

ISSN 2181 7200

ILMIY-TEKNIKA JURNALI

 Farg'ona
Politexnika
Instituti



Scientific - technical journal

Научно-технический журнал
Ферганского
политехнического
института

2024 й. 28 том. № 2



ISSN 2181-7200. Научно-технический журнал ФерПИ. 2024. Том 28. № 2

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 рўйхатига киритилган

Бош муҳаррир

Ў.Р. САЛОМОВ

Таҳрир хайъати:

Физика-математика фанлари:

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

Механика:

1. Алиматов Б.А., т.ф.д., проф. – Белгород ДТУ, Россия
2. Сиваченко Л.А., академик, д.т.н., проф. – Бел.-Рос. Университет, Беларусия
3. Бойбобоев Н., т.ф.д., проф. – Нам МҚИ
4. Мамаджанов А.М. т.ф.д., проф. – Тош ДТУ
5. Тожиёв Р.Ж., т.ф.д., проф. – ФарПИ
6. Тухтақўзиёв А., т.ф.д., проф. – ЎзФА МЭИ

Қурилиш:

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

Энергетика, электротехника, электрон қурилмалар ва ахборот технологиялар

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

Кимёвий технология ва экология

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

Ижтимоий-иқтисодий фанлар

1. Ертаев К.Е., и.ф.д., проф. – Тараз ДУ, Қозоғистон
2. Иқромов М.А., и.ф.д., проф. – Тош ИУ
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. Иқромов, Ш.М. Искандарова, И.Н. Исманов, А.М. Қасымхунова, Д. Қудбиев, А.М. Мамаджанов, Р.А. Муминов, И. Нуриддинов, А.Э. Одилхажаяев, Т.С. Омонов, А.М. Расулов, С.Ж. Раззаков, Б.М. Сиддиков, Л.А. Сиваченко, Д.С. Салиханова, С.А. Тарасенко, Р.Ж. Тожиёв, А.А. Тухтақўзиёв, Б.Э. Хайриддинов, Ш.Ш. Хамдамова, З.А. Хамроқулов, Н.Б. Шинкова, С.Ф. Эргашев, Н.Х. Юлдашев (ответственный редактор)

SCIENTIFIC – TECHNICAL JOURNAL of FerPI

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

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

Editor-in-chief

U.R. SALOMOV

Editorial board members:

Yo.S. Abbasov, B.A. Alimatov, X.A. Akromov, N.M. Aripov, 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. Nuriddinov, 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.Yuldashv (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
--	---

МЕХАНИКА

Муҳаммадсодиқов К.Д. Кимё саноати корхоналарида машина ва аппаратларни коррозиядан ҳимоя қилиш	15
Мардонов Ж.Ш., Парпиев А.П., Гатаев Х.А., Тўйчиев Т.О. Пахтани тозалаш жараёнида ажралиб чиққан чиқиндилар таркибини тозалагич секциялари бўйича ўзгаришининг тадқиқи	21
Ochilov M.M., Xolyigitov Sh.N., Niyozov A.G., Xoshimova N. Qaytargich (otrajatel) moslamasining kamerada joylashish masofasini tutish samarasiga ta'sirini o'rganish	26
Ахунбаев А.А. Суглинок хом-ашёсини қуритишнинг тажриба саноат синовлари	30
Asanov S.E., Umerov F.Sh. Yengil va yo'lovchi elektromobil (EV) va gibrid elektromobil (HEV) vositalarida ishlatiladigan elektr yuritmalarining tasnifi	35
Bazarov B.I., Azimov A., Tojiyev J.Z. Universal yonilg'i ta'minlash tizmiga ega gaz ballonli avtomobillarning ekspluatatsion ko'rsatgichlarini oshirish usullari	42
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	49
Саломова М.А., Маматқулов О.Т., Мурадов Р.М. Пахтани ҳаводан ажратиш жараёнида бўйича назарий тадқиқотлар	55
Тўхтақузиёв А., Икромов И.А. Комбинациялашган машина чуқур юмшаткичларининг белгиланган чуқурликка ботиши	59
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 ..	64
Ризаев А.А., Ёулдашев А.Т., Қўлдошев Д.А., Хақимжанов А.Б. МХ-1,8 ГВ пахта териш маинасининг марказдан қочма вентиляторнинг пневматик транспорт тизимини стенд синови	68
Раҳимов Ф.Х., Қосимов Х.Х., Мурадов Р.М. Пахтани ғарамловчи механизмларни иш жараёни таҳлили	76
Тешабоева Р.Х., Аҳмедов М.И., Раҳимов Ф.Х., Мурадов Р.М. Пахта чигити ва уни экишга тайёрлаш технологиясининг классификацияси	81
Sarimsakov O.Sh., Ergashev Sh.T., Shokirov Kh.T. Arrali tola ajratkich uchun tarkibli kolosnik konstruksiyasining sinov natijalar tahlili	86
Махмудов А., Шакиров Б.М. Тупрок тўғон танасидаги ёриқлар бўлишлиги механизими	91
Палуанов Б.А., Пирматов А.П. Тозалаш жараёнида тола бўлакчаларининг тиш олд сиртида ҳаракати ва уларнинг тиш билан илашиш кучининг тадқиқи	97

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	102
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	107

ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОН ҚУРИЛМАЛАР ВА АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Хўжақулов С.М., Хайриддинов Б.Э., Эргашев Ш.Х. Иссиқхоналарни карбонат ангидрид билан таъминлаш технологиялари	113
--	-----

Abbasov E.S., Umurzakova M.A. Quyosh havo isitgichi	117
Рўзиқулов Ғ.Ю., Хайриддинов Б.Э., Ибрагимов У.Х., Эргашев Ш.Х. Комбинациялашган иссиқлик насосли қуёш қуритгич-совитгичнинг совитиш камерасини математик моделлаштириш	121
Усмонов Н.О., Ярашов С.К. Қишлоқ хўжалиги биноларини қуёш энергияси ва буғланма совитишдан фойдаланиб табиий совитиш	128
Кадиров К.Ш., Султонов Р.А. Электр энергиясига бўлган талабни бошқариш бўйича ривожланган мамлакатлар тажрибаси	138
Taslimov A.D., Meliqo'ziyev M.V. Shahar elektr ta'minotida kuch transformatorining quvvatini tanlash usulini tadqiq etish	142
КИМӨВИЙ ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЭКОЛОГИЯ	
Xudayberdiyev M., Nurmuxamedov T., Achilov B. Virusli pomidor mozaikasi kasalligi kontekstida pomidor barglari to'qimasini fraktal tasvir tahlili	147
Mirzayev J.D., Shodiyeva E.B., Sadullayev S.X., Xolmurodov B.B., Vaxromova L.A. Za'faron o'simligining tarkibini xromatografiya usulida tadqiq qilish	153
Xolmurodov B.B., Xolmuradov B.B., Nasriddinov J.J., Choriyev A.J. Yantoq (alhagi maurorum) spirtli ekstraktining antiradikal faolligi	158
Hamdamova D.Sh., Umarova V.K., Primqulov M.T. Dorivor o'simliklardan poroshokli sellyuloza olish va xossalarini o'rganish	163
Xурсандов Б.Ш., Юлдошов Ф.А., Кўچارов А.А., Юсупов Ф.М. Пиримидин асосида техник олтингугуртдан полимер олтингугурт олиш ва бнд 60/90 маркали битум хоссаларига таъсирини тадқиқ қилиш	168
Saidov A.H., Voxidov E.A., Narzullayeva A.M., Nurqulov F.N. Modifikatsiyalangan alyumofosfat yelimplari asosida yog'och materialllarini olish ularni kislorod indeksi va mexanik xossalar tahlili	172
Artikov A., Masharipova Z.A., Mamaeva D.A., O'rozova D.D. Mikroto'lqinli pechda qovunlarni quritish tahlili bo'yicha	177
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	184
ИЖТИМОЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАНЛАР	
Tuyboyov O.V. Oshirilgan samaradorlik, moslashuvchanlik va sanoat uchun intellektual tizimlar, ishlab chiqarish va sanoat 4.0 integratsiyasining istiqbollari	191
ҚИСҚА ХАБАРЛАР	
Siddiqov R.O'. Havoni aeroionlar bilan boyitishning odam organizmiga ta'sirini o'rganish ...	200
Valiyev N.G. To'qimachilik iplarining deformatsiyalarini aniqlash usullari	202
Nazirov R.R., Toshmirzayev Q.O. Kichik o'lchamli barabanli quritgichi uchun zanjirli uzatmaning geometrik va kinematik parametrlarini aniqlash	206
Umarov A.A. Arrali jin tezlatgichini kritik chastotaga hisoblash	209
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	211
Usmonov Sh.Y., Tursunov A.Sh. Yengil sanoat korxonalarida mahsulotlarning energiya sarfini kamaytirish usullari	214
Begmatova M.M. Past bosimda ishlaydigan mikroGESlarni optimallashtirish uchun suv g'ildiraklarini tanlash	217
Муаллифлар диққатига !	222

СОДЕРЖАНИЕ

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУКИ

Игамов Б.Д., Камардин А.И., Бекпулатов И.Р. Получение силицидов Mn_4Si_7 различными способами и испытание их электрофизических свойств	9
--	---

МЕХАНИКА

Мухамадсадилов К.Д. Защита машин и оборудования от коррозии на предприятиях химической промышленности	15
Мардонов Ж.Ш., Парпиев А.П., Гатаев Х.А., Тўйчиев Т.О. Анализ изменения фракционного состава сора по секциям очистителя выделенных при очистке хлопка сырца	21
Очилов М.М., Холйигитов Ш.Н., Ниёзов А.Г., Хошимова Н. Исследование влияния устройства реверсора (отражателя) на эффект сохранения расстояния позиционирования в камере	26
Ахунбаев А.А. Опытнo-промышленные испытания сушки суглинкового сырья	30
Асанов С.Э., Умеров Ф.Ш. Классификация электрических приводов, используемых пассажирских электромобилей (EV) и гибридных электрических транспортных средств (HEV)	35
Базаров Б.И., Азимов А., Таджиев Ж.З. Методы повышения эксплуатационных показателей газобаллонных автомобилей с универсальной системой подачи топлива	42
Мухиддинов З.Н. Расширенная структура интеграции алгоритмов искусственного интеллекта и компьютерного зрения для оптимизации трассировки инструмента, выбора инструмента и настройки параметров резки	49
Саломова М.А., Маматкулов О.Т., Мурадов Р.М. Теоретические исследования процесса отделения хлопка от воздуха	55
Тўхтакузиев А., Икромов И.А. Заглубления глубокорыхлителей комбинированной машины на заданную глубину	59
Бердиев Д.М., Умарова М.А., Абдуллаев А.Х., Кузиев Г.Ш. Влияние высокохромистых порошковых покрытий на эксплуатационные характеристики рабочих поверхностей почвообрабатывающих органов	64
Ризаев А.А., Йулдашев А.Т., Кулдошев Д.А., Хакимжанов А.Б. Стендовые испытания пневмотранспортной системы хлопоуборочной машины МХ-1,8 ГВ центробежного вентилятора	68
Рахимов Ф.Х., Косимов Х.Х., Мурадов Р.М. Анализ рабочего процесса хлопоочистительного оборудования	76
Тешабоева Р.Х., Ахмедов М.И., Рахимов Ф.Х., Мурадов Р.М. Классификация семян хлопчатника и технология их подготовки к посеву	81
Саримсаков О.Ш., Эргашев Ш.Т., Шокиров Х.Т. Анализ результатов испытаний конструкции композитной колонны для сепаратора пиловолокон	86
Махмудов А., Шакиров Б.М. Механизм трещинообразования в теле земляных плотин ...	91
Палуанов Б.А., Пирматов А.П. Исследование движения частиц волокон по передней поверхности зуба в процессе очистки и силы их контакта с зубом	97

СТРОИТЕЛЬСТВО

Абдизимов 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	102
Рашидов Ю.К., Орзиматов Дж.Т. Разработка метода определения КПД солнечного воздухонагревателя с воздухопроницаемым матричным поглотителем, выполненным из металлической проволочной переплетения	107

ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Хужакулов С.М., Хайридинов Б.Э., Эргашев Ш.Х. Технологии обеспечения теплиц углекислым газом	113
--	-----

СОДЕРЖАНИЕ

Аббасов Е.С., Умурзакова М.А. Солнечный воздухонагреватель	117
Рузикулов Г.Ю., Хайриддинов Б.Э., Ибрагимов У.Х., Эргашев Ш.Х. Математическое моделирование холодильной камеры комбинированной солнечной сушилки-холодильник с тепловым насосом	121
Усмонов Н.О., Ярашов С.К. Естественное охлаждение сельскохозяйственных зданий с использованием солнечной энергии и испарительного охлаждения	128
Кадиров К.Ш., Султонов Р.А. Проанализирован опыт развитых стран по управлению спросом на электроэнергию	138
Таслимов А.Д., Меликузиев М.В. Исследование метода выбора мощности силового трансформатора в электроснабжения города	142
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ	
Худайбердиев М., Нурмухамедов Т., Ачилов Б. Фрактальный анализ изображения текстуры листьев томата в контексте вирусного томатного мозаичного заболевания	147
Мирзаев Ж.Д., Шодиева Э.Б., Садуллаев С.Х., Холмуродов Б.Б., Бахромова Л.А. Хроматографическое исследование состава шафрана	153
Холмуродов Б.Б., Холмурадov Б.Б., Насриддинов Ж.Дж., Чориев А.Дж. Антирадикальная активность спиртового экстракта янтока (alhari maugorum)	158
Хамдамова Д.Ш., Умарова В.К., Примкулов М.Т. Получения порошковой целлюлозы из лекарственных растений и изучение свойств	163
Хурсандов 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	168
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	172
Артиков А., Машарипова З.А., Мамаева Д.А., Урозова Д.Д. К вопросу анализа СВЧ сушки дыни	177
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	184
СОЦИАЛЬНО - ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ	
Туйбойов О.В. Перспектива интеграции смарт-производства и промышленности 4.0 для повышения эффективности, гибкости и адаптивности	191
КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ	
Сиддиков Р.У. Изучение влияния обогащения воздуха аэроионами на организм человека	200
Валиев Н.Г. Способы определения деформаций текстильных нитей	202
Назирова Р.Р., Ташмирзаев К.О. Определение геометрических и кинематических параметров цепного привода малой барабанной сушилки	206
Умаров А.А. Расчет критической частоты ускорителя пыльного джина	209
Комилов Ш.Р., Тожибоев М.А., Исаханов Х., Мурадov Р.М. Анализ результатов научных исследований процесса отделения волокон и выхода семян	211
Усманов Ш.Ю., Турсунов А.Ш. Методы снижения энергоемкости продукции на предприятиях легкой промышленности	214
Бегматова М.М. Выбор водяных колёс для оптимизации микрогэс работающих на низком напоре	217
К сведению авторов !	223

CONTENTS

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

MECHANICS

- Mukhamadsadikov K.D. Protection of machinery and equipment against corrosion in chemical industry enterprises 15
- 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 21
- Ochilov M.M., Xolyigitov Sh.N., Niyozov A.G., Xoshimova N. Study of the effect of the reverser (otrajatel) device on the effect of keeping the positioning distance in the camera 26
- Akhunbayev A.A. Pilot tests of drying loam raw materials 30
- Asanov S.E., Umerov F.Sh. Classification of Electric Drives used in light and passenger electric vehicles (EV) and hybrid electric vehicles (HEV) 35
- Bazarov B.I., Azimov A., Tajiyev J.Z. Methods of increasing the operational performance of gas cylinder cars with a universal fuel supply system 42
- Muxiddinov Z.N. An advanced framework integrating ai algorithms and computer vision for optimal toolpath planning, tool selection, and cutting parameter optimization 49
- Salomova M.A., Mamatqulov O.T., Muradov R.M. Theoretical studies of the process of separating cotton from air 55
- Tukhtakuziev A., Ikromov I.A. Deepening of subsoilers of a combined machine to a given depth 59
- 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 64
- 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 68
- Rakhimov F.X., Kosimov X.X., Muradov R.M. Analysis of the working process of cotton gin equipment 76
- Teshaboyeva R.X., Akhmedov M.I., Raximov F.X., Muradov R.M. Classification of cotton seeds and technology of their preparation for sowing 81
- Sarimsakov O.Sh., Ergashev Sh.T., Shokirov Kh.T. Test result analysis of composite column structure for saw fiber separator 86
- Makhmudov A., Shakirov B.M. Mechanism of crack formation in the body of earth dams 91
- Палуанов Б.А., Пирматов А.П. 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 97

BUILDING

- Abdazimov Sh.Kh., Umarova M.N. Amirov M.U. Mathematical models in the study and prediction of landslides processes affecting the railway and its facilities in mountainous and mountainary regions of Uzbekistan 102
- 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 107

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 113

CONTENTS

Abbasov E.S., Umurzakova M. Solar air heater	117
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	121
Usmonov N.O., Yarashov S.K. Natural cooling of agricultural buildings using solar energy and evaporative cooling	128
Kadyrov K.Sh., Sultonov R.A. The experience of developed countries in managing the demand for electricity was analyzed	138
Taslimov A.D., Melikuziev M.V. Research on the method of choosing the power of a power transformer in city power supply	142
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	147
Mirzayev J.D., Shodiyeva E.B., Sadullayev S.Kh., Kholmurodov B.B., Bakhromova L.A. Chromatographic study of the composition of the saffron plant	153
Kholmurodov B.B., Kholmurodov B.B., Nasriddinov J.J., Choriyev A.J. Anti-radical activity of alcohol extract of yantok (alhagi maurorum)	158
Khamdamova D.Sh., Umarova V.K., Primkulov M.T. Obtaining powdered cellulose from medicinal plants and studying their properties	163
Khursandov B.Sh., Yuldoshov F.A., Yusupov F.M., Kucharov A.A. Production of polymer sulfur from pyrimidine-based technical sulfur and influence on the properties of bnd 60/90 brand bitumen	168
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	172
Artikov A., Masharipova Z.A., Mamaeva D.A., Urozova D.D. On the issue of analysis of microwave drying of melon	177
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	184
SOCIAL AND ECONOMIC SCIENCES	
Tuyboyov O.V. A smart manufacturing and industry 4.0 integration perspective for enhanced efficiency, flexibility, and adaptability	191
SHORT MESSAGES	
Siddiqov R.U. Study of the effect of enriching the air with aeroions on the human body	200
Valiev N.G. Methods for determining the deformation of textile threads	202
Nazirov R.R., Tashmirzayev K.O. Determination of geometric and kinematic parameters of the chain drive of a small drum dryer	206
Umarov A.A. The calculation of the critical frequency of the saw gin accelerator	209
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	211
Usmanov Sh.Y., Tursunov A.Sh. Methods for reducing the energy intensity of products at light industry enterprises	214
Begmatova M.M. Selection of water wheels for optimization of microelectric power plants operating at low pressure	217
Information to the authors !	224

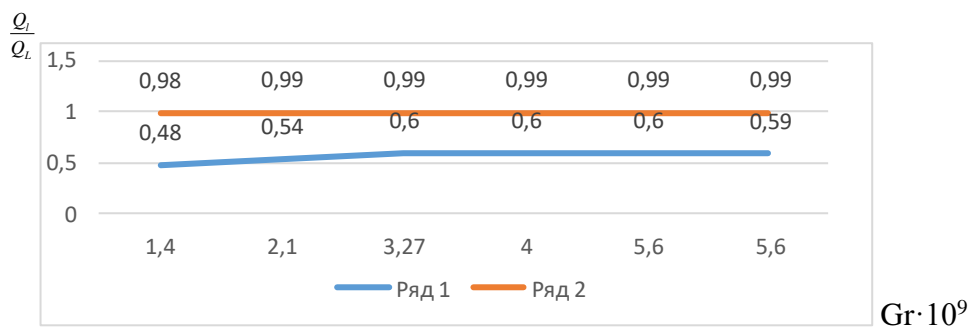


Рис. 5. Сравнение тепловой производительности солнечного воздухонагревателя с абсорбером из сплошной (ряд 1) и прерывистой пластины (ряд 2).

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 воздухонагревателя, основанный на сравнительном анализе теплообмена в предлагаемой конструкции нагревателя и гладкопластинчатого воздухонагревателя.

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 воздухонагревателей. Вестник ТашИИТ 2-3/2018. С.13 -20.
- [3]. Умурзакова М.А. Хегай О.А. О тепловой эффективности плоских солнечных воздухонагревателей. 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. Хайридинов, У.Х. Ибрагимов, Ш.Х. Эргашев

Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Республики Узбекистан

strong.shakhriev@mail.ru

(Получена 8.01.2024 г.)

Аннотация. 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 представляет 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.

Аннотация. Қишлоқ хўжалик маҳсулотларини совитиши ва сақлаш қишлоқ хўжалиги маҳсулотлари сифатининг ёмонлашувиға йўл қўймаслик ва уларни узоқ муддат сақлашнинг оқилона усули ҳисобланади. Совитиши жараёнлари нисбатан энергия кўп талаб қиладиган жараён бўлиб, жаҳон энергия истеъмолининг 10-15% қисми унинг ҳиссасига тўғри келади. Бундай катта миқдордаги энергия сарфини совитиши камерасида иссиқлик ва масса алмашинувини математик моделлаштириши орқали сезиларли даражада камайитириши мумкин. Математик моделлаштириши қишлоқ хўжалик маҳсулотларини совитиши ва сақлаш жараёнини бошқаришнинг қимматли воситаси ҳисобланади. Шунинг учун совитиши камераларида иссиқлик ва масса балансини математик моделлаштириши долзарбдир. (Тадқиқнинг мақсади) Ҳаво ва маҳсулот орасидаги иссиқлик ва масса алмашинувини чуқур таҳлил қилиши учун совитиши камерасини математик моделлаштириши. (Материаллар ва усуллар) Математик моделлаштириши совитиши камерасининг иссиқлик баланси асосида масса ва энергияни сақлашни усули ёрдамида амалга оширилади. (Натижалар ва муҳокама) Қишлоқ хўжалик маҳсулотларини совитиши ва узоқ муддат сақлаш учун жуда катта миқдорда электр энергияси талаб қилиниши аниқланди. Ташиқи ҳаво ҳарорати 30°C бўлганда маҳсулотларни керакли ҳароратгача совитиши 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 комбинациялашган қуритгич-совутгич таклиф этилган ва совитиши камерасининг математик модели келтирилган бўлиб, ушбу модел совитиши камерасидаги ҳарорат режимини таҳлил қилиши имконини беради.

Калим сўзлар: совитиши камераси, атроф-муҳит, қишлоқ хўжалик маҳсулотлари, ҳарорат, нисбий намлик.

Abstract. 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 используется 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&Vansal 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	<i>N</i>	1,1
2	Количество холодильного агента (фреон-R22)	kg	<i>m</i>	4,2
3	Объем холодильной камеры	м ³	<i>V_{хол}</i>	5
4	Емкость холодильной камеры (по типам продуктов)	t	<i>G_{хол}</i>	1,5-2,0
II. Температурный режим				
1	Внутри холодильной камеры	°С	<i>t_{х.к}</i>	-5...+10
III. Влажностной режим				
1	Внутри холодильной камеры	%	<i>φ</i>	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.

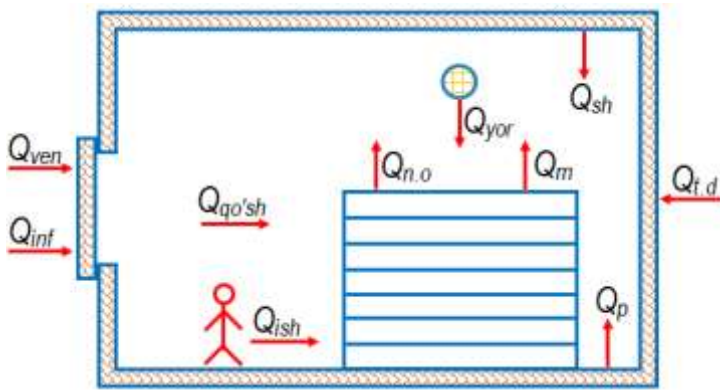


Рисунок 1. Схема расчета теплового баланса холодильной камеры. $Q_{инф}$ - тепловая нагрузка, передаваемая на счет инфильтрации; $Q_{вент}$ - тепловая нагрузка, возникающая за счет вентиляции; $Q_{раб}$ - тепловая нагрузка, приносимая с собой работником; $Q_{пол}$ - тепловая нагрузка, передаваемая через 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:

$$R_{ст} = \frac{1}{\alpha_{вн}} + \frac{\delta_{пен}}{\lambda_{пен}} + \frac{\delta_k}{\lambda_k} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{\delta_{пен}}{\lambda_{пен}} + \frac{\delta_{мл}}{\lambda_{мл}} + \frac{1}{\alpha_n} =$$

$$= \frac{1}{9,4} + \frac{0,05}{0,04} + \frac{0,018}{0,46} + \frac{0,015}{1,2} + \frac{0,05}{0,04} + \frac{0,001}{64} = 2,66 \quad (4)$$

где $\alpha_{вн}$ - коэффициент теплоотдачи от внутренней поверхности стены, при естественной циркуляции воздуха внутри камеры $\alpha_{внут} = 9,4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$, при принудительной циркуляции $\alpha_{внут} = 22,7 \div 34,1 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$, где скорость воздуха $w = 3,3 \div 6,7 \text{ м}/\text{с}$; $\delta_{пен} = 50 + 50 = 100 \text{ мм}$, $\delta_k = 18 \text{ мм}$, $\delta_{шт} = 15 \text{ мм}$, $\delta_{мл} = 1 \text{ мм}$ - толщина слоев пенопласта, кирпича, цементно-песчаной штукатурки и металлोलиста; $\lambda_{пен} = 0,04 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$, $\lambda_k = 0,46 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$, $\lambda_{шт} = 1,2 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$, $\lambda_{мл} = 64 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$; $\alpha_{внеш}$ - 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; $t_{поч} = 17 \text{ °C}$ - средняя температура почвы; $t_{вн.в} = 0 \text{ °C}$ - 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; $\lambda_{шт} = 1,75 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ и $\lambda_{пен} = 0,04 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ - 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 $t_{с.к} = 30 \text{ °C}$ - 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:

$$\rho_v = \frac{\rho_0}{\left(1 + \frac{t_{кам}}{273,15}\right)} = 1,293 \text{ кг}/\text{м}^3 \quad (11)$$

ρ_0 - плотность воздуха при температуре 0 °C , $\rho_0 = 1,293 \text{ кг}/\text{м}^3$; $t_{кам} = 0 \text{ °C}$ - температура внутри холодильной камеры; $t_{кам} = 0 \text{ °C}$ - температура воздуха внутри холодильной камеры; $t_{н.в} = 30 \text{ °C}$ - 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; $\tau_{2\text{осн}} = 20$ 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 шторы, $E = 0,7$ 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; $t_1 = 18 \pm 20^\circ\text{C}$ – начальная температура хранимого продукта; t_2 -высокая температура заморзания 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 биоопасного 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:

$$Q_{\text{доп}} = \frac{nPt}{24} \quad (18)$$

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):

$$\rho_{\text{вн.в}} V_{\text{вн.в}} c_{\text{вн.в}} \frac{dt_{\text{вн.в}}}{d\tau} = \frac{F_{\text{ст}}}{R_{\text{ст}}} (t_{\text{н.в}} - t_{\text{вн.в}}(\tau)) + \frac{F_{\text{пол}}}{R_{\text{пол}}} (t_{\text{н.в}} - t_{\text{вн.в}}(\tau)) + \frac{F_{\text{пот}}}{R_{\text{пот}}} (t_{\text{н.в}} - t_{\text{вн.в}}(\tau)) +$$

$$+ \rho_{\text{вн.в}} V_{\text{н.в}} c_{\text{р.в}} (t_{\text{н.в}} - t_{\text{вн.в}}(\tau)) + 0,076 c_{\text{р.в}} (t_{\text{н.в}} - t_{\text{вн.в}}(\tau)) + \frac{m_{\text{пр}} c_1 (t_1 - t_3)}{86400} +$$

$$+ \frac{M_{\text{пр}} q_{\text{б.ш.}}}{86400} + \frac{n_{\text{осв}} P_{\text{осв}} \tau_{\text{осв}}}{24} + \frac{n_{\text{р}} q_{\text{р}} \tau_{\text{р}}}{24} \quad (19)$$

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).

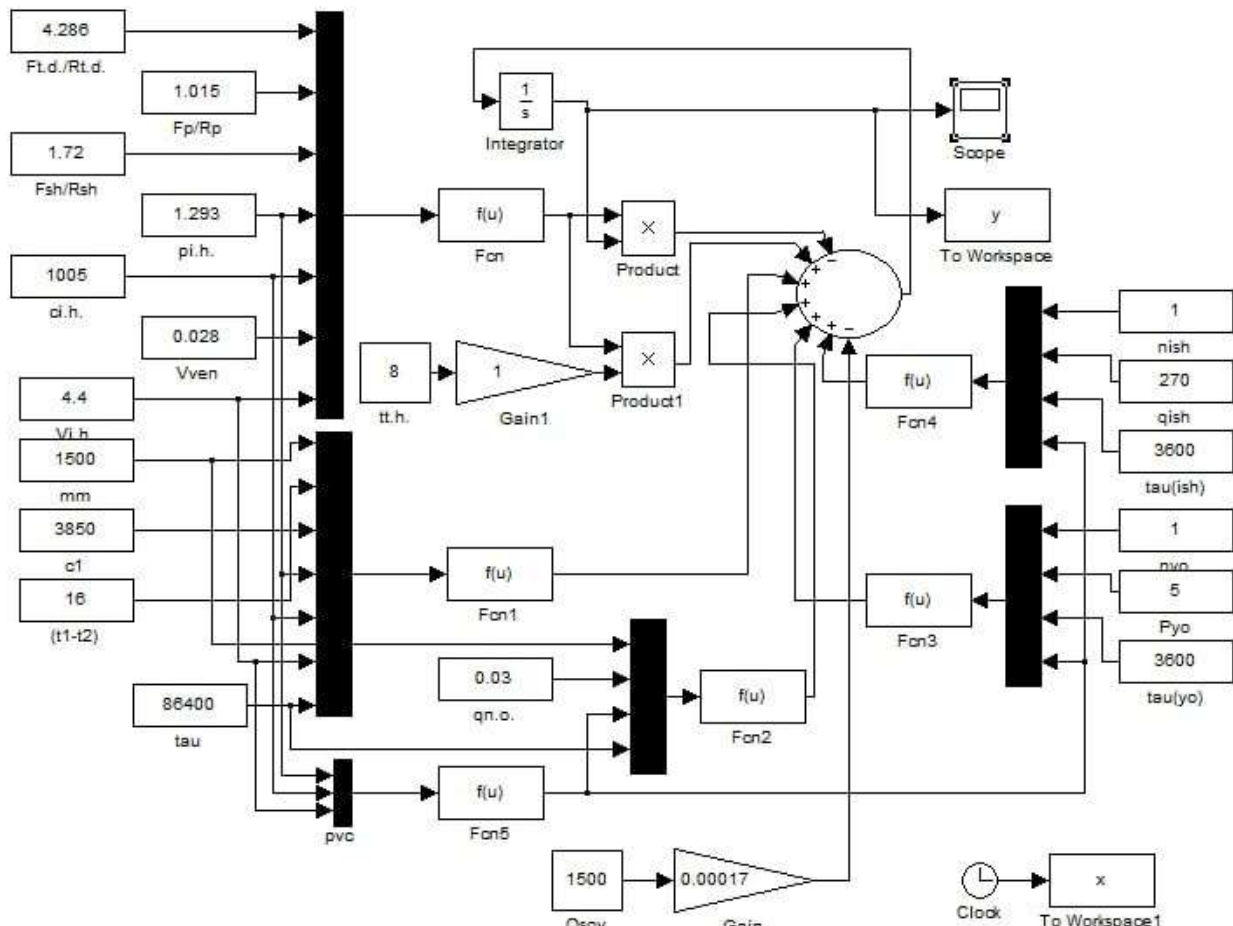


Рис. 2. Структурная схема математической модели расчета температуры внутреннего воздуха холодильной камеры в программе Matlab/Simulink.

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.

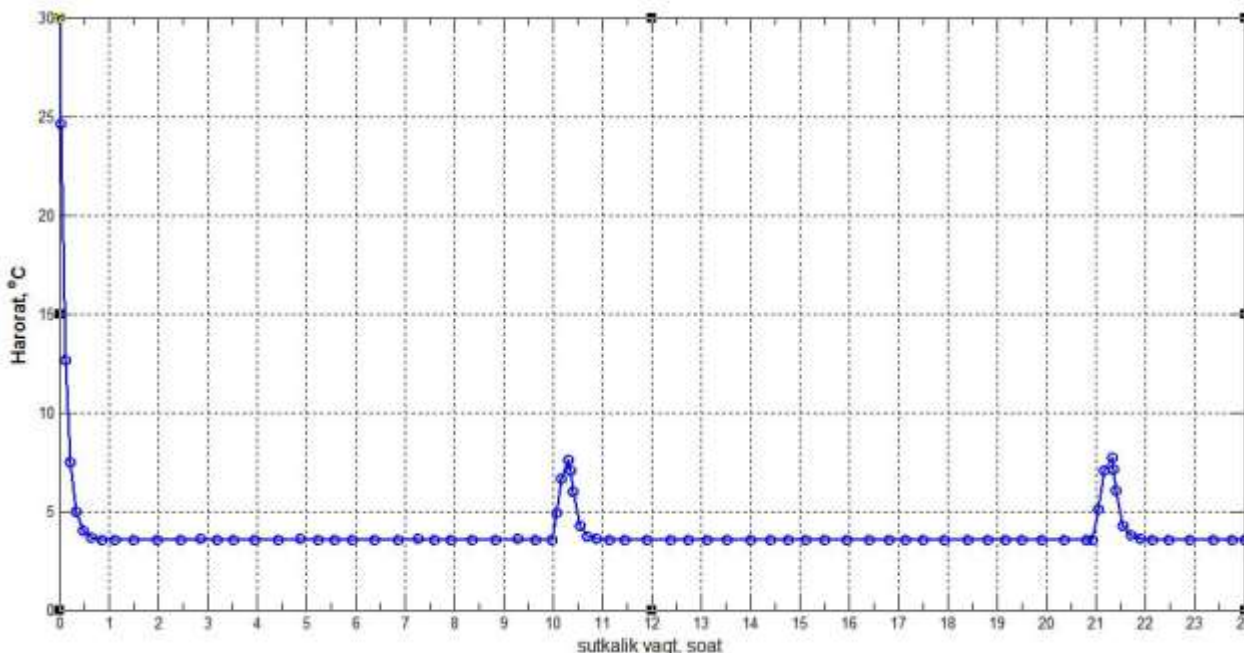


Рис. 3. Изменение температуры внутреннего воздуха в холодильной камере.

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 совитиш ва табиий шамоллатишда қуёш мўриси ва бугланма совитишдан иборат тизим ёрдамида яхшилаш учун кам энергия истеъмол қиладиган усул

