. Sustain. 2004, 157, 203–211.
- [8]. <https://podrobno.uz/cat/uzbekistan-i-kitay-klyuchi-ot-budushchego/poveliteli-vody-uzbekistan-sdelal>.

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 оралиқ** билан ёзилади ва икки нусхада тақдим қилинади. Мақолалар ҳажми чизмаларсиз **саккиз саҳифадан**, қисқа хабарлар эса **уч саҳифадан** ошмаслиги ва иккинчи нусхасида барча муаллифлар фамилияси, исми ва шарифларини кўрсатиб имзо чекишлари лозим.

3. Мақолага қуйидагилар илова қилинади: иш бажарилган **ташкилот йўлланмаси**; ўзбекча, русча ва инглизча **аннотациялар** (бир хил мазмунда ва 5-6 қатордан ошмаслиги зарур), **таянч сўзлар, мақола номлари; эксперт хулосаси; муаллифлар тўғрисида маълумот** (иш жойи, лавозими, телефони, e-mail). Муаллифлар орасида фан доктори бўлмаган тақдирда, шу соҳа ихтисослиги бўйича **фан докторининг тавсияси** тақдим этилади.

4. Формулалар компьютерда Word формулалар муҳаррирининг Math Type версиясида ёзилади. Чизмалар ва диаграммалар стандарт қоғозларга 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 равоқ 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 қоғозлар асосида тайёрланмаган мақолалар таҳририят томонидан қабул қилинмайди.

1. На страницах «Научно-технического журнала ФерПИ» публикуются статьи и краткие сообщения в области фундаментальных и технических наук, содержащие новые или более 50 % ранее не опубликованные научные результаты, на узбекском, русском или английском языках по следующим разделам: **фундаментальные науки; механика; строительство; энергетика, электротехника, электронные устройства и информационные технологии; химическая технология и экология; социально-экономические науки; краткие сообщения.**

2. Статья представляется в двух экземплярах на белой бумаге стандартного формата А4 с полями: слева 30 мм, сверху и снизу по 20 мм, справа 1,5 мм; шрифт Times New Roman 12 pt, междустрочное расстояние один интервал. Общий объем статьи не должен превышать восьми страниц, не считая рисунков, кратких сообщений же не более трёх страниц. Второй экземпляр статьи представляется с подписями всех авторов.

3. К статье прилагаются: **направление учреждения**, в котором выполнена работа; **экспертное заключение** (для авторов из Республики Узбекистан); на узбекском, русском и английском языках **аннотация** (из 5-6 строк одинакового содержания), **ключевые слова, название статьи; сведения об авторах** (место работы, должность, телефон, e-mail). В случае отсутствия среди авторов доктора наук представляется рекомендация доктора наук в области этой специальности.

4. Для написания формул в тексте необходимо пользоваться редактором Word Math Type. Формулы нумеруются в сквозном порядке. Для обозначения физических, математических и химических величин, включая индексы, применяются исключительно латинские и греческие буквы. Нельзя обозначать различные величины одной и той же буквой. Подготовленные рисунки и диаграммы должны соответствовать стандартным требованиям и не превышать размеры более чем 10x10 см, надписи, индексы или буквенные обозначения, желательно указать и пояснить на страницах статьи или в приложениях к рисункам.

5. Список литературы представляется в конце статьи в следующем порядке: Ф.И.О. авторов, название книги (журнала), год издания (для книг), номер журнала, страницы (для журналов). На страницах статьи ссылки на цитируемую литературу представляются в порядке упоминания арабской цифрой в квадратных скобках, например: [1].

6. Внимательно относитесь к стилю своей статьи, который должен отвечать требованиям высокой степени редактирования, как в отношении научности, так и грамматики. Избегайте длинных фраз поверхностного содержания. Для лучшего восприятия большой статьи читателями рекомендуется разбить текст на разделы: например, 1. Введение, 2. Методика эксперимента, 3. Экспериментальные результаты, 4. Заключение. Следует обязательно указать основную цель работы, постановку задач, актуальность и современность проблемы, методы и способы решения, полученные новые научные результаты и их анализ, а также конкретные выводы.

7. Представленные в редакцию статьи направляются для рецензирования членам редакции или другим соответствующим специалистам. Определяются, соответствует ли статья тематике журнала, есть ли в ней четко сформулированные новые научные результаты, достаточно ли надёжно обоснованы выводы, понятно ли изложен материал. При необходимости статья может быть отредактирована.

8. В случае возврата статьи авторам для доработки срок её поступления в редакцию, считается со дня поступления последнего её варианта.

При печати материалов журнала применяется текстовый редактор doc.MS Word 97 (2003). Для своевременного опубликования статьи, авторам необходимо представить электронный вариант статьи, набранный на компьютере с использованием указанной программы.

9. Электронные версии журнала доступны на веб-сайте ФерПИ <http://www.ferpi.uz> (faoliyat→ilmiy faoliyat→ilmiy jurnal).

Статьи, не оформленные согласно вышеуказанным правилам, редакцией не принимаются.

INFORMATION TO THE AUTHORS !

1. On pages “Scientific – Technical Journal Fer.PI” are published articles and short messages in the field of the fundamental and technical science, containing new or more than 50% earlier not published scientific results, in Uzbek, Russian or English languages according to the following sections: fundamental sciences; mechanics; construction; power, electrical equipment, electronic devices and information technologies; chemical technology and ecology; social and economic sciences; short messages.

2. Article is submitted in duplicate on white paper of the standard A4 format with fields: at the left 30 mm, above and below on 20 mm, on the right 1,5 mm; Times New Roman 12 pt font, interlinear distance one interval. The total amount of article shouldn't exceed eight pages, apart from drawings, the short messages, no more than three pages. The second copy of article is submitted with signatures of all authors.

3. To article are applied: the direction of establishment in which work is performed; the expert opinion (for authors from the Republic of Uzbekistan); in Uzbek, Russian and English languages the summary (from 5-6 lines of the identical contents), key words, article name; data on authors (work place, position, phone, e-mail). In case of absence among authors of the doctor of science the recommendation of the doctor of science in the field of this specialty is submitted.

4. For writing of formulas in the text the Word Math Type editors need to use. Formulas are numbered in a through order. For designation of physical, mathematical and chemical quantities, including indexes, exclusively Latin and Greek letters are applied. It is impossible to designate various sizes the same letter the Prepared drawings and charts have to conform to standard requirements and not exceed the sizes more than 10x10 cm, inscriptions, indexes or alphabetic references, it is desirable to specify and explain on pages of article or in annexes to drawings.

5. The list of references is submitted at the end of article in the following order: First name, middle initial, last name authors, the name of the book (journal), year of the edition (for books), the issue of the journal, pages (for Journal). On pages of article of the link to quoted literature are represented as a mention in the Arab figure in square brackets, for example: [1].

6. Consider to the style of the article attentively which has to meet the requirements of high extent of editing as concerning scientific character, and grammar. Avoid long phrases of the superficial contents. For the best perception of big article readers recommend to break the text into sections: for example, 1. Introduction, 2. Experiment technique, 3. Experimental results, 4. Conclusion. It is necessary to specify surely a main objective of work, statement of tasks, relevance and the present of a problem, methods and ways of the decision, the received new scientific results and their analysis, and also concrete conclusions.

7. Articles presented to edition go for reviewing to members of edition or other corresponding experts. Are defined, whether there corresponds article to journal subject, whether there are accurately formulated according to new scientific results in it, whether it is enough reliably valid conclusions, whether the material is clearly stated. If necessary article can be edited.

8. In case of article return to authors for completion, the term of its receipt in edition, is considered from the date of receipt of its last option.

At the press of materials of the journal the text editor of doc.MS Word 97 (2003) is applied. For timely publication of article, authors need to present the electronic version of article gathered on the computer with use of the specified program.

9. The electronic version of the journal is available on the FarPI website, <http://www.ferpi.uz> (faoliyat→ilmiy faoliyat→ilmiy jurnal).

ФарПИ ИЛМИЙ-ТЕХНИКА ЖУРНАЛИ
ТАҲРИРИЯТИ:

Масъул муҳаррир
Мусахҳих
Мусахҳих
Компьютерда саҳифаловчи

Н.Х. Юлдашев
А.Ш. Нигматуллина
Д.Х. Мамажонова
С.Э. Йўлдашева

Таҳририят манзили:
150107. Фарғона шаҳри, Фарғона кўчаси, 86 уй.
Телефон: 241-13-54.
Факс: 241-12-06.
Бизнинг сайт: <http://www.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: 22.04.2024 й.
Бичими: А4. Гарнитура Times New Roman.
Босма табоғи: 15,25. Адади 10 нусха. Буюртма № 3.
Баҳоси шартнома асосида.
УП «FARPI ALPHA PRINT» босмахонасида чоп этилди.
Фарғона шаҳар, Фарғона кўчаси 86 -уй.