

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc 27.06.2017.Т.03.02
РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ АСОСИДАГИ
БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

ДАДАЕВ ҒАНИ ТОШХОДЖАЕВИЧ

**ПАРХЕЗБОП ОЗИҚ-ОВҚАТ ЎТЛАРНИ ҚУРИТИШ УЧУН ЭНЕРГИЯ
ТЕЖАМКОР ГЕЛИО ҚУРИТИШ ҚУРИЛМАСИНИ
ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

**02.00.16 – Кимё технологияси ва озиқ-овқат ишлаб чиқариш
жараёнлари ва аппаратлари
(техника фанлари)**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктори философии (PhD)

Contents of the dissertation abstract of doctoral Philosophy(PhD)

Дадаев Ғани Тошходжаевич

Пархезбоп озиқ-овқат ўтларни қуритиш учун энергия тежамкор гелио
қуритиш қурилмасини такомиллаштириш.....3

Дадаев Ғани Тошходжаевич

Совершенствование энергосберегающей гелиосушильной установки
для сушки диетических пищевых трав21

Dadaev Gani Toshxodjaevich

Improving energy-saving helio drying equipment for drying dietary food herbs39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works.....42

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc 27.06.2017.Т.03.02
РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ АСОСИДАГИ
БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

ДАДАЕВ ҒАНИ ТОШХОДЖАЕВИЧ

**ПАРХЕЗБОП ОЗИҚ-ОВҚАТ ЎТЛАРНИ ҚУРИТИШ УЧУН ЭНЕРГИЯ
ТЕЖАМКОР ГЕЛИО ҚУРИТИШ ҚУРИЛМАСИНИ
ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

**02.00.16 – Кимё технологияси ва озиқ-овқат ишлаб чиқариш
жараёнлари ва аппаратлари
(техника фанлари)**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2019.1.PhD/T502 рақам билан рўйхатга олинган.

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси Тошкент давлат техника университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифада (www.tdtu.uz) ҳамда «Ziyonet» ахборот-таълим порталида (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Сафаров Жасур Эсиргапович

техника фанлари доктори, доцент

Расмий оппонентлар:

Мухиддинов Джалалиддин Насирович

техника фанлари доктори, профессор

Чориев Абдусаттор Жўраевич

техника фанлари номзоди, доцент

Етакчи ташкилот:

Бухоро муҳандислик-технология институти

Диссертация ҳимояси Тошкент давлат техника университети ҳузуридаги DSc27.06.2017.T.03.02 рақамли илмий кенгашнинг «__»_____ 2019 йил соат ____ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100095, Тошкент шаҳри, Университет кўчаси, 2. Тел.: (99871) 246-46-00; факс: (99871) 227-10-32; e-mail: tstu_info@edu.uz).

Диссертация билан Тошкент давлат техника университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (____ рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100095, Тошкент шаҳри, Университет кўчаси, 2. Тел.: (99871) 246-03-41).

Диссертация автореферати 2019 йил «__» _____ куни тарқатилди.
(2019 йил «__» _____ даги ____ - рақамли реестр баённомаси)

Н.Р.Юсупбеков

Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш раиси,
т.ф.д., профессор, академик

У.Ф.Мамиров

Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш илмий котиби,
техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)

А.М.Назаров

Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш қошидаги Илмий семинар раиси,
т.ф.д., профессор

КИРИШ (фалсафа доктори(PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Жаҳонда аҳолини сифатли озиқ-овқат маҳсулотлари билан таъминлаш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади. Парҳезбop озиқ-овқат ўтлар таркибидаги биофаол моддаларни тўлиқ сақлаган ҳолда сифатли қайта ишлайдиган, энергия тежамкор техника ва технологияларни такомиллаштиришга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Ушбу йўналишда АҚШ, Франция, Туркия, Германия, Украина, Россия каби ривожланган мамлакатларда соҳада шифобахш ўтларни қайта ишлайдиган техника ва технологияларни такомиллаштириш орқали сифатли маҳсулотлар олиш, озиқ-овқат маҳсулотларини ўзига хос бўлган физик-кимёвий хусусиятларини сақлаган ҳолда қуритиш орқали функционал маҳсулотлар ишлаб чиқариш муҳим аҳамият касб этади.

Жаҳон амалиётида озиқ-овқат маҳсулотларини иссиқ ҳаво оқими ёрдамида қуритиш, инфрақизил нур ёрдамида қуритиш технологияси ҳамда қуритиш қурилмаларини такомиллаштиришга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Тайёр маҳсулот сифатига қўйилган талаб парҳезбop озиқ-овқат ўтларни шифобахш хусусиятларини сақлаган ҳолда энергия тежамкор қурилмаларда қайта ишлаш, иссиқлик энергиясини аккумуляциялаш ва уни гелиоқурилмадан объектга узатилишини таъминлаш ҳамда ушбу қурилмада озиқа ва парҳезбop ўтларни қуритиш жараёнини такомиллаштиришни тақозо этмоқда.

Республикамизда озиқ-овқат маҳсулотларини чуқур қайта ишлаш, жумладан яримтайёр ва тайёр озиқ-овқат маҳсулотлари олиш, қурилмаларнинг энергия ва ресурстежамкорлигини таъминлаш бўйича муаян натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлатиришга қаратилган Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «.....иктисодиётнинг энергия ва ресурс сарфини қисқартириш, ишлаб чиқаришга энергия тежамкор технологияларни жорий қилиш,қишлоқ хўжалиги маҳсулотини ишлаб чиқаришни изчил ривожлантириш, мамлакат озиқ-овқат хавфсизлигини янада мустаҳкамлаш, экологик тоза маҳсулотлар ишлаб чиқаришни кенгайтириш, аграр секторнинг экспорт салоҳиятини сезиларли даражада ошириш»¹ вазифалари белгилаб берилган. Бу борада, жумладан қуритиш параметрларининг оралиғини ўзгартиришни моделлаштириш, тайёр маҳсулотнинг иссиқлик-физик тавсифи ва кимёвий таркибини аниқлаш, парҳезбop озиқ-овқат маҳсулотларини сифатли қайта ишлаш технологияси ва техник воситаларни такомиллаштириш, объектнинг иссиқлик алмашиниш жиҳатларини аниқлаш, иссиқлик энергиясини аккумуляциялаш, қуритиш тезлиги константасининг ночизиқ тавсифини ҳарорат билан боғлиқлигини математик ифодасини ишлаб чиқиш, қуритиш тезлиги константаси ва ташқи муҳитнинг асосий омилларини ўзаро алоқасининг коэффициентлари матрицасини ҳисоблаш, қайта ишланган маҳсулот сифатини ошириш муҳим аҳамиятга эга.

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги Фармони.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони, 2018 йил 29 мартдаги ПФ-5388-сон «Ўзбекистон Республикасида мева-сабзавотчиликни жадал ривожлантиришга доир қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида»ги, 2018 йил 27 апрелдаги ПҚ-3682-сон «Инновацион ғоялар, технологиялар ва лойиҳаларни амалий жорий қилиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг III. «Қайта тикланадиган энергия манбаларидан фойдаланишни ривожлантириш» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Парҳезбоп ўтларни қуритиш жараёни ва қайта ишлаш технологияси билан таъминланиши масалаларини ечиш бўйича хорижлик олимлардан М.Аkkurf, D.Bahrus, В. Bala, А.К.Атыханов, А.С.Гинзбург, Б.Дж.Бабаев, С.Г.Ильясов, В.В.Кафаров, В.В.Красников, А.В.Лыков, Б.С.Сажин, К.М.Хазимов ва бошқалар, мамлакатимиз олимларидан Н.Р.Юсупбеков, Н.Р.Авезова, А.А.Артиков, Х.Ф.Джураев, Қ.О.Додаев, Р.А.Захидов, З.С.Искандаров, С.А.Лутпуллаев, О.Ф.Сафаров, Дж.Н.Мухитдинов, Дж.П.Мухиддинов, Х.С.Нурмухамедов, К.Т.Норқулова, Ж.М.Қурбанов ва бошқалар ўзларининг улкан хиссаларини қўшишган.

Булар томонидан капилляр-ғовак материалларни қуритиш жараёнининг назарий асослари ҳамда ўсимлик маҳсулотларини қуритишнинг замонавий технологияларини қўллаш бўйича амалий тавсиялар ишлаб чиқилган.

Шу билан бирга жаҳонда қуритиш қурилмаларини ва технологияларни такомиллаштириш бўйича қатор, жумладан қуйидаги устувор йўналишларда тадқиқотлар олиб борилмоқда: муқобил энергия манбааларидан самарали фойдаланиш; маҳсулот таркибидаги биофаол моддаларини сақлаб қолиш; инфрақизил нур орқали маҳсулотларни қуритиш; маҳсулотларни қуритиш усулларини такомиллаштириш (конвектив, кондуктив, инфрақизил, ўта юқори частотали); қуритиш агентининг ҳаракатланиш усулларини ишлаб чиқиш. Бироқ, парҳезбоп ва озикавий ўтларни қуритиш, технологик жараённи жадаллаштириш, тайёр хом ашёнинг парҳез хусусиятларини тайёр маҳсулотда юқори даражада сақлаб қолиш бўйича илмий-тадқиқот ишлари етарли даражада олиб борилмаган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университетининг илмий-тадқиқот ишлари режасининг А-4-38 рақамли «Доривор ўтларни сифатли қуритишда суяқ иссиқлик ташувчи ёрдамида ИҚ нур ҳосил қилиш орқали энергия тежамкор гелио қуритиш қурилмасини ишлаб чиқиш» (2015-2017) мавзусидаги амалий лойиҳа доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади парҳезбop озик-овқат ўтларни қуритиш учун энергия тежамкор гелио қуритиш қурилмасини такомиллаштиришдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

парҳезбop «мотор» (*Allium motor*) ўтининг тавсифлари ҳамда парҳезбop хоссаларини, қуритиш жараёнида кимёвий таркиби, хоссалари, парҳезбopлигини сақлашини тадқиқ этиш;

иссиқлик энергиясини аккумуляциялаш ва уни гелиоқурилмадан объектга узатилишини математик моделини яратиш;

озикавий парҳез учун йўналтирилган ўтларни қуритиш жараёнини тадқиқ этиш;

қуритиш тезлиги параметрлари ва ташқи муҳитнинг асосий омилларининг ўзаро боғлиқлигининг корреляцион коэффицентларининг матричасини ҳисоблаш;

гелио қуритиш қуритмаларида иссиқлик энергиясини аккумуляциялаш учун фойдаланиладиган парафин, қум, туз ва ғиштнинг исиш ва совуш қонуниятларини ўрганиш;

олинган тажриба натижаларига Windows XP муҳитида MATLAB 6.5, STATISTIKA 6.0 каби замонавий компьютер дастурлари ёрдамида ишлов бериш;

табiiй шароитда ўсган «мотор» ўтини сунъий сояда ва инсоляциялашда, сплайн-аппроксимацион силлиқлаш усули билан қуритиш жараёнини тажриба ёрдамида ўрганиш, қуритиш тезлиги чизикларини қуриш, қуритиш тезлиги константаларининг эмпирик қийматларини вақт бўйича функция кўринишида ҳисоблаш;

ҳисоблаш ва тажриба ўтказилганда йўл қўйиладиган хатоларга эга бўлган ўрта мутлоқ чекланишнинг бир ўлчамлилигини тадқиқ қилиш.

Тадқиқотнинг объекти истеъмол учун мўлжалланган парҳезбop «мотор» (*Allium motor*) ўти ҳисобланади.

Тадқиқотнинг предмети юқори самарали энергия тежамкор гелиоаккумуляцияли қуритиш қурилмаси ва қуритиш жараёнининг технологик параметрларидан иборат.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертацияда тизимли таҳлил ва мураккаб техник ва технологик тизимларни синтезлаш услубиёти, технологик жараёнларни математик моделлаштириш усуллари қўлланилган, кимё ва озик-овқат технологиясининг назарий асосларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

қуритилган озикавий «мотор» (*Allium motor*) ўтнинг сифат кўрсаткичлари, шифобахш хусусиятлари, тайёр маҳсулотнинг кимёвий таркиби аниқланган;

парҳезбop озикавий хомашёни қуритиш қурилмаларида қўлланиладиган аккумуляциялаш материалининг мақбул таркиби аниқланган ва аккумуляцияланган энергия ҳисобига материалнинг қуритишини 2-3% гача тезлаштириши асосланган;

ўтларни қуритиш жараёнининг мақбул параметрларини танлашда иқлим шароитларини ҳисобга олувчи математик модели яратилган;

қуритиш тезлиги константаси ва ташқи муҳитнинг асосий омилларини ўзаро алоқасининг корреляция коэффициентлари матрицасининг ҳисоби аниқланган;

қуритиш тезлиги константасининг ночизик тавсифли ҳарорат билан боғлиқлигининг математик ифодаси ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

қуритиш жараёни бир меъёردа кетиши таъминланган ҳамда гелиоэнергияни аккумуляциялаш тўғри ташкил этилган юқори самарали энергия тежамкор қурилманинг конструкцияси такомиллаштирилган;

иссиқлик энергиясининг аккумуляцияланиш даврида парафин, кум, туз ва гиштнинг исиш ва совиш тезлиги аниқланган;

қурилган «мотор» ўтида аскорбин кислотасининг қолдиқ миқдори 5,36 мг%, айна вақтда табиий қуритишда 0,62 мг% -гача (сояда қуритишда 2,96 мг%) -гачалиги аниқланган;

озик-овқат ва фамацевтика саноати учун электроэнергия сарфига кам юклама бериб фойдаланиш имконини берувчи юқори самарали гелиоаккумуляцион қуритиш қурилмаси ишлаб чиқилган;

сояли ва инсоляция шароитида ҳароратдан домий тезликни ҳисоблаш «қуёшдаги самарали ҳарорат» га мувофиқ ягона формулани олиш имкониятини берувчи алгоритм ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги экспериментал натижаларни олишда MATLAB 6.5, STATISTICA 6.0 каби замонавий компьютер дастурлари, Windows XP, Microsoft Excel каби операцион муҳитлардан фойдаланилган, математик моделларнинг аниқлиги ва кўрилаётган соҳа бўйича уларни баҳолаш мезонларининг айнан бир хиллиги, ўтказилган тадқиқотларнинг ижобий натижалари ҳамда лаборатория шароитида олинган натижаларни тажриба-саноат тадқиқотларида фойдаланилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти қуритиш тезлиги ва ташқи муҳитнинг асосий омиллари константаси ўзаро алоқа корреляцияси коэффициентлари матрицаси ҳисобланиб, инсоляциянинг қуритиш жараёнига таъсирининг биз таклиф этган инсоляция коэффициентлари орқали ҳисобга олиш усули ишлаб чиқилиб, тадқиқ этилган материаллар учун ушбу коэффициент 2,5 ва 3,5 мартабани ташкил этганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти парҳезбоп озиқавий ўтларни шифобахш хусусиятларини сақлаган ҳолда қуритиш учун юқори самарали, энергия тежамкор гелиоаккумуляцияловчи қурилманинг принципаал схемасининг такомиллаштириш, қурилманинг техник-иқтисодий кўрсаткичларини аниқлашга, қайта ишлаш жараёнида хом ашёни йўқотилишини камайтиришга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Парҳезбоп озиқавий ўтларни гелио қуритиш қурилмасини такомиллаштириш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

парҳезбоп озиқавий ўтларни қуритиш технологияси ва қурилмаси «GOLD DRIED FRUITS EXPORT» МЧЖда амалиётга жорий этилган («Ўзбекизоқовқатхолдинг» АЖнинг 2019 йил 1 майдаги АК/05-2-633-сон

маълумотномаси). Натижада юқори самарали энергия тежамкор гелио аккумуляцияловчи қуритиш қурилмасини қўллаш орқали парҳезбоп озикавий ўтларни ишлаб чиқаришни 1,3 мартага ошириш ҳамда парҳезбоп озикавий ўтларнинг йўқотилишини 11% пасайтириш имконини берган;

парҳезбоп озикавий ўтларни сифатли қуритишга мўлжалланган қурилмани яратиш ва ишлаб чиқиш бўйича IX Республика инновацион ғоялар, технологиялар ва лойиҳалар ярмаркасида «Усманов Жаҳонгир Сайдалиевич» ДХ билан хўжалик шартномаси тузилган (2016 йил 13 майда 15/16-рақам билан рўйхатга олинган). Натижада парҳезбоп озикавий ўтлар таркибидаги шифобахш хусусиятлари 90–95% сақланган маҳсулот олиш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот натижалари 8 та халқаро ва 4 та республика илмий-техник анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича 27 та илмий иш, жумладан, 2 та монография, ЎзР ОАК эътироф этган илмий журналларда 8 та мақола, шундан 5 таси хорижда, 3 таси республика журналларида, халқаро ва республика анжуманларининг тўпламларида 15 та мақолалар чоп этилган, 1 та ЭҲМ учун яратилган дастурнинг расмий рўйхатдан ўтказилганлиги тўғрисидаги гувоҳномаси олинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация иши кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг асосий қисми 120 бетни ташкил этиб, унда 63 та расм ва 14 та жадваллар келтирилган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари, объект ва предмети тавсифланган, тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён этилган, қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларининг амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши тўғрисидаги маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Парҳезбоп озикавий ўтларни гелио қуритишдаги ҳозирги ҳолати ва истиқболи**» номли биринчи бобида озика ва фармацевтика маҳсулотларини ишлаб чиқаришнинг ҳозирги ҳолати ва ишлаб чиқаришни ривожлантиришнинг истиқболи таҳлил қилинган. Парҳезбоп маҳсулотларни sanoat асосида қайта ишлаш жараён ва аппаратлари, уларни математик моделлаштиришга, ҳисоблаш ва лойиҳалашга бағишланган илмий адабиёт аналитик таҳлил қилинган.

Мамлакат агросаноат комплексида қўлланилаётган қуритиш қурилмалари конструкциялари, қуритиш усулларини таҳлил қилишнинг ҳозирги муаммоларини баҳолаб, парҳезбоп озикавий «мотор» (*Allium motor*) ўтни қуритишнинг sanoat усулини ишлаб чиқиш керак деган хулосага келинди.

Бобдаги мавжуд материал таҳлили асосида ишнинг мақсад ва вазифалари белгиланган.

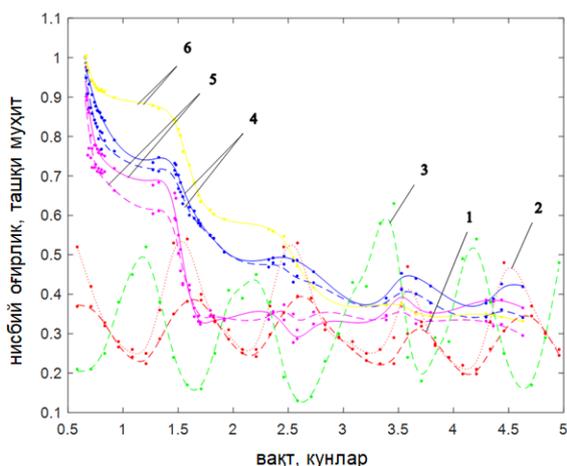
Диссертациянинг “Қуёш энергиясини аккумуляциялаш орқали пархезбоп озик-овқат ўтларини қуритиш жараёнини математик моделлаштириш” номли иккинчи бобида пархезбоп озикавий ўтларни қуёш энергиясини аккумуляциялаб қуритиш жараёнини математик моделлаштириш натижалари келтирилган. Сутка давомида қуёш энергиясини даврий тушишидан келиб чиқиб, энергиянинг сутканинг қоронғи қисмида ҳам энергия кераклиги ҳисобга олинган. Кеча учун қуёш энергиясини аккумуляторини танлаш илмий тадқиқотлар асосида амалга оширилади.

Мавжуд юқори самарали энергия тежамкор гелиоаккумуляцияловчи қуритиш қурилмаларида аккумуляция учун иссиқлик-физик хоссаларидан келиб чиққан ҳолда парафиндан фойдаланилади.

Намунанинг юқори қатламига қуёш нурлари тушади, ҳаво қатлами орқали металл пластина ва сувсизлантирилаётган объект орасида иссиқлик алмашинади. Қалинлиги l бўлган q миқдорда иссиқлик қабул қилувчи парафин қатлами учун қуёш нури тушганда ва конвектив иситиш мавжуд бўлгандаги иссиқлик ўтказувчанлик тенгламаси Фурье тенгламаси кўринишига эга

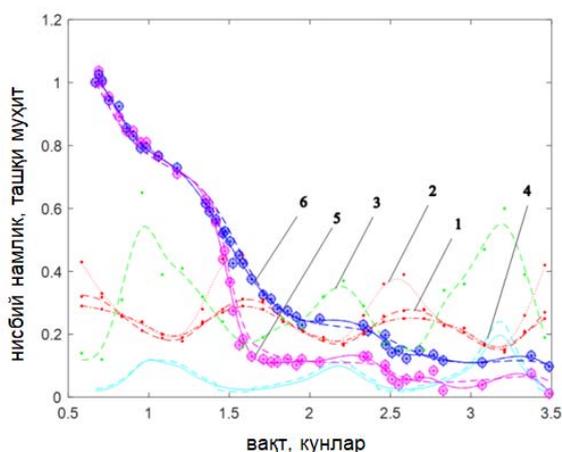
$$V_k(t) = V_k(0)l^{-\left(\frac{\pi k}{l}\right)^2 t} - A_k l^{-\left(\frac{\pi k}{l}\right)^2 t} \int_0^t l^{-\frac{a^2 \pi^2}{l^2} t' k} q^+(t') dt'. \quad (1)$$

Қуритиш эгри чизиқлари 1-расмда тақдим этилган бўлиб, нисбий оғирликнинг ҳаракатланиш қисми кўрилган. Бу нафақат мувозанат намлигини ҳисобга олиш кераклигини, балки гистерезис ҳалқасидаги айни вақтдаги намлик миқдорининг сорбция изотермасига яқинлигидан, намлик сорбцияланиши эҳтимоли ҳам мавжудлигидан далолат беради.



1-ҳаво ҳарорати $T_a/100^\circ\text{C}$; 2-қуёшдаги самарали ҳарорат $T_{es}/100^\circ\text{C}$; 3-ҳавонинг нисбий намлиги; 4,5,6-намуналарнинг нисбий оғирлиги (қалинчизик (ҳисобий) ва пунктир (экспериментал)).

1-расм. Мотор ўти нисбий оғирликлари ва кунлик қуритиш шароитлари ўзгариш графика



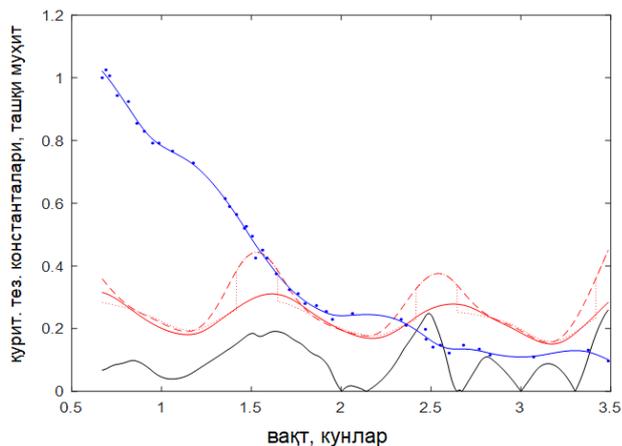
1-ҳаво ҳарорати $T_a/100^\circ\text{C}$; 2-қуёшдаги самарали ҳарорат $T_{es}/100^\circ\text{C}$; 3-ҳавонинг нисбий намлиги; 4-нисбий мувозанат намлик миқдори; 5-инсоляциялаш шароитидаги нисбий намлик миқдори; 6-соядаги нисбий намлик миқдори

2-расм. Қуритиш ва ташқи муҳит эгри чизиқлари

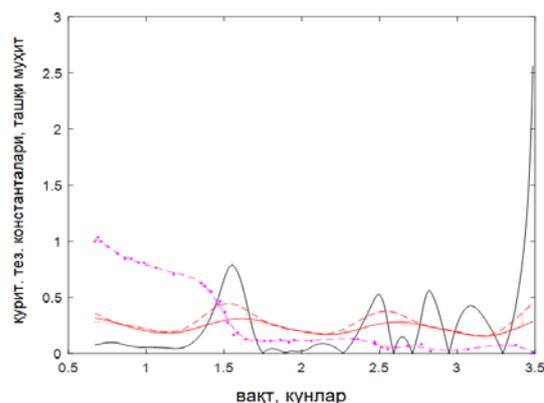
2-расмда қуритишнинг бир неча намунадан умумлаштирилган ва ўртача қиймати олинган кинетик эгри чизиқлари келтирилган. Сояда ва қуёшнинг

нурлари тўғри туширилган даврий инсоляция (30-7 с) шароитидаги қуритиш жараёнларини солиштириб, керакли миқдордаги намликгача қуритиш керак бўлган вақтдаги фарқни келтириш мумкин. Нисбий намлик миқдори $w_{so}=0,2$ - гача сояда қуритишга нисбатан 48 соатда эришилади, инсоляция билан эса 24 соатда эришилади.

Қуритиш тезлиги константаларининг эмпирик қийматлари ва уларнинг вақт бўйича ўзгаришлари 3-4-расмларда кўрсатилган. Улар суткадаги ҳарорат ва ҳавонинг ўзгаришларига мос равишда даврий тавсифга эга.



3-расм. Қуритиш тезлиги константаларининг эмпирик қийматлари (қорачизик) (сояда қуритиш усули) $K_{ss} \cdot 10^{-1}$, сутка⁻¹



4-расм. Қуритиш тезлиги константаларининг эмпирик қийматлари (қорачизик) (қуёшда қуритиш усули)

Қуритиш тезлиги константасига инсоляция таъсирини қайтариш учун ҳаво ҳарорати билан биргаликда «қуёшдаги самарали ҳарорати - T_{es} » катталигидан фойдаланиш имконияти мавжуд. Ҳавонинг куйдириш тавсифи қуёшнинг горизонтдаги баландлиги, булутлилиги ва шамол тезлигига боғлиқ. Кечаси, булутли ҳавода ҳамда шамолнинг тезлиги 12 м/с-лигида тузатиш нолга тенг.

Мувозанат намлик миқдорининг гигроскопик намликка нисбати куйидаги ифода ёрдамида топилади.

$$W_{sp} = \frac{1}{1 + B_{ws} \ln \varphi} \quad (2)$$

Изотермага ҳарорат таъсирини ҳисобга олиш учун мутаносиб боғлиқликдан фойдаланамиз

$$B_{wg} = B_{wg_0} [1 + K_{wT} \cdot (T - T_{cp})], \quad (3)$$

бунда K_{wT} - Поснов тенгламасида ҳароратнинг В параметрга таъсирини ҳисобга олувчи коэффицент; T ва T_{cp} – ҳароратнинг сўнгги ва ўртача қиймати.

Турли тартибдаги оддий дифференциал тенгламаларни ечишнинг стандарт процедурасини Рунге-Кутт усули асосида қўллаймиз. Сутканинг турли вақтида бошланган тажрибалар қуритиш тезлиги константасини камайишининг тизимли қонуниятни аниқлаш имконини берди. Буни намлик миқдори билан боғлаш мумкин. Буни константа ва намлик миқдори орасидаги тегишли корреляция коэффицентлари ҳам кўрсатмоқда (1-жадвал). Бу ҳолга физик нуқтаи назардан буғланиш fronti чуқурлашиб, буғланиш юзасининг кенгайиши, ғовакликнинг ошишини сабабчилигини кўрсатиш мумкин.

Биринчи яқинлашишда ушбу жараённи қуйидаги формула билан ифодалаш мумкин

$$K_w = [1 - K_{w_1} \cdot (1 - K_{w_2} W_s)], \quad (4)$$

бунда K_w - «бошланғич намлик коэффициентлари»; K_{w_1} ва K_{w_2} -эмпирик коэффициентлар.

Ушбу эмпирик коэффициентларни тажрибавий маълумотлар серияси бўйича бир вақтда баҳолаш «мотор» ўти учун қуйидаги натижаларни беради:

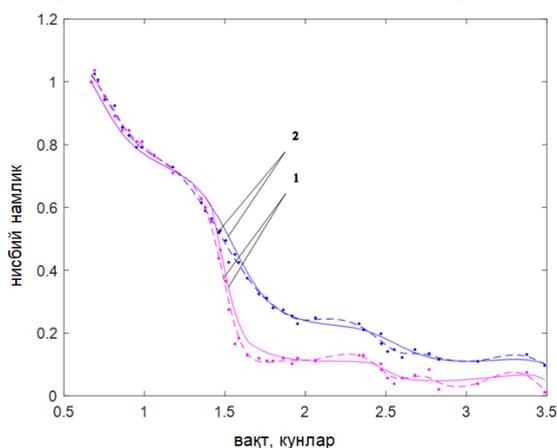
$$K_{u_1} = 2.0697e-04; K_{u_2} = 2,76; B_{w_g} = -15; K_{u\phi} = 0,07; K_{w_1} = 0,7; K_{w_2} = -3.$$

1-жадвал

Қуриштиш тезлиги ва омиллар константаси ўзаро боғлиқлигининг корреляцион матрицаси

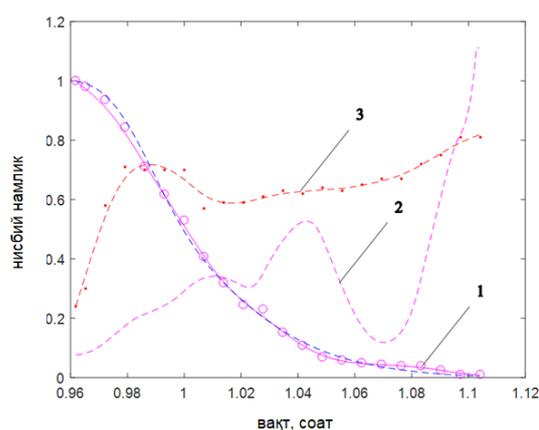
	K_{sst}	k_{ssins}	T_a	T_e	T_{es}	ϕ	t	w_{sot}	w_{soins}
K_{sst}	1	0.6216	0.3156	0.5572	0.6005	-0.2545	0.3575	-0.2788	-0.2701
k_{ssins}	0.6216	1	0.6186	0.7565	0.7242	-0.5165	-0.0394	-0.0872	-0.0225
T_a	0.3156	0.6186	1	0.8769	0.8116	-0.8073	-0.3037	0.1205	0.2134
T_e	0.5572	0.7565	0.8769	1	0.9241	-0.7394	-0.1255	0.0101	0.0762
T_{es}	0.6005	0.7242	0.8116	0.9241	1	-0.6692	-0.1443	0.0002	0.073
ϕ	-0.2545	-0.5165	-0.8073	-0.7394	-0.6692	1	0.0633	0.2205	0.1322
t	0.3575	-0.0394	-0.3037	-0.1255	-0.1443	0.0633	1	-0.8581	-0.9225
w_{sot}	-0.2788	-0.0872	0.1205	0.0101	0.0002	0.2205	-0.8581	1	0.9839
w_{soins}	-0.2701	-0.0225	0.2134	0.0762	0.073	0.1322	-0.9225	0.9839	1

Ҳисоб моделининг сифати (ҳисобланган ва экспериментал қуриштиш чизиқларининг яқинлиги) 5-расмда кўрсатилган. Ўртача абсолют оғиш 0,0137 ва 0,0182 ташкил этади. Ҳисобланган чизиқлар ташқи ўзгаришлар шароитининг графикларига T_a , T_{es} ва ϕ солиштирилиб 2-расмда келтирилган.



1-инсоляциялаш шароитида;
2-соя шароитида.

5-расм. Ҳисобланган (қалин чизиқ) ва эксперимент (пунктир) қуриштиш чизиқлари



1-қуриштиш чизиғи; 2-қуриштиш тезлиги константасининг эмпирик қиймати $k_{ss} \cdot 10^{-2}$ суткада⁻¹; 3-қуриштиш шкафидаги температура $T_a \cdot 10^{-2} \text{ } ^\circ\text{C}$.
6-расм. «Мотор» ўтини қуриштиш шкафида қуриштиш

Қурилмадаги қуриштиш кўрсаткичларининг ҳисобини ишлаб чиқилган усулни қўллаб, «мотор» ўтини қуриштиш шкафида қуриштиш мисолида

кўрсатамиз. Экспериментларда $w_{ro}=0$ учун олинган ва ишлов берилган қийматлар 6-расм ва 2-жадвалда келтирилган.

Ҳисобий ва тажрибавий қийматларнинг ўртача оғиши 0,0037, ўртача мутлоқ оғиш 0,0125.

2-жадвал

Қурилмада қуриштиш кўрсаткичлари ҳисоби

Параметрлар	K_{u1}	k_{u2}	k_{w1}	K_{w2}
Қиймати	0.0448 1/сутки	1.8493	0.8961	-0.5014

Юқори самарали энергия тежамкор гелиоаккумуляцияловчи қуриштиш қурилмасидаги экспериментлар натижалари 3-жадвалда келтирилган.

3-жадвал

Энергия тежамкор гелиоаккумуляцияловчи қуриштиш қурилмасидаги экспериментлар натижалари

Вақт, t	8 ⁰⁰	11 ⁰⁰	13 ⁰⁰	15 ⁰⁰	17 ⁰⁰	19 ⁰⁰	21 ⁰⁰	22 ⁰⁰
Ҳаво ҳарорати, T_a , °C	23	31	36	37	34	28	25	20
Қурилмадаги ҳарорат, T_v , °C	35	47	58	60	52	37	31	28
Парафин ҳарорати, T_p , °C	26	37	45	57	56	44	38	31
Материал оғирлиги, P , ϵ	2000.0	1910.0	1435.2	966.5	634.6	390.2	310.2	252.3

Қайта ишлаш қуйидаги натижаларни беради. Корреляция коэффицентлари матрицаси 4-жадвалда кўрсатилган. Эмпирик коэффицентлар:

$$K_{u1} = 5.3956 \text{ 1/сутка}; k_{u2} = 0.0148 \text{ 1/сутка}; k_{w1} = 0.9858; K_{w2} = -7.2359.$$

4-жадвал

Қуриштиш тезлиги константаси ва жараён параметрлари орасидаги ўзаро алоқа корреляцион матрицаси

	k_{ss}	T_a	T_v	T_p	t	w_{so}
k_{ss}	1.0000	0.0886	0.1592	0.5660	0.7029	-0.7496
T_a	0.0886	1.0000	0.9769	0.6920	-0.4747	0.3519
T_v	0.1592	0.9769	1.0000	0.7815	-0.3386	0.2095
T_p	0.5660	0.6920	0.7815	1.0000	0.2261	-0.3838
T	0.7029	-0.4747	-0.3386	0.2261	1.0000	-0.9794
w_{so}	-0.7496	0.3519	0.2095	-0.3838	-0.9794	1.0000

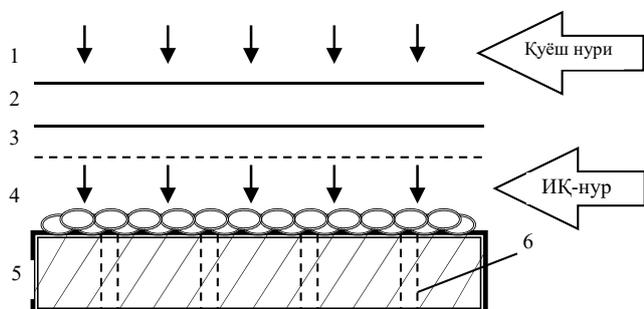
Аппарат ичи ва ташқи муҳитда константани ҳарорат функцияси этиб тасвирлаш натижаларини солиштирилиши эксперимент аниқлигини биринчи тартибда эканлигини кўрсатди.

Диссертациянинг «**Парҳезбop озикавий ўтларни экспериментал энергия тежамкор гелиоаккумуляцион қуриштиш қурилмасида қуриштиш жараёнини тадқиқ этиш**» номли учинчи бобида ўсимлик хом ашёсини экспериментал гелио қуриштиш қурилмасида қуриштиш жараёнини тадқиқ этиш натижалари келтирилган.

Саноат тармоқларида гелиотехник қурилмалар ишлатилади, уларда қайта ишлаш вақтини камайтириш, электроэнергия ва меҳнат сарфини

камайтириш, тайёр маҳсулот сифатини ошириш, қуришиш технологик жараёнларини такомиллаштириш каби муаммолар мавжуд.

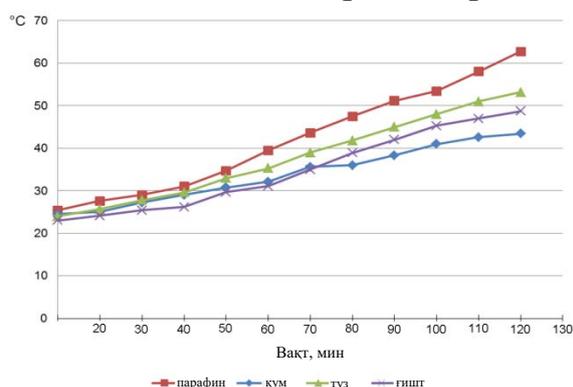
Ўтказилган тадқиқотлар асосида юқори самарали энергия тежамкор гелиоаккумуляцияли пархезбоп озиқавий ўтларни қуришиш қурилмасининг принципиал схемаси ишлаб чиқилган (7-расм).



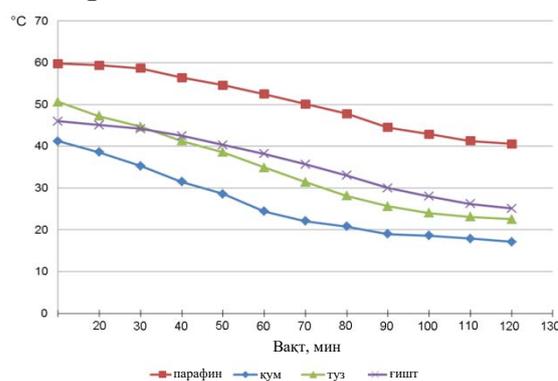
1,2-паст иссиқлик ўтказувчан шаффоф экранлар; 3-юқори иссиқлик ўтказувчан қора экран; 4-сувсизлантириладиган объект; 5-қуёш энергияси аккумулятори; 6-иссиқлик ўтказувчи – металл стерженлар.

7-расм. Энергия тежамкор гелиоаккумуляцияловчи қуришиш қурилмасининг принципиал схемаси

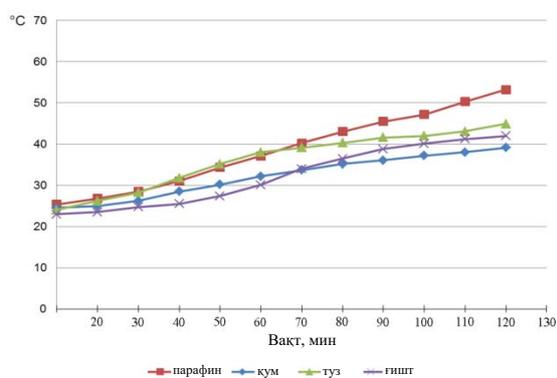
Юқори самарали қуёш энергиясини аккумуляцияловчи энергия тежамкор лаборатория қуришиш қурилмаси тайёрланган. Тажрибаларда энергияни аккумуляцияловчи материалнинг қизиши ва совуши 2 ҳамда 4 см қалинликда ўрганилган ва натижалари 8-11 расмларда келтирилган.



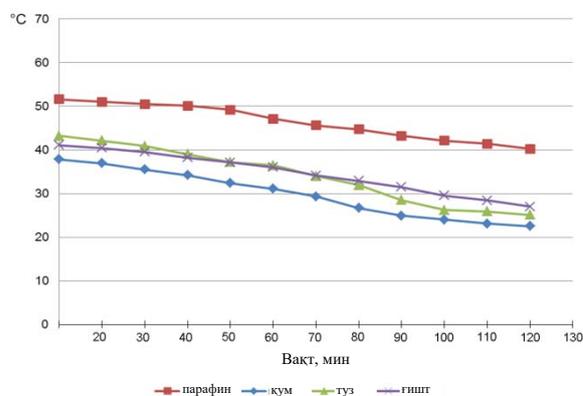
8-расм. Иссиқлик аккумуляцияловчи турли хил материалларни 2 см қалинликдаги намуналарини қизиш динамикаси



9-расм. Иссиқлик аккумуляцияловчи турли хил материалларни 2 см қалинликдаги намуналарини совуш динамикаси



10-расм. Иссиқлик аккумуляцияловчи турли хил материалларни 4 см қалинликдаги намуналарини қизиш динамикаси



11-расм. Иссиқлик аккумуляцияловчи турли хил материалларни 4 см қалинликдаги намуналарини совуш динамикаси

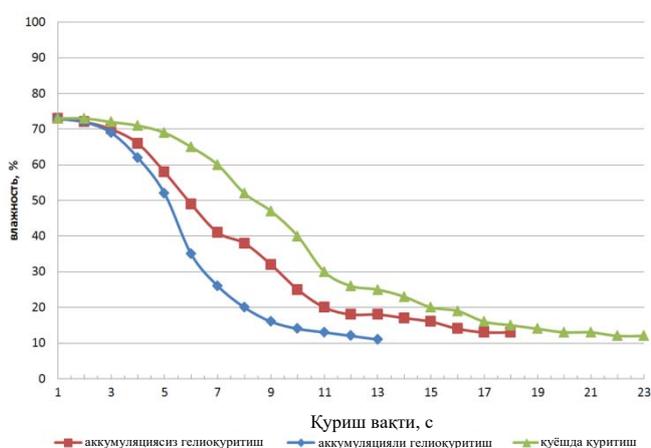
Расмдан кўриниб турибдики, парафиннинг исиш тезлиги қум, туз ва

ғиштниқига нисбатан анча кўп ҳамда парафинда иссиқлик йўқолиши қум, туз ва ғиштга нисбатан кам. 2 см қалинликдаги парафин иссиқликни сақлаш бўйича бошқа материалларга нисбатан юқори қобилиятга эга. 4 см қалинликда тузнинг қизиш тезлиги юқори.

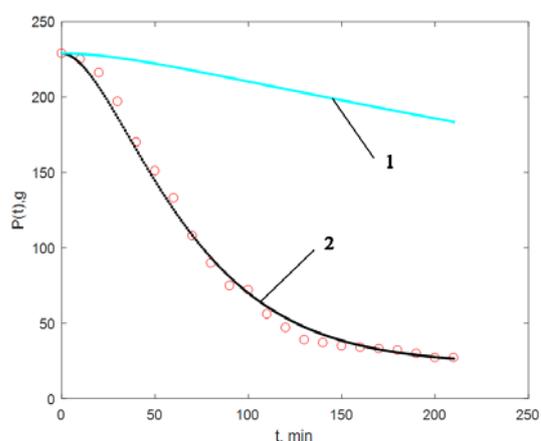
Юқорида келтирилган таҳлилларга кўра парафиндан иссиқлик аккумулятори сифатида фойдаланиш мақсадга мувофиқ.

Таклиф этилган юқори самарали қуёш энергиясини аккумуляцияловчи энергия тежамкор қуритиш қурилмасида 46-54⁰С ҳарорат остида 13 соат давомида тажрибалар ўтказилди. Қуритишнинг ушбу усулида амалга оширилганда «мотор» ўтининг таркиби ва хоссалари яхши сақланиб қолган, органолептик кўрсаткичлари ўзгармаган. Ушбу натижаларга кўра «мотор» ўтини қуритишнинг мақбул параметрлари топилган.

Турли ҳароратлар учун умумлаштирилган қуритиш эгри чизиғини кўрамиз.



12-расм. Мотор ўти – *Allium motor*-нинг қуритиш усули



1-бошланғич яқинлашув;
2-аппроксимация функцияси.
13-расм. Аппроксимация натижалари
 $P=f(t)$

12-расмдан қуритишнинг доимий даври тезлик камаяётган даврига нисбатан катта майдонни эгаллаганлиги кўринмоқда. Бу қуёш нуридан фойдаланилганда қуритиш жараёни жадал кетаётганидан далолат беради.

Қуритишнинг доимий даврида материал ҳарорати ўзгармайди ва ҳўл термометр ҳароратига тенг, буғланиш юзасидаги парциал босим эса тўйиниш босимига тенг.

Қуритиш тезлигининг доимий даври критик намлик сақланиши $w_{кр}^c$ -гача давом этади (12-расм). Бунда ички диффузия ва ташқи диффузия қаршилиқлари тенг. Бу онда буғланиш юзасида намлик сақланиши гигроскопик намликка тенг, ёки ундан кам, марказда эса гигроскопик намликдан анча кўп. Шунинг учун критик намлик сақланишни материалнинг ўрта интеграл намлик сақланиши кўринишида аниқлаш мумкин. Бунда юзадаги намлик гигроскопик миқдорга этади ва қуритишнинг иккинчи даври – қуритиш тезлиги пасаяётган давр бошланади.

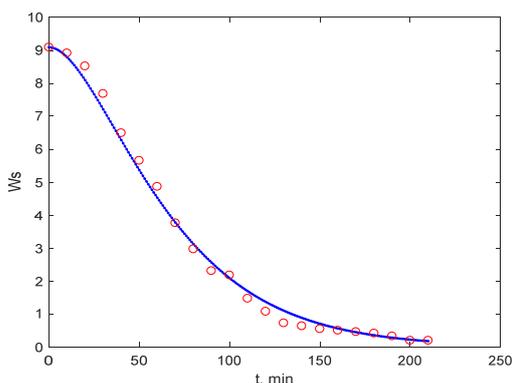
Тавсифи «мотор» ўтининг иссиқлик-физик хоссалари яқин бўлган парҳезбоп озиқавий ўтлар, ўхшаш чизиқлар билан тасвирланади. Шунинг учун таҳлилнинг ушбу методикаси бошқа ўтлар учун ҳам яроқли.

Илмий тадқиқотлар натижаси бўйича «мотор» парҳезбоп озиқавий ўтни

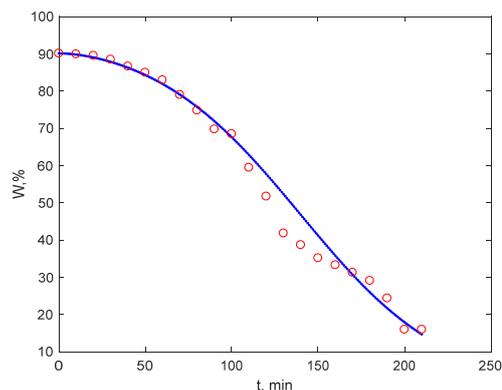
қуритишни юқори самарали энергия тежамкор гелиоаккумуляцияловчи қурилмаларда олиб бориш тавсия этилди.

Оғирликдан намлик ва намлик миқдорига ўтиш учун чексиз қуритиш натижасида эришиладиган намлик чегаралари тўғрисида маълумотга эга бўлиш керак. Эксперимент хатоларини тўғрилаш учун қидирилаётган катталиқни $P=f(t)$ функция аппроксимациясининг горизонтал асимптотаси сифатида баҳолаймиз (13-расм).

14-15-расмларнинг ординатасида намлик сақланиши ўрнатилган қуритиш графиклари кўрсатилган.

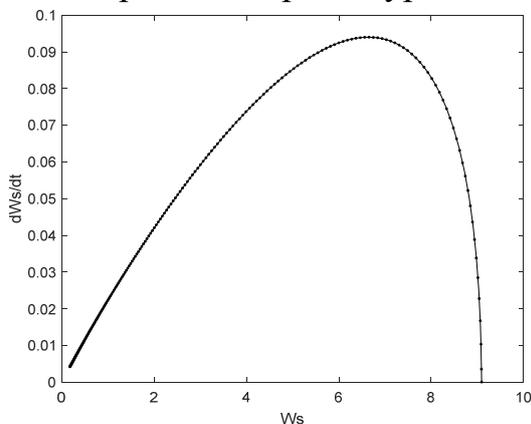


14-расм. Намлик сақлашнинг вақт бўйича ўзгариши

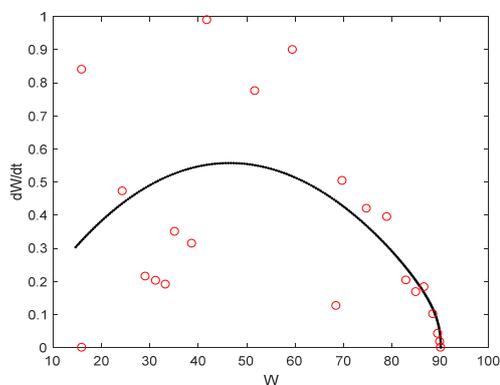


15-расм. Намликнинг вақт бўйича ўзгариши

16-расмда «мотор» ўтини қуритиш тезлиги намлик сақлаш – қуритиш тезлиги координаталарида кўрсатилган, 17-расмда эса намлик – қуритиш тезлиги координаталарида қуритиш тезлиги эгри чизиғи келтирилган.



16-расм. Қуритиш тезлиги эгри чизиғи



17-расм. Қуритиш тезлиги намлик бўйича

17-расмда экспериментал усулда олинган нуқталар билан «мотор» ўтининг қуритиш тезлиги белгиланган. Тадқиқот натижаларидан мувозанат намлигининг қиймати қуритиш жараёни жадаллигига сезиларли таъсир этиши кўринмоқда. Бошланғич ҳайдаш босқичда қуритишнинг доимий ва камаяётган даврлари кўринмайди ва эгри чизиқлар ўхшаш ўтлар учун адабиётда маълум кўринишга эга.

Натижаларнинг ҳаққонийлиги экспериментал эгри чизиқларни ҳисоблаш усулида олинган чизиқлар билан метеопрогноزلарни ҳисобга олган ҳолда солиштириб, баҳоланган. Натижалар ҳисоблаб топилган тезликнинг кичрайганлигини кўрсатди. Ўртача хатолик 0,011 ни ташкил этади, бу

систематик оғиш мавжудлигидан далолат беради. Аммо жойнинг ҳақиқий архив маълумотлари асосида таққослаш яхши мосликни кўрсатди. Прогноз ҳисобларининг аниқлигини ошириш учун қуритиш жараёнига инсоляция таъсирини ҳисобга олиш методи таклиф этилди. Унда қуритиш тезлининг константаси соядагига ўхшаб (1) тенглама билан ифодаланади, шартли инсоляция учун алоҳида «инсоляция коэффициенти» киритилади. Идентификация ўтказилган маълумотларга қайтиб, ушбу коэффициент қиймати олинган, $k_i=3,5$.

Ҳисоблаш схемаларининг аниқлигини текшириш учун ўтказилган тажрибалар шароитлари ва топилган эмпирик коэффициентлар 5-жадвалда келтирилган.

5-жадвал

Кунлар ва алоҳида тажрибалар бўйича инсоляция бошланиши ва тугаши вақти

Тажриба № \ суткалар	1	2	3	4	5	Сочиш зичлиги, кг/м ²
1	0 0	8 ⁰⁵ 13 ⁰⁵	10 ⁰⁰ 13 ⁰⁷	9 ⁰⁵ 13 ⁰⁷	10 ⁵⁵ 13 ⁰⁷	0.47
2	0	0	0	0	0	0.47
3	0	0	0	0	0	2.21
4	0 0	10 ⁵⁰ 13 ⁰⁵	11 ⁴³ 13 ⁰⁷	10 ²⁵ 13 ⁰⁷	10 ⁵⁰ 13 ⁰⁷	1.01

Ҳисоб ва тажрибадаги ўртача ва ўртача мутлоқ хатолик 6-жадвалда келтирилган, барча тажрибалар бўйича ўртача хатолик 0,0211 ва 0,0295 ни ташкил этади. Прогноздаги энг катта чекланиш учинчи тажрибада кўринди, унда зичлик илгариги икки тажрибадагидан 4 марта катта. Тажриба ўтказиш дисперсиясига кўра моделлаштиришни керакли даражада аниқ деб ҳисоблаш мумкин.

6-жадвал

Ҳисобий нисбий намлик миқдори қийматларнинг ўртача ва ўртача тажрибаларга нисбатан мутлоқ хатолиги

Тажриба №	1	2	3	4
Ўртача хатолик	0.0067	0.0322	0.0467	-0.0014
Ўртача мутлоқ хатолик	0.0217	0.0334	0.0467	0.0161

Ўсимлик материалларини кескин ўзгарувчан ташқи муҳитдаги қуритиш жараёнини ҳисоблашнинг ишлаб чиқилган усули физик ҳодисаларни ҳисобга олишга асосланган.

Ўсимлик хом ашёсини кескин ўзгарувчан ташқи муҳит шароитида қуритиш жараёнини ҳисоблаш учун ишлаб чиқилган усул физик ҳодисаларни ҳисобга олиш ва масса алмашиниш қоидаларига асосланган бўлиб, унда ҳарорат режимлари ҳисобга олинган, кичик ҳажмда ва тажрибаларнинг аниқлиги паст бўлганда ҳам жараён кетишини жадаллаштириш имконини беради.

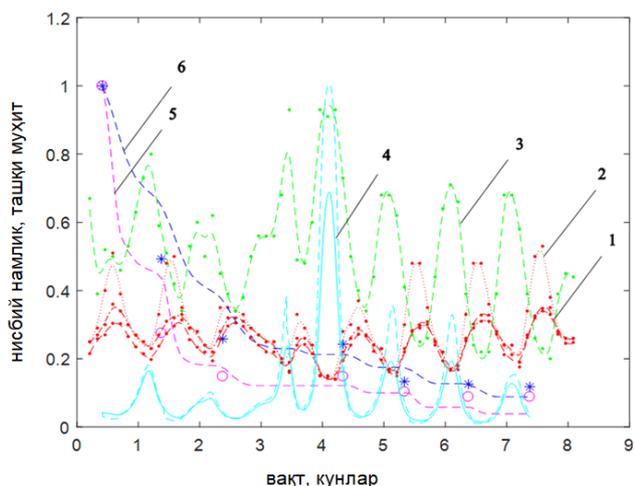
Мисол учун «мотор» ўсимлигининг барг ва танасини очик соя жойда қуритиш жараёнини инсоляция шароитида кўрамиз. Тажриба нуқталари ва ишлов берилган натижа 18-расмда тақдим этилган. Графиклар чизилиши ва тавсифи яхши, етарли яқинлик (ўрта мутлоқ хато 0,07), тажриба хатолари билан яқин.

Параметрларнинг энг яхши баҳоси:

$$K_{u1} = 0.0003 \text{ 1/сутки}; k_{u2} = 2.42; B_{wg} = -12.2051; k_{w1} = 0.5; K_{w2} = -3.$$

Қуритиш методини танлаш учун экспериментлар ўтказилган. Ишлов берилмаган «мотор» ўти тайёрланган, барча ўсимлик уч бўлакка бўлинган, №1 намуна – қуёш остида табиий қуритиш учун, №2 намуна – сояда қуритиш учун, №3 намуна – гелиоаккумуляцион усулда қуритиш учун.

Қуритилган маҳсулотнинг кимёвий таркиби «Юқори технологиялар ўқув-тажриба Маркази» нинг лабораториясида таҳлил қилинган. Лаборатория таҳлил натижалари 7-жадвалда келтирилган.



1-ҳаво ҳарорати $T_a/100^\circ\text{C}$; 2-қуёшдаги самарали ҳарорат $T_{es}/100^\circ\text{C}$; 3-ҳавонинг нисбий намлиги; 4-нисбий намлик (намлик миқдори); 5- инсоляциялаш шароитида; 6-соя шароитида.

18-расм. Табиий шароитда «мотор» ўтини қуритишни идентификациялаш графикалари

7-жадвал

Қуритилган «мотор» ўтининг таркибидаги витамин ва углеводларни аниқлаш бўйича лаборатория тадқиқотлари натижалари

Намуналар	Намуналар	Оқсил
Қуёш остида табиий қуритилган	1	60
Сояда қуритилган	1	120
Энергия тежамкор гелио қуритиш	1	150

Лаборатория тадқиқотлари ўсимликларнинг танасидаги умумий оқсил миқдорини Лоури усулида аниқлашнинг методикаси бўйича ўтказилган.

8-жадвалда «мотор» ўти таркибидаги витамин ва углеводлар миқдорини аниқлаш натижалари киритилган.

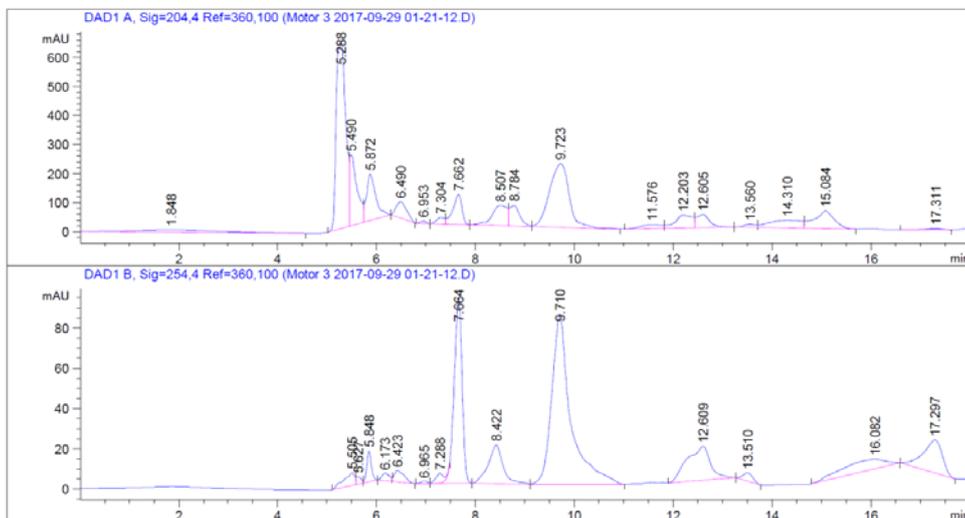
№1 намунада (қуёш остида табиий қуритиш) умумий оқсил концентрацияси 1 г намунада 60 мг-ни ташкил этди, №2 намунада (сояда қуритиш) 1 г намунада 120 мг, №3 намунада (гелио қуритиш усули) 1 г намунада 150 мг-ни ташкил этди.

8-жадвал

«Мотор» ўти таркибидаги витамин ва углеводларни аниқлаш натижалари

Витаминлар, мг/г					
Намуналар	С	В1	В3	В6	РР
Қуёш остида табиий қуритилган	0,62	0,19	-	0,1	-
Сояда қуритилган	2,96	1,68	0,19	0,54	0,05
Энергия тежамкор гелио	5,36	1,49	0,24	2,19	0,044
Углеводлар, мг/г					
	Фруктоза		Глюкоза		
Қуёш остида табиий қуритилган	7,28		5,29		
Сояда қуритилган	34,73		3,2		
Энергия тежамкор гелио қуритиш	89,07		37,02		

«Мотор» ўти таркибидаги сувда эрувчан витаминларнинг хроматограма таҳлиллари натижалари 19-расмда келтирилган. Сувда эрувчан витаминларнинг сақланиб қолиши ГФ XI фармакология чоп этган материал асосида таҳлил қилинди.

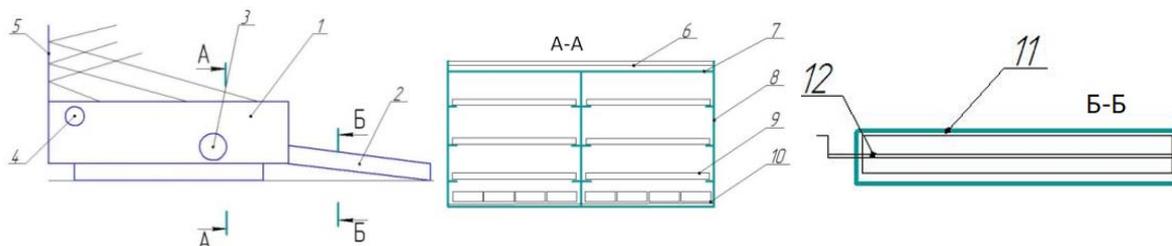


Витаминлар: С–5,36; В1–1,49; РР–0,044; В3–0,24; В6–2,19 (мг/г).

19-расм. Гелио қуритиш қурилмасида қуритилган намунадаги сувда эрувчан витаминларнинг миқдорини аниқлаш натижалари

Яхши қуритилган материал 12-15% миқдорда гигроскопик намликка эга бўлиши керак. Хом ашё тоза оқ қоғоз билан ўралган пакетларда, қоғоз ва матодан иборат қопларда, қутиларда, банкаларда сақланиши керак. Ўсимликнинг шифобахш хусусияти эфир мойлари ва бошқа буғланувчи моддалар билан боғлиқ бўлган ҳолда хом ашёни шиша ёки металл банкаларда зич беркитиладиган ҳолда сақланади.

Диссертациянинг «Парҳезбop озикавий ўтларни қуритиш технологик схемасини такомиллаштириш ва техник шартни ишлаб чиқиш» номли тўртинчи бобида гелио қуритиш қурилмасининг конструкцияси келтирилган ва унинг ишлаш принципи ёритилган.



1-қурилманинг умумий кўриниши; 2-қуёш энергиясини йиғиш қисми; 3-4 – ҳавонинг табиий конвекцияси учун циркуляцион тешиқлар; 5-қуёш нурларини қайтариш мосламаси; 6-икки қатламли шиша; 7-махсус керамик юза; 8- камера девори; 9-тўрли стеллажлар; 10-қуёш энергияси аккумулятори; 11-ёрдамчи иситиш камераси; 12-шибер ва юқори плёнкали қоплама

20-расм. Юқори самарали энергия тежамкор гелиоаккумуляцион қуритиш қурилмаси

Ўтказилган тадқиқотлар асосида юқори самарали энергия тежамкор гелиоаккумуляцион қуритиш қурилмасининг принципиал схемаси ишлаб чиқилган (20-расм).

Парҳезбоп озика «мотор» (*Allium motor*) ўтларини шифобахш хусусиятларини сақлаб қуритиш учун ишлаб чиқилган гелио қуритиш қурилмаси «Ўзбекизоқовқатхолдинг» АЖ қошидаги «GOLD DRIED FRUITS EXPORT» МЧЖ корхонасида ишлаб чиқаришга жорий этилган.

ХУЛОСА

1. Фикнинг 1 ва 2 тур моделлари орқали тажриба маълумотларига яқинлашиш жараён ташқи диффузион соҳада ўтишини кўрсатди. В₀ мезонининг қиймати 0,0454-ни ташкил этди. Газ фазасида сутка давомидаги ташқи муҳит кўрсаткичлари: ҳавонинг ҳарорати ва нисбий намлиги, инсоляция шароити ва радиациянинг «мотор» ўтини қуритишга таъсири каби омиллар динамикаси туфайли юзага келган ўзгаришларни ҳисобга олиш усули ишлаб чиқилди. Натижада тадқиқ этилган «мотор» ўтига инсоляция ва радиация таъсири 2,5-3,5 мартабани ташкил этади.

2. Қуритиш тезлиги константаси ва жараён ҳарорати орасидаги боғланиш ночизиқ тавсифга эгаллиги билан изоҳланади.

3. Масса узатишнинг динамик тенгламаси ва қуритиш тезлиги константаларининг ҳароратдан, Поснов тенгламаси кўринишидаги десорбция изотермаси тенгламаси ва унга қўшилган мувозанат параметрининг ҳароратининг чизиқли боғлиқлигидан таклиф этилган эмпирик боғлиқликлари асосида кинетик тенгламалар аппроксимацияси амалга оширилди. Тезлик константасини ҳароратдан қоронғилаштириш ва инсоляция шароитларида ҳисобга олишнинг ягона тенгламасини олиш имконияти топилди. Бунда инсоляциялашда ҳисоблаш «қуёшнинг самарали ҳарорати» олиб борилади.

4. «Мотор» ўтини қуритишнинг кинетик эгри чизиқлари нисбий намлик сақлашнинг вақт бўйича боғлиқлиги кўринишида олинди. Қуритиш тезлигининг эгри чизиқлари қурилган ва қуритиш тезлиги константаларининг эмпирик қийматлари вақт бўйича функция кўринишида тавсия этилди.

5. Ҳисоб ва экспериментал маълумотларнинг ўртача мутлоқ чекланишининг бир ўлчамлилиги эксперимент ўтказиш хатоликлари билан кўрсатилади.

6. Қуритишнинг турли усулларини амалга оширишда парҳезбоп озикавий «мотор» (*Allium motor*) ўтининг таркибий моддалари ҳолатининг солиштирма таҳлили ўтказилди. Қуритилган ўтдаги аскорбин кислотасининг қолдиқ миқдори 5,36 мг%, табиий қуритишда эса 0,62 мг%-гача, сояда қуритишда - 2,96 мг% -ни ташкил этади.

7. Гелиоэнергияни аккумуляциялаш тўғри ташкил этилган юқори самарали энергия тежамкор қурилманинг такомиллаштирилган конструкцияси тавсия этилган.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ НА ОСНОВЕ НАУЧНОГО СОВЕТА ПО
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ DSc. 27.06.2017.Т.03.02 ПРИ
ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ**

ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ДАДАЕВ ҒАНИ ТОШХОДЖАЕВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ
ГЕЛИОСУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ СУШКИ ДИЕТИЧЕСКИХ
ПИЩЕВЫХ ТРАВ**

**02.00.16 – Процессы и аппараты химических
технологий и пищевых производств
(технические науки)**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА
ФИЛОСОФИИ (PhD) ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Ташкент – 2019

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за №В2019.1.PhD/T502.

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном техническом университете.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета www.tdtu.uz и информационно-образовательном портале «Ziynet» по адресу www.ziynet.uz.

Научный руководитель: **Сафаров Жасур Эсиргапович**
доктор технических наук, доцент

Официальные оппоненты: **Мухиддинов Джалалиддин Насирович**
доктор технических наук, профессор

Чориев Абдусаттор Жўраевич
кандидат технических наук, доцент

Ведущая организация: **Бухарский инженерно-технологический институт**

Защита диссертации состоится «__» _____ 2019 г. в «__» часов на заседании научного совета DSc.27.06.2017.T.03.02 при Ташкентском государственном техническом университете по адресу: 100095, г.Ташкент, ул.Университетская, 2. Тел.: (99871) 246-46-00; факс: (99871) 227-10-32; e-mail: tstu_info@tdtu.uz.

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного технического университета за № ____, с которой можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре: 100095, г.Ташкент, ул.Университетская, 2. Тел.: (99871) 246-46-00; факс: (99871) 227-10-32; e-mail: tstu_info@tdtu.uz.

Автореферат диссертации разослан «__» _____ 2019 года.
(протокол рассылки №__ от «__» _____ 2019 г.).

Н.Р.Юсупбеков

Председатель научного совета
по присуждению учёных степеней,
д.т.н., профессор, академик

У.Ф.Мамиров

Учёный секретарь научного совета,
доктор философии (PhD) по техническим наукам

А.М.Назаров

Председатель научного семинара
при научном совете по присуждению ученых степеней,
д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире обеспечение населения качественными пищевыми продуктами считается одной из важных задач. Особое внимание уделяется совершенствованию энергосберегающей техники и технологий переработки диетических пищевых трав с сохранением их биологически активных компонентов. В таких развитых странах, как США, Франция, Турция, Германия, Украина, Россия в отраслях экономики, предназначенных для переработки лечебных трав сушкой, получение качественной, функциональной продукции путем усовершенствования технических средств и технологий при сохранении их специфических физико-химических свойств играет важнейшую роль.

В мировой практике ведутся научные исследования, направленные на усовершенствование технологии сушки пищевых продуктов потоком горячего воздуха, ИК-лучей. Требования, предъявляемые качеству готовой продукции, соответствуют ведению процесса сушки диетических пищевых трав с сохранением их лечебных свойств в энергосберегательных установках, аккумулярованию тепловой энергии и обеспечению её передачи с гелиоустановки на объект.

В нашей республике особое внимание уделяется глубокой переработке сельскохозяйственной продукции, получению из неё полуфабрикатов и готовых пищевых продуктов, разработке усовершенствованных технологий, обеспечивающих энерго- и ресурсосбережение установок. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан отмечены задачи, в том числе «...сокращение энерго- и ресурсоемкости экономики, широкое внедрение в производство энергосберегающих технологий, ... динамичное развитие сельскохозяйственного производства, дальнейшее укрепление продовольственной безопасности страны, расширение производства экологически чистой продукции, значительное повышение экспортного потенциала аграрного сектора»¹. Большое значение приобретают научные исследования, в том числе сушка в усовершенствованных гелиоустановках, моделирование диапазонов варьирования параметров сушки, определение теплофизических характеристик и химического состава конечной продукции, усовершенствование средств качественной переработки диетических пищевых продуктов, определение теплообменных аспектов объекта, аккумулярование тепловой энергии, разработка математического выражения зависимости нелинейной характеристики константы скорости сушки, расчёт матрицы коэффициентов взаимосвязи константы скорости сушки и основных факторов внешней среды, повышение качества высушенной продукции.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных Указами Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», № УП-5388 «О

¹Указ Президента Республики Узбекистан 2017 года 7 февраля УП-4947 - О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан.

дополнительных мерах по ускоренному развитию плодоовощеводства в Республике Узбекистан» от 29 марта 2018 года, № ПП-3682 «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы практического внедрения инновационных идей, технологий и проектов» от 27 апреля 2018 года, а также другими нормативно-правовыми документами, принятыми в данной сфере.

Соответствие исследований основным приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики III. «Развитие использования возобновляемых источников энергии».

Степень изученности проблемы. Научными исследованиями, направленными на разработку эффективности технологии и аппаратурного оформления процессов сушки и переработки диетических пищевых трав, занимались следующие зарубежные ученые: M.Akkurf, D.Bahrus, B. Bala, A.K.Атыханов, А.С.Гинзбург, Б.Дж.Бабаев, С.Г.Ильясов, В.В.Кафаров, В.В.Красников, А.В.Лыков, Б.С.Сажин, К.М.Хазимов, а также отечественные ученые: Н.Р. Юсупбеков, Н.Р.Авезова, А.А.Артиков, Х.Ф.Джураев, Қ.О.Додаев, Р.А.Захидов, З.С.Искандаров, С.А.Лутпуллаев, О.Ф.Сафаров, Дж.Н.Мухитдинов, Дж.П.Мухиддинов, Х.С. Нурмухамедов, К.Т. Норкулова, Ж.М. Қурбанов и др.

Ими разработаны научные основы процессов сушки капиллярно- пористых материалов, сформулированы практические рекомендации по внедрению современных технологий сушки растительного сырья.

Вместе с тем в мире ведутся научные исследования в приоритетных направлениях развития технологии и оборудования сушки; эффективное использование альтернативной энергии; сохранение составных биоактивных веществ продукции; сушка продуктов посредством инфракрасных лучей; усовершенствование способов сушки (конвективный, кондуктивный, инфракрасный, сверхвысокочастотный); разработка способов движения сушильного агента. Однако в недостаточной степени ведутся научные исследования по сушке диетических и пищевых трав, в плане интенсификации технологического процесса, а также по сохранению в высокой степени диетических свойств исходного сырья в готовой продукции.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских и опытно – конструкторских работ Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова по теме А-4-38 - «Разработка энергосберегающей гелиосушильной установки с ИК-облучением и применением жидких теплоносителей для качественной сушки лекарственных трав» (2015-2017 гг).

Целью исследования является совершенствование энергосберегающей гелиосушильной установки для сушки трав диетического назначения.

Задачи исследования:

исследование характеристик и свойств диетических пищевых трав «мотор» *Allium motor*, с точки зрения сохранения их химического состава и лечебных свойств при сушке;

составление математической модели процессов аккумуляции тепловой энергии, ее отдачи объекту в гелиоприемниках;

исследование процесса сушки трав пищевого диетического назначения;

расчёт матриц коэффициентов корреляции взаимосвязей параметров скорости сушки и основных факторов внешней среды;

изучение закономерностей нагрева и охлаждения парафина, песка, соли и кирпича, используемых в гелиосушильных установках для аккумуляции тепловой энергии;

обработка полученных экспериментальных результатов с помощью современных компьютерных программ MATLAB 6.5, STATISTIKA 6.0 в операционной среде Windows XP;

экспериментальное изучение процесса сушки травы «мотор» путем применения сплайн-аппроксимационного сглаживания, построение кривых сушки и вычисление эмпирических значений скорости сушки в функции времени;

анализ соизмеримости среднего абсолютного отклонения расчетных и экспериментальных данных с ошибками воспроизводимости экспериментов.

Объектом исследования является диетическая трава пищевого назначения – «мотор» (*Allium motor*).

Предметом исследования является энергосберегающая гелиоаккумуляционная сушильная установка, технологические параметры сушки.

Методы исследования. При выполнении диссертационной работы применена методология системного анализа и синтеза сложных технических и технологических систем, использованы методы теоретических основ химической и пищевой технологии, математического моделирования и оптимизации химико-технологических процессов и систем.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

определены качественные показатели высушенных диетических пищевых трав «мотор» (*Allium motor*), изучены их лечебные свойства, исследован химический состав готового продукта;

определен оптимальный состав аккумуляционного материала, применяемого в установках сушки диетического пищевого сырья и найден механизм ускорения процесса сушки продуктов до 2-3% за счет применения аккумуляции тепловой энергии;

создана математическая модель процесса сушки трав, учитывающая влияние климатических условий при выборе оптимальных параметров процесса обезвоживания;

определены расчёты коэффициентов корреляции связей между основными факторами константы скорости сушки и внешней среды;

разработано математическое выражение связи между температурой характеристики нелинейной константы скорости сушки.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

на основе результатов теоретических и практических исследований усовершенствована конструкция гелиоаккумуляционной сушильной установки, обеспечивающей равномерность процесса и рациональность аккумуляции гелиоэнергии;

исследована скорость нагрева и охлаждения парафина, песка, соли и кирпича при аккумуляции тепловой энергии;

установлено, что остаточное количество аскорбиновой кислоты в сушеной траве «мотор» доходит до 5,36 мг%, в то время как при естественной сушке – до 0,62 мг%, (при теневой сушке – до 2,96 мг%);

полученные результаты применены при создании высокоэффективной гелиоаккумуляционной сушильной установки для пищевой и фармацевтической промышленности без нагрузки на использование электроэнергии;

разработан алгоритм получения единой формулы учета константы скорости от температуры в условиях затенения и инсоляции, при ведении расчетов по «эффективной температуре на солнце».

Достоверность полученных результатов подтверждается согласованностью результатов теоретических и экспериментальных исследований, выполненных с использованием современных методов и средств, обеспечивается итогами компьютерного имитационного моделирования, выполненного при помощи операционной среды MATLAB 6.5, STATISTIKA 6.0 WindowsXP, MicrosoftExcel.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследований. Научная значимость результатов исследований объясняется тем, что рассчитана матрица коэффициентов корреляции взаимосвязей константы скорости сушки и основных факторов внешней среды, а также тем, что разработан метод учета влияния инсоляции на процесс.

Практическая значимость работы заключается в совершенствовании принципиальной схемы энергосберегающей гелиоаккумуляционной установки для сушки диетических пищевых трав с сохранением их лечебных свойств, минимизацией потерь в ходе переработки сырья.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных результатов по сушке трав выполнен следующий объем работ по внедрению разработок диссертационной работы:

технология и установка для сушки диетических пищевых трав внедрены в производстве ООО «GOLD DRIED FRUITS EXPORT» при Акционерном концерне «Узбекозиковкатхолдинг» (справка АК «Узбекозиковкатхолдинг» от 01.05.2019 года АК/11-182). В результате применения высокоэффективных гелиоаккумуляционных сушильных установок выпуск диетических пищевых трав увеличился в 1,3 раза, а потери сырья снизились на 12%;

на IX ярмарке инновационных идей, технологий и проектов Республики Узбекистан заключен хозяйственный договор с ДХ «Усманов Жахонгир Сайдалиевич» (регистрация от 13.05.2016 года №15/16). В результате появилась возможность получать сушёные лечебные продукты с сохранением биологически активных веществ до 90-95%.

Апробация результатов исследования. Результаты исследований представлены, обсуждены и одобрены на 8 международных и 4 республиканских научно-технических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации всего опубликовано 27 научных работ, в том числе 2 монографии, а также 8 журнальных статей и 5 статьи в зарубежных изданиях, рекомендованных ВАКом Республики Узбекистан для защиты докторских диссертации, 15 статей в сборниках Международных и республиканских конференций, получено 1 свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Основной объем диссертации составляет 120 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновываются актуальность и востребованность проведенного исследования, цели и задачи исследования, характеризуются объект и предмет, показано соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, раскрываются научная и практическая значимость полученных результатов, внедрение в практику результатов исследования, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Состояние и перспективы развития гелиосушительных установок для сушки диетических пищевых трав**» проанализировано современное состояние и раскрыты перспективы развития производства пищевой и фармацевтической продукции на основе местного сырья. Выполнен аналитический обзор научной литературы о существующих процессах и аппаратах, промышленной переработке диетических пищевых трав, математическом моделировании процессов, протекающих в сушильных установках, расчетах и проектировании схем сушильных установок.

Оценивая современное состояние вопросов конструкций сушильных установок, получивших распространение в агропромышленном комплексе страны, способов сушки, заключено, что существуют проблемы, требующие создания промышленных способов сушки диетических пищевых трав «мотор» (*Allium motor*). На основе анализа фактического материала главы были поставлены основные цели и задачи исследования.

Во второй главе диссертации «**Математическое моделирование процесса сушки диетических пищевых трав с аккумуляцией солнечной энергии**» приведены результаты моделирования процесса сушки диетических пищевых трав аккумуляцией солнечной энергии. Исходя из периодичности суточного поступления солнечной энергии, возникает ее необходимость для темной части суток. Подбор аккумулятора солнечной энергии для ночного времени должен осуществляться на основе необходимых научных исследований.

В существующих высокоэффективных энергосберегающих гелиоакку-

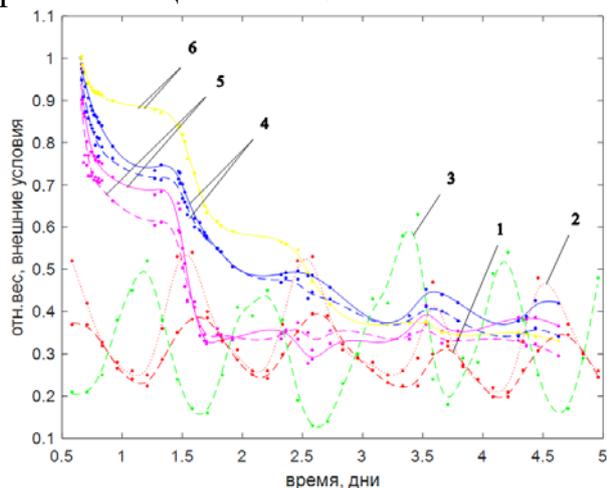
муляционных сушильных установках для аккумуляции используется парафин благодаря его теплофизическим параметрам.

На верхний слой образца падают лучи солнца, происходит теплообмен между слоями воздуха, находящегося между металлической пластиной и обезвоживаемым объектом. Уравнение теплопроводности для парафинового слоя с толщиной l , воспринимающего тепло в количестве q , в результате солнечного облучения и конвективного нагрева имеет вид уравнения Фурье:

$$V_k(t) = V_k(0) \exp\left(-\left(\frac{a\pi}{l}\right)^2 t\right) - A_k l \int_0^t \exp\left(-\left(\frac{a\pi}{l}\right)^2 t\right) \int_0^l \exp\left(-\frac{a^2 \pi^2}{l^2} t' k\right) q^+(t') dt' \quad (1)$$

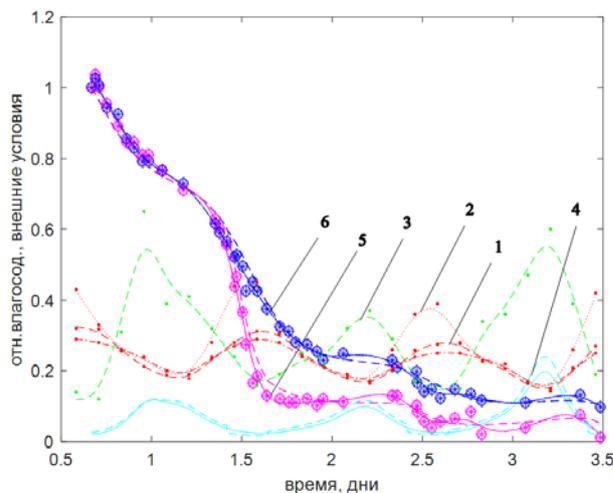
Кривые сушки представлены на рис.1, заметны колебания относительного веса в хвостовой части, что означает не только необходимость учёта равновесного влагосодержания, но и близость времени текущего значения влагосодержания к изотерме сорбции в гистерезисной петле с возможной сорбцией влаги.

На рис.2 приведены кинетические кривые сушки, обобщенные и усредненные по нескольким параллельным пробам. Сравнивая интенсивности сушки в тени сушкой с использованием прямых лучей солнца и в условиях периодической инсоляции (30-7 ч), можно привести разницу во времени, необходимую для достижения некоторого конечного значения влажности. Так, относительное влагосодержание $w_{so}=0,2$ при сушке в тени достигается за 48 ч, а при инсоляции за 24 ч.



1-температура воздуха $T_a/100^\circ\text{C}$; 2-эффективная температура на солнце $T_{es}/100^\circ\text{C}$; 3-относительная влажность воздуха; 4,5,6-относительные веса по пробам (сплошные (расчетные) и пунктирные (экспериментальные)).

Рис.1. Графики изменений относительного веса травы «мотор» и условий сушки по дням



1-температура воздуха $T_a/100^\circ\text{C}$; 2-эффективная температура на солнце $T_{es}/100^\circ\text{C}$; 3-относительная влажность воздуха; 4-относительное равновесие влагосодержания; 5-относительное влагосодержание в условиях инсолирования; 6-относительное влагосодержание в условиях затенения.

Рис.2. Кривые сушки и графики внешних условий

Эмпирические значения констант скорости сушки и их изменения во времени показаны на рис. 3-4. Они имеют периодический характер в соответствии с суточными изменениями температуры и влаги воздуха.

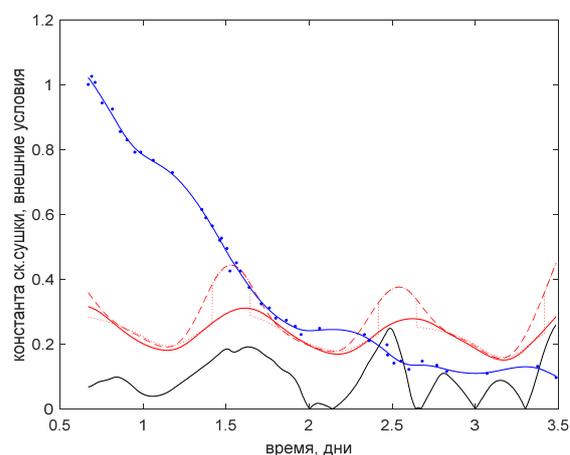


Рис.3. Эмпирические значения (черные линии) констант скорости сушки (способ сушки в тени) $K_{ss} \cdot 10^{-1}$, в сутки $^{-1}$

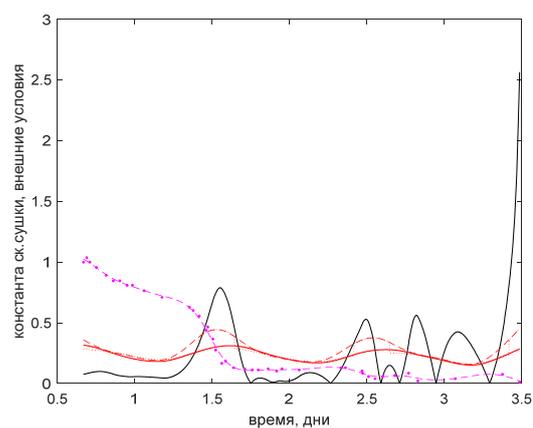


Рис.4. Эмпирические значения (черные линии) констант скорости сушки (способ сушки на солнце)

Для отражения влияния инсоляции на константы скорости сушки представляется возможным воспользоваться наряду с температурой воздуха величиной «эффективная температура на солнце - T_{es} ». Характеристика знойности погоды зависит от высоты солнца над горизонтом, облачности и скорости ветра. Ночью, в пасмурную погоду, а также при ветре 12 м/с и более поправка равна нулю.

Равновесное влагосодержание, отнесенное к гигроскопическому влагосодержанию, определяется по выражению

$$W_{sp} = \frac{1}{1 + B_{ws} \ln \varphi} \quad (2)$$

Для учета влияния температуры на изотерму воспользуемся пропорциональной зависимостью

$$B_{wg} = B_{wg_0} [1 + K_{wT} \cdot (T - T_{cp})], \quad (3)$$

где K_{wT} -коэффициент, учитывающий влияние температуры на параметр B в уравнении Поснова; T и T_{cp} - текущее и осредненное значения температуры.

Применим стандартные процедуры решения обыкновенных дифференциальных уравнений различных порядков на основе методов Рунге-Кутты. Опыты, начатые в разные времена суток, позволили выявить систематическую закономерность в снижении константы скорости сушки, что можно связать с влагосодержанием. На это указывают и соответствующие коэффициенты корреляции между константой и влагосодержанием (табл.1). Физически этому явлению можно дать объяснение через увеличение площади испарения за счет углубления фронта испарения, повышения пористости материала.

Таблица 1

Корреляционная матрица взаимосвязи констант скорости сушки и различных факторов

	K_{sst}	k_{ssins}	T_a	T_e	T_{es}	φ	t	W_{sot}	W_{soins}
K_{sst}	1	0.6216	0.3156	0.5572	0.6005	-0.2545	0.3575	-0.2788	-0.2701
k_{ssins}	0.6216	1	0.6186	0.7565	0.7242	-0.5165	-0.0394	-0.0872	-0.0225
T_a	0.3156	0.6186	1	0.8769	0.8116	-0.8073	-0.3037	0.1205	0.2134

Продолжение табл. 1

T_e	0.5572	0.7565	0.8769	1	0.9241	-0.7394	-0.1255	0.0101	0.0762
T_{es}	0.6005	0.7242	0.8116	0.9241	1	-0.6692	-0.1443	0.0002	0.073
φ	-0.2545	-0.5165	-0.8073	-0.7394	-0.6692	1	0.0633	0.2205	0.1322
t	0.3575	-0.0394	-0.3037	-0.1255	-0.1443	0.0633	1	-0.8581	-0.9225
w_{sot}	-0.2788	-0.0872	0.1205	0.0101	0.0002	0.2205	-0.8581	1	0.9839
w_{soins}	-0.2701	-0.0225	0.2134	0.0762	0.073	0.1322	-0.9225	0.9839	1

В первом приближении данное явление можно описать формулой

$$K_w = [1 - K_{w_1} \cdot (1 - K_{w_2} W_s)], \quad (4)$$

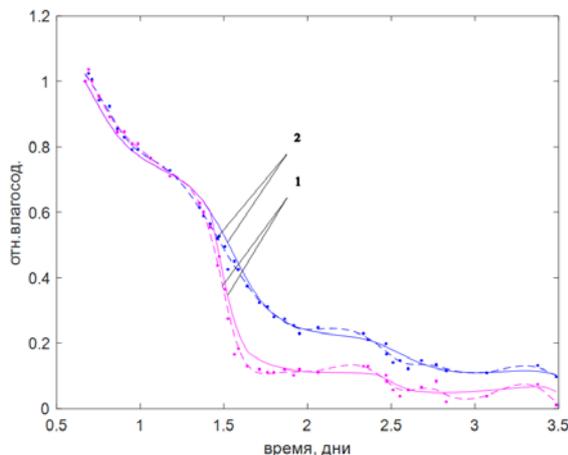
где K_w -коэффициент «начальной влажности»; K_{w_1} и K_{w_2} - эмпирические коэффициенты.

Единовременное оценивание этих эмпирических коэффициентов по серии опытных данных дает следующие результаты для травы «мотор»:

$$K_{u_1} = 2.0697e-04; K_{u_2} = 2,76; B_{wg} = -15; K_{u\varphi} = 0,07; K_{w_1} = 0,7; K_{w_2} = -3.$$

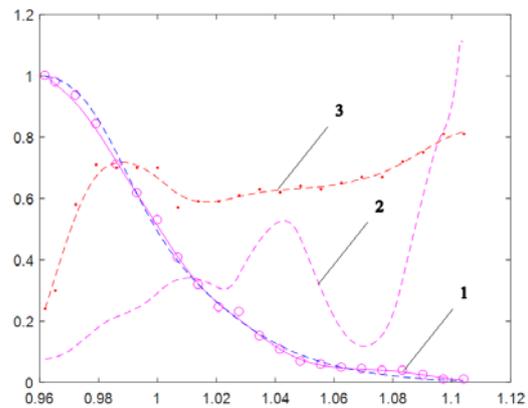
Качество расчётной модели (близость расчетных и экспериментальных кривых сушки) показано на рис.5. Среднее абсолютное отклонение составляет 0,0137 и 0,0182. Расчетные кривые приведены и на рис.2 в сравнении с графиками изменения внешних условий: T_a , T_{es} и φ .

Расчёт показателей сушки в аппаратах с применением разработанного метода проиллюстрируем на примере сушки травы «мотор» в шкафу. Данные, полученные в экспериментах и при обработке данных в предположении $w_{ro}=0$, приведены ниже (кривые на рис.6, табл.2).



1-в условиях инсолирования;
2-в условиях затенения.

Рис.5. Расчетные (сплошные) и экспериментальные (пунктирные) кривые сушки



1-кривая сушки; 2-эмпирические значения константы скорости сушки $k_{ss} \cdot 10^{-2}$ в сутки⁻¹;
3-температура в шкафу $T_a \cdot 10^{-2}$ в °C.

Рис.6. Кривые сушки травы «мотор» в сушильном шкафу

Среднее отклонение расчетных и опытных данных 0,0037, а среднее абсолютное отклонение 0,0125.

Таблица 2

Расчёт показателей сушки в аппаратах

Параметры	K_{u1}	k_{u2}	k_{w1}	K_{w2}
Их значения	0.0448 1/сутки	1.8493	0.8961	-0.5014

Данные экспериментов по сушке в высокоэффективных энергосберегающих гелиоаккумуляционных сушильных установках представлены в табл.3.

Таблица 3

Результаты экспериментов в энергосберегающей гелиоаккумуляционной сушильной установке

Время, t	8 ⁰⁰	11 ⁰⁰	13 ⁰⁰	15 ⁰⁰	17 ⁰⁰	19 ⁰⁰	21 ⁰⁰	22 ⁰⁰
Температура воздуха, T_a , °C	23	31	36	37	34	28	25	20
Температура в установке, T_v , °C	35	47	58	60	52	37	31	28
Температура парафина, T_p , °C	26	37	45	57	56	44	38	31
Вес материала, P , г	2000.0	1910.0	1435.2	966.5	634.6	390.2	310.2	252.3

Обработка дает следующие результаты. Матрица коэффициентов корреляции показана в табл. 4. Эмпирические коэффициенты:

$$K_{u1} = 5.3956 \text{ 1/сутки}; k_{u2} = 0.0148 \text{ 1/сутки}; k_{w1} = 0.9858; K_{w2} = -7.2359.$$

Таблица 4

Корреляционная матрица коэффициентов взаимосвязи между константой скорости сушки и параметрами процесса

	k_{ss}	T_a	T_v	T_p	t	w_{so}
k_{ss}	1.0000	0.0886	0.1592	0.5660	0.7029	-0.7496
T_a	0.0886	1.0000	0.9769	0.6920	-0.4747	0.3519
T_v	0.1592	0.9769	1.0000	0.7815	-0.3386	0.2095
T_p	0.5660	0.6920	0.7815	1.0000	0.2261	-0.3838
T	0.7029	-0.4747	-0.3386	0.2261	1.0000	-0.9794
w_{so}	-0.7496	0.3519	0.2095	-0.3838	-0.9794	1.0000

Сравнение результатов представления константы как функции температуры внутри аппарата и в окружающей среде показывает, что точность при этом одного порядка.



В третьей главе диссертации «Исследование процесса сушки диетических пищевых трав на экспериментальной энергосберегающей гелиоаккумуляционной сушильной установке» представлены результаты исследования процесса сушки растительного сырья в экспериментальной гелиосушильной установке. В отраслях промышленности используются гелиотехнические установки, проблемами которых являются сокращение

времени переработки сырья, уменьшение расходов электроэнергии и труда, повышение качества конечной продукции, усовершенствование технологических процессов сушки.

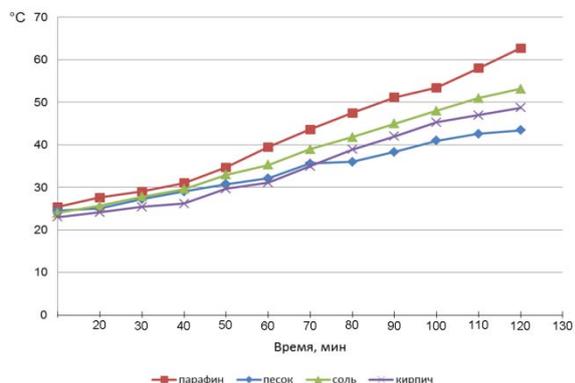


Рис.8. Динамика нагрева образца толщиной 2 см при использовании различных теплоаккумулирующих материалов

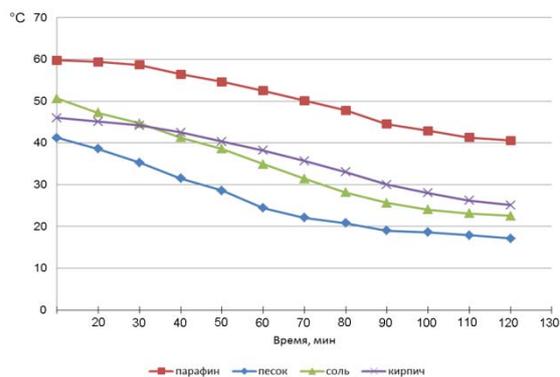


Рис.9. Динамика падения температуры в образцах толщиной 2 см при использовании различных теплоаккумулирующих материалов

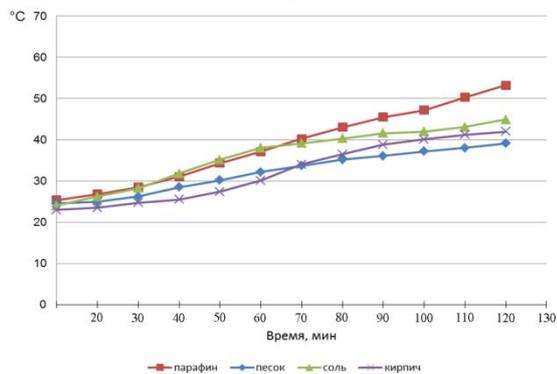


Рис.10. Динамика нагрева образца толщиной 4 см при использовании различных теплоаккумулирующих материалов

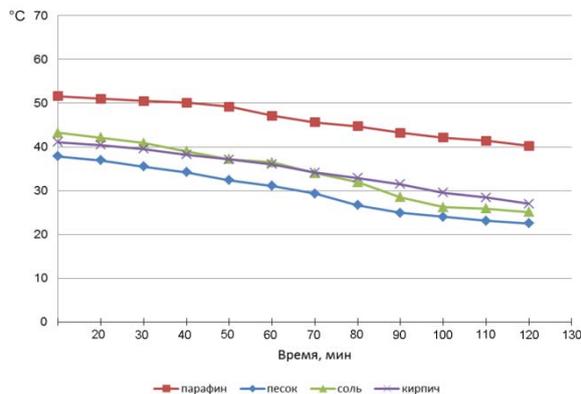


Рис.11. Динамика падения температуры в образцах толщиной 4 см при использовании различных теплоаккумулирующих материалов

На основе проведенных исследований разработана принципиальная схема высокоэффективной энергосберегающей гелиоаккумуляционной сушильной установки для сушки диетических пищевых трав (рис.7). Изготовлена лабораторная высокоэффективная энергосберегающая сушильная установка с аккумуляцией солнечной энергии. Темп нагрева и падение температуры материалов толщиной 2 и 4 см в экспериментах приведены на рис. 8-11.

Из рисунков видно, что скорость нагрева парафина намного выше, чем у песка, соли и кирпича, однако потери тепла у парафина меньше, чем у песка, соли и кирпича. Парафин обладает высокой способностью удерживания теплоты, чем другие материалы с толщиной 2 см, хотя при толщине слоя свыше 4 см скорость нагрева соли немного выше.

Таким образом, из приведенного выше следует, что оптимальным вариантом является конструкция, в которой аккумулятором тепла является парафин.

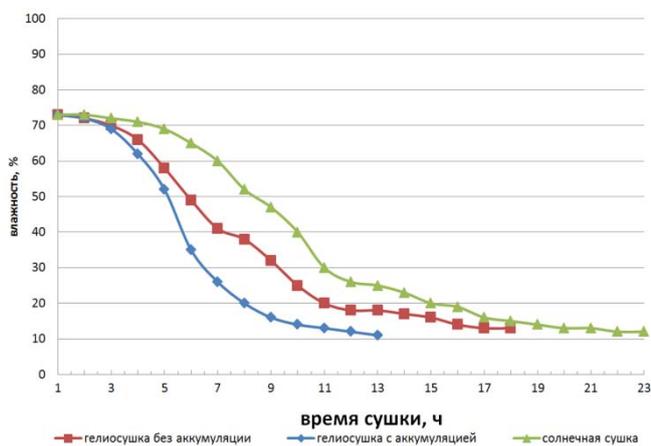
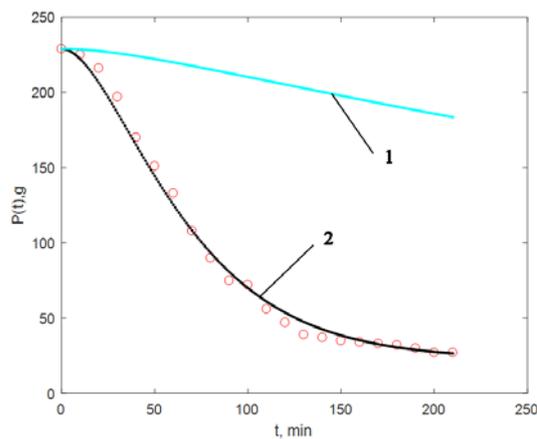


Рис.12. Способ сушки травы «мотор» – *Alliummotor*



1-начальное приближение;
2-аппроксимирующая функция.
Рис.13. Результат аппроксимации
 $P=f(t)$

Рассмотрим обобщенную кривую сушки для разных температур. Как видно из рис.12, период постоянной скорости сушки занимает больший участок, чем период падающей скорости сушки. Это говорит об интенсивности сушки с применением солнечной энергии.

Температура материала не изменяется в течение всего периода постоянной скорости сушки и равна температуре «мокрого» термометра, а парциальное давление у поверхности испарения равно давлению насыщения.

Период постоянной скорости сушки продолжается до критического влагосодержания $w_{кр}^c$ (рис.12), при котором внутридиффузионное и внешнедиффузионное сопротивления равны. В этот момент времени на поверхности испарение влагосодержания материала равно гигроскопическому или меньше его, а в центре значительно – больше гигроскопического. Поэтому критическое влагосодержание можно определить как среднеинтегральное влагосодержание материала, при котором на поверхности достигается гигроскопическое влагосодержание и начинается период падающей скорости сушки или второй период сушки.

Диетические пищевые травы, которые по теплофизическим свойствам близки к траве «мотор», описываются аналогичными кривыми. Поэтому данная методика анализа позволяет использовать ее для других трав.

По результатам научных исследований рекомендовано осуществление сушки диетических пищевых трав «мотор» в высокоэффективных энергосберегающих гелиоаккумуляционных сушилках.

Для того чтобы перейти от веса к влажности и влагосодержанию необходимо располагать данными о пределах влагосодержания, достигаемого при бесконечной сушке, либо весом абсолютно сухого материала. Для нивелирования ошибок экспериментов искомую величину оценим как горизонтальную асимптоту к графику аппроксимации функции $P=f(t)$ (рис.13).

На рис. 14-15 показаны кривые сушки, где в ординате выражено влагосодержание объекта сушки.

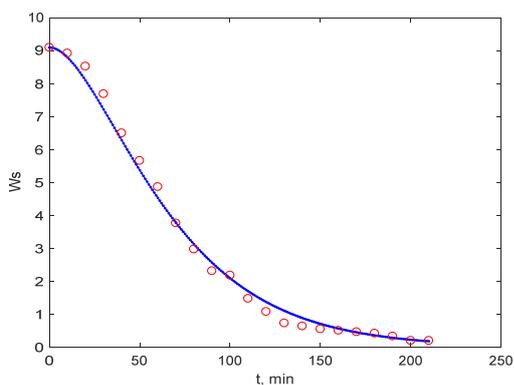


Рис.14.Изменение влагосодержания сырья во времени

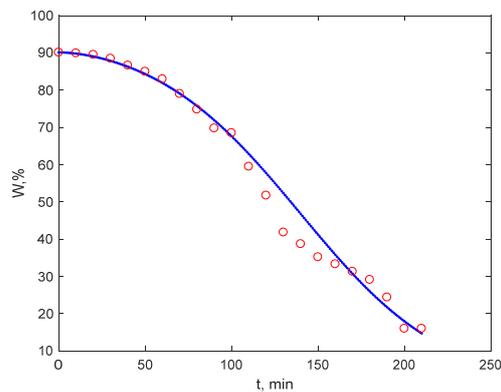


Рис.15. Изменение влажности сырья во времени

На рис. 16 показана кривая скорости сушки травы «мотор» в координатах влагосодержание – скорость сушки, а на рис.17 приведена кривая скорости сушки, выраженная в координатах влажность – скорость сушки.

На рис.17 отмечены точками значения скорости сушки травы «мотор», полученные экспериментально. Из результатов исследований видно, что значение равновесной влажности существенно влияет на оценки показателей интенсивности сушки. На начальной разгонной стадии не выявляются периоды постоянной и падающей скорости сушки и кривые имеют вид, сходный с известными в литературе по сушке травянистыми материалами.

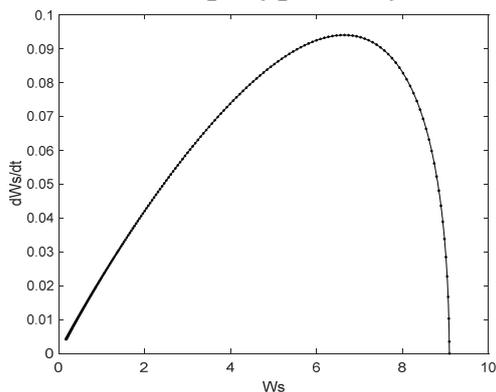


Рис.16. Кривая скорости

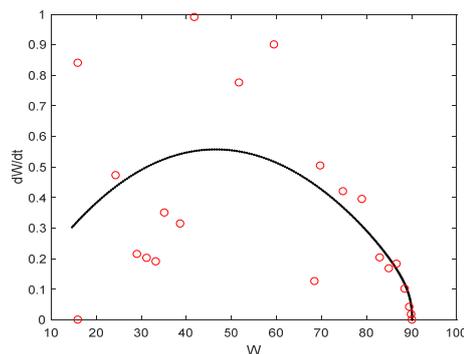


Рис.17. Кривая скорости сушки по влажности

Достоверность результатов оценена сравнением экспериментальных кривых сушки расчетными, с учетом прогнозируемых атмосферных данных метеопрогнозов. Результаты показали заниженность расчетной скорости. Средняя ошибка составляет 0,011, что означает наличие систематического отклонения. Однако, по получению фактических архивных данных для местности, сравнения показали хорошую сходимость. Для увеличения точности прогнозных расчетов нами предложен метод учета влияния инсоляции на сушку, где константа скорости сушки, как прежде при затенении, представляется в виде выражения (1), а для условий инсолирования вводится отдельный «коэффициент инсоляции». Возвращаясь к данным, по которым была осуществлена идентификация, получено значение этого коэффициента $k_i=3,5$.

Условия опытов, проведенных для проверки точности расчетных схем и найденных эмпирических коэффициентов, представлены в табл.5.

Таблица 5

Время начала и конца инсоляции по дням и по отдельным опытам

№ опыта\сутки	1	2	3	4	5	Плотность засыпки, кг/м ²
1	0 0	8 ⁰⁵ 13 ⁰⁵	10 ⁰⁰ 13 ⁰⁷	9 ⁰⁵ 13 ⁰⁷	10 ⁵⁵ 13 ⁰⁷	0.47
2	0	0	0	0	0	0.47
3	0	0	0	0	0	2.21
4	0 0	10 ⁵⁰ 13 ⁰⁵	11 ⁴³ 13 ⁰⁷	10 ²⁵ 13 ⁰⁷	10 ⁵⁰ 13 ⁰⁷	1.01

Средняя и средняя абсолютная ошибки расчетных и опытных данных приведены в табл.6, а средние по всем опытам составляют 0,0211 и 0,0295.

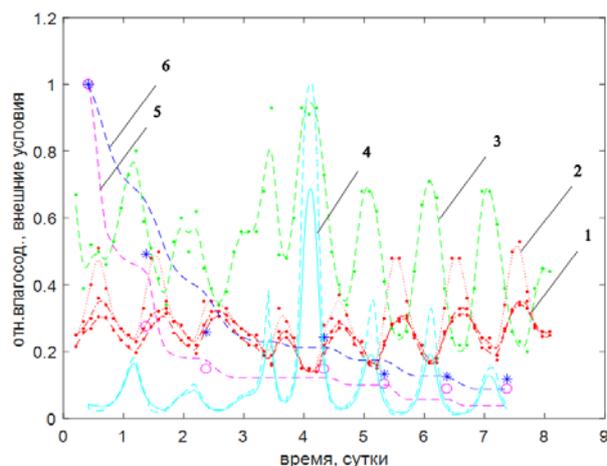
Наибольшее отклонение в прогнозах наблюдается в третьем опыте, где плотность в 4 раза больше, чем в первых двух. В сравнении с дисперсией воспроизводимости можно говорить о достаточной точности моделирования.

Таблица 6

Средняя и средняя абсолютная ошибки расчетных значений относительного влагосодержания от опытных данных

Опыты №	1	2	3	4
Средняя ошибка	0.0067	0.0322	0.0467	-0.0014
Средняя абсолютная ошибка	0.0217	0.0334	0.0467	0.0161

Разработанный метод расчёта процесса сушки растительных материалов в сильно меняющихся внешних условиях, основанный на учете физических явлений и подходов теории массопередачи с учетом влияния температурных режимов позволяет идентифицировать течение процесса и при достаточно малом объеме и низкой точности экспериментальных данных.



1-температура воздуха $T_a/100^{\circ}\text{C}$; 2-эффективная температура на солнце $T_{es}/100^{\circ}\text{C}$; 3-относительная влажность воздуха; 4-относительная влажность (влагосодержание); 5-в условиях инсолирования; 6-в условиях затенения.
Рис.18. Графики идентификации сушки травы «мотор» в естественных условиях

В качестве примера рассмотрим процесс сушки листьев и стеблей диетического растения «мотор» в открытом небе при затенении и в условиях инсоляции. Опытные точки и результаты обработки представлены на рис.18. Видно хорошее воспроизведение и характер кривых, достаточная близость (средняя абсолютная ошибка 0,07), почти соизмеримая с погрешностью опытов.

Наилучшие оценки параметров:
= 0.0003 1/сутки; $k_{u2}= 2.42$; $B_{wg}= -12.2051$; $k_{w1}=0.5$; $K_{w2}=-3$.

Проведены экспериментальные работы по выбору метода сушки. Подготовлена партия необработанной травы «мотор», общий объем сырья разделен на равные три части. Образец №1 предназначен для естественной сушки под открытым солнцем, образец №2 – для теневой сушки, образец №3 – для гелиоаккумуляционной сушки.

Исследования химического состава обезвоженного продукта проводили в лаборатории в ГП «Учебно-экспериментальный центр высоких технологий». Результаты лабораторных исследований представлены в табл. 7.

Таблица 7

Результаты лабораторных исследований на наличие белков в составе растения «мотор» после обезвоживания

Образцы	Количество образцов, г	Концентрация белка, мг/г
Естественная сушка под солнцем	1	60
Теневая сушка	1	120
Энергосберегающая гелиоаккумуляционная сушильная установка	1	150

Исследования проводились согласно методике количественного определения общего белка в вегетативных органах растения методом Лоури.

В табл. 8 приведены результаты лабораторных исследований витаминов и углеводов в составе травы «мотор».

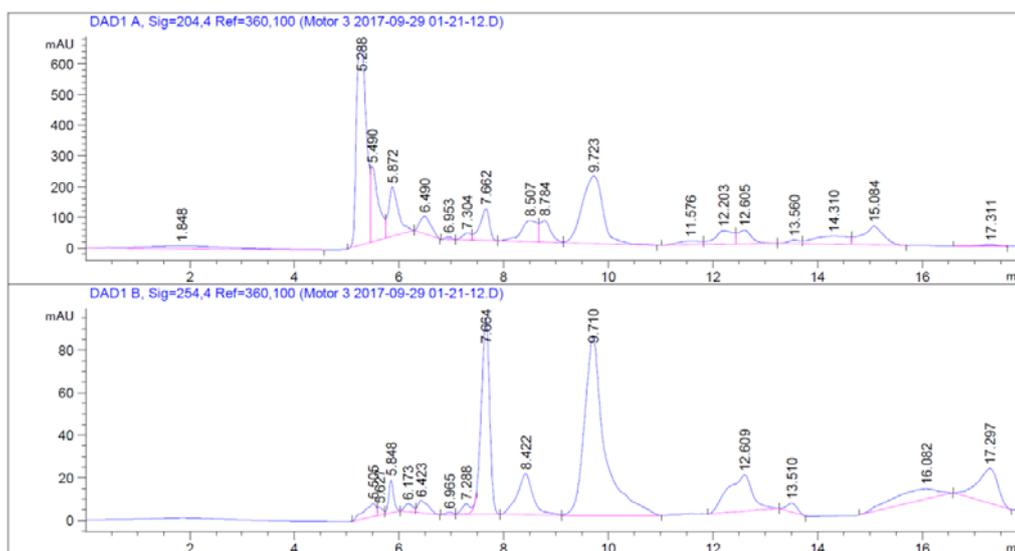
Таблица 8

Результаты лабораторных исследований витаминов и углеводов в составе травы «мотор»

Витамины, мг/г					
Образцы	С	В1	В3	В6	РР
Естественная сушка под солнцем	0,62	0,19	-	0,1	-
Теневая сушка	2,96	1,68	0,19	0,54	0,05
Энергосберегающая гелиоаккумуляционная сушильная установка	5,36	1,49	0,24	2,19	0,044
Углеводы, мг/г					
	Фруктоза		Глюкоза		
Естественная сушка под солнцем	7,28		5,29		
Теневая сушка	34,73		3,2		
Энергосберегающая гелиоаккумуляционная сушильная установка	89,07		37,02		

В представленном образце №1 (естественная сушка под солнцем) концентрация общего белка составила 60 мг на 1 г навески, в образце №2 (теневая сушка) 120 мг на 1 г навески, в образце №3 (способ гелиосушки) 150 мг на 1 г навески.

Результаты хроматограммного анализа водорастворимых витаминов в составе травы «мотор» приведены на рис.19. Сохранность водорастворимых витаминов в составе травы «мотор» определена согласно ГФ XI фармакопейного издания.



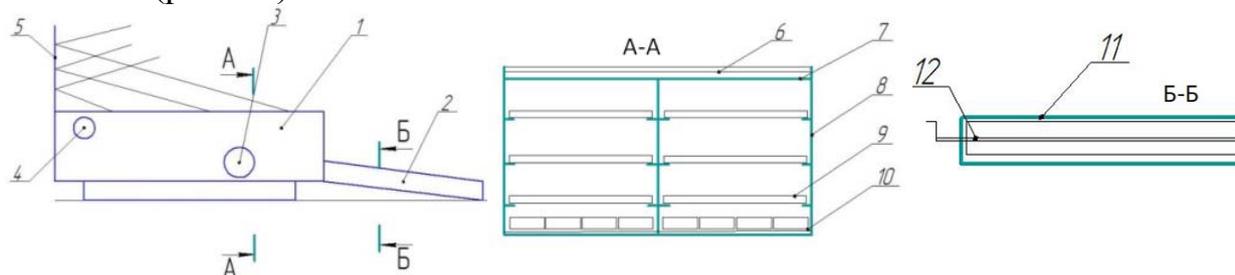
Витамины: С–5,36; В1–1,49; РР–0,044; В3–0,24; В6–2,19 (мг/г).

Рис.19. Количественное определение содержания водорастворимых витаминов в образце гелиоаккумуляционной сушильной установки

Таким образом, хорошо высушенная продукция должна содержать гигроскопической влаги не более 12-15%. Хранить сырье необходимо в пакетах; бумажных и матерчатых мешках; коробках, ящиках, обложенных чистой белой бумагой; в банках. В тех случаях, когда лечебное действие растения связано с эфирным маслом и другими летучими веществами, сырье целесообразно хранить в стеклянной или в металлических банках с плотно закрываемой крышкой.

В четвертой главе диссертации «Совершенствование технологической схемы установки для сушки пищевых трав и разработка технических условий производства» приведена конструкция и описан принцип работы гелиосушильной установки.

На основе проведенных исследований разработана принципиальная схема высокоэффективной энергосберегающей гелиоаккумуляционной сушильной установки (рис. 20).



1-общий вид установки; 2-вспомогательный теплооборник солнечной энергии; 3-4 - циркуляционные отверстия, предназначенные для естественной конвекции воздуха; 5-отражатель солнечных лучей; 6-двухслойные стекла; 7-специальная керамическая поверхность; 8-стенка камеры; 9-сетчатые стеллажи; 10-аккумулятор солнечной энергии; 11-вспомогательная нагревательная камера; 12-верхнее плёночное покрытие, устанавливаемое шибером.

Рис. 20. Высокоэффективная энергосберегающая гелиоаккумуляционная сушильная установка

Разработанная гелиосушильная установка для сушки диетических пищевых трав «мотор» – *Allium motor* с сохранением их лечебных свойств внедрена в производстве ООО «GOLD DRIED FRUITS EXPORT» при Акционерном концерне «Узбекозиковкатхолдинг».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Приближение к опытным данным моделями Фика 1 и 3 родов показало, что процесс протекает во внешнедиффузионной области. Значение критерия Bi_0 составляет 0,0454. Разработан метод учета изменений показателей газовой фазы, меняющихся в связи с суточной динамикой изменений показателей внешней среды: температуры и относительной влажности воздуха, условий инсоляции и радиации. В результате для исследованной травы «мотор» воздействие инсоляции и радиации составляет 2,5-3,5 раз.

2. Обнаружено, что связь константы скорости сушки с температурой процесса носит нелинейный характер.

3. На основе динамического уравнения массопередачи и предложенных эмпирических зависимостей констант скорости сушки от температуры, уравнения изотермы десорбции в виде формулы Поснова с добавлением линейной зависимости параметра равновесия от температуры осуществлена аппроксимация кинетических кривых. Выявлена возможность получения единой формулы учета константы скорости от температуры в условиях затенения и инсоляции, где при инсолировании расчеты ведутся по «эффективной температуре солнца».

4. Получены кинетические кривые сушки травы «мотор» в виде зависимости относительного влагосодержания по времени, построены кривые скорости сушки и рекомендованы эмпирические значения констант скорости сушки как функции времени.

5. Показана соизмеримость среднего абсолютного отклонения расчетных и экспериментальных данных с ошибками воспроизводимости экспериментов.

6. Проведен сравнительный анализ поведения составных веществ диетических пищевых трав «мотор» – *Allium motor* в условиях реализации различных методов сушки. Установлено, что остаточное количество аскорбиновой кислоты в сушеной траве «мотор» составляет до 5,36 мг%, в то время как при естественной сушке – до 0,62 мг%, при теневой сушке – до 2,96 мг%.

7. На основе результатов теоретических и практических исследований рекомендована усовершенствованная конструкция гелиоаккумуляционной сушильной установки.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.27.06.2017.T.03.02 ON THE ADMISSION OF
SCIENTIFIC DEGREES AT THE TASHKENT STATE TECHNICAL
UNIVERSITY**

TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY

DADAEV GANI TOSHXODJAEVICH

**IMPROVEMENT ENERGY-SAVING HELIO DRYING EQUIPMENT FOR
DRYING DIETARY FOOD HERBS**

**02.00.16 - Processes and apparatus of chemical
technologies and food productions
(technical sciences)**

**ABSTRACT OF DISSERTATION OF PHILOSOPHY DOCTOR (PhD)
ON TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent – 2019

The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number №B2019.1.PhD/T502.

The dissertation has been carried out at the Tashkent State Technical University.

The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is placed on the web-page of Scientific Council (www.tdtu.uz) and Information and Educational portal «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Scientific consultant: **Safarov Jasur Esirgapovich**
doctor of technical sciences, dosent

Officialopponents: **Muhiddinov Djalaliddin Nasirovich**
doctor of technical sciences, professor

Choriyev Abdusattor Juraevich
candidate of technical sciences, dosent

Leading organization: **Bukhara engineering and technological Institute**

Defense of dissertation will take place in «__» _____ 2019 at ____ o'clock at a meeting of the scientific council DSc.27.06.2017.T.03.02 at the Tashkent state technical university (Address: 100095, Tashkent, str. University-2, tel.: (99871) 246-46-00; fax: (99871) 227-10-32; e-mail: tstu_info@tdtu.uz).

The doctoral dissertation could be reviewed at the Information-resource center of Tashkent State Technical University (registration number ____). Address: 100095, Tashkent, str. University-2, tel. : (99871) 246-03-41.

The abstract of the dissertation has been distributed on "___" _____ 2019 year.

Protocol at the register № ____ dated « ___ » _____ 2019 year.

N.R.Yusupbekov
Chairman of scientific council
awarding scientific degrees,
doctor of Technical Sciences, Professor, Academic

U.F.Mamirov
Scientific secretary of scientific council
awarding scientific degrees,
PhD on technical sciences

A.M.Nazarov
Chairman of scientific academic seminar under
the scientific council awarding scientific degrees,
doctor of Technical Sciences, Professor

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

The aim of research is to improve the energy-saving solar drying plant for drying herbs for dietary purposes.

The subject of the research is an energy-saving solar storage drying unit, technological parameters of drying.

The scientific novelty of the research:

qualitative indicators of dried dietary food herbs “motor” (*Allium motor*) were determined, their medicinal properties were studied, the chemical composition of the finished product was studied;

the optimal composition of the storage material used in the drying of dietary food raw materials was determined and a mechanism was found to accelerate the drying process of products up to 2-3% due to the use of thermal energy storage;

created a mathematical model of the process of drying herbs, taking into account the influence of climatic conditions when choosing the optimal parameters of the dehydration process;

the calculations of correlation coefficients of bonds between the main factors of the drying rate constant and the environment are determined;

the mathematical expression of the relationship between the temperature characteristics of the nonlinear drying rate constant is developed.

Application of research results. On the basis of the obtained results on the improvement of the solar drying equipment for drying dietary food herbs, the following were implemented:

the technology and installation for drying dietary food herbs were introduced in the production of “GOLD DRIED FRUITS EXPORT” LLC under the Joint-Stock Concern “Uzbekoziqovqatholding” (certificate JSC “Uzbekoziqovqatholding” from 04.02.2019 y., AK/11-182). As a result of the use of highly efficient solar storage dryers, the production of dietary food herbs increased by 1,3 times, and the loss of raw materials decreased by 12%;

at the IX fair of innovative ideas, technologies and projects of the Republic of Uzbekistan, a business agreement was signed with the cultural association Usmanov Jahongir Saydalievich (registration №15/16 of 13 may, 2016 y.). As a result, it became possible to obtain dried medicinal products with the preservation of biological active substances up to 90-95%.

The structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of introduction, four chapters, conclusion, list of used literature and applications. The main volume of the dissertation is 120 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Сафаров Ж.Э., Султанова Ш.А., Дадаев Г.Т., Жумаев Б.М. Исследование инновационного способа сушки лекарственных растений. Монография. Muhr-press: Ташкент, 2017. -107 с.
2. Safarov J., Sultanova Sh., Dadayev G. Drying medicinal herbs with solar energy. Monograph: Lambert Academic Publishing. –Germany, 2018. -154 p.
3. Дадаев Г.Т. К вопросу о разработке технологии получения высушенной продукции с новыми качествами. // Universum: технические науки. –Москва, 2017. №12(45). –С.31-33. (02.00.00; №1).
4. Dadaev G.T. Method drying medicinal herbal using a helio accumulation drying equipment. // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. –Austria. 2017. №11-12. –Р.37-40. (02.00.00; №2).
5. Сафаров Ж.Э., Дадаев Г.Т. Результаты исследования технологии сушки лекарственных трав. // Международный научно-технический журнал «Химическая технология. Контроль и управление». -Ташкент, 2017. -№3. -С.27-31. (02.00.00; №10).
6. Сафаров Ж.Э., Дадаев Г.Т. Исследование результатов по применению теплоаккумуляционных материалов. // Проблемы энерго- и ресурсосбережения. –Ташкент. 2017. -№3-4. -С.223-227. (02.00.00; №21).
7. Сафаров Ж.Э., Дадаев Г.Т. Исследование процесса нагревания и охлаждения при использовании различных материалов для аккумуляции тепловой энергии. // Universum: технические науки. –Москва, 2017. №11(44). – С.16-18. (02.00.00; №1).
8. Safarov J.E., Dadaev G.T. The results of an experimental study of the accumulation of energy in a solar drying plant. // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. –Austria. 2017. №9-10. –Р.60-64.(02.00.00; №2).
9. Сафаров Ж.Э., Дадаев Г.Т. Исследование процесса сушки растения мотоп (*Allium motor*). // Международный научно-технический журнал «Химическая технология. Контроль и управление». – Ташкент, 2017. №5. – С.35-38. (02.00.00; №10).
10. Дадаев Г.Т., Сафаров Ж.Э. Расчет процесса сушки диетических пищевых трав - мотоп (*Allium motor*) в различных сушильных установках. // Universum: технические науки. –Москва, 2019. №3(60). –С.35-38. (02.00.00; №1).

II бўлим (II часть; II part)

11. Сафаров Ж.Э., Дадаев Г.Т. Программное обеспечение математических моделей технологии сушки лекарственных трав на гелиосушильной установке. DGU 04385 от 17.05.2017 г.

12. Сафаров Ж.Э., Дадаев Г.Т., Маматкулов М.М. Инфракрасная гелиосушильная установка с аккумуляцией солнечной энергии. Заявка на патент FAP 20170020 от 06.03.2017 г.

13. Safarov J.E., Dadaev G.T. Challenges for accumulation of solar energy and its impact the gelio receivers. XXXII International scientific and practical conference «International scientific review of the problems and prospects of modern science and education»– Boston, USA, 2017.P.17-18.

14. Сафаров Ж.Э., Султанова Ш.А., Дадаев Г.Т. Исследование процесса сушки лекарственных травмотор (*Allium motor*). XI Международной научно-технической конференции «Техника и технология пищевых производств» - Могилёв, Белоруссия, 2017. С.247.

15. Сафаров Ж.Э., Ахмедов Ш.И., Жумаев Б.М., Дадаев Г.Т., Нурмуродов Б. Техника и технология сушка лекарственных трав. // Продовольственная индустрия АПК. – Киев, 2016. -№6. С.42-43.

16. Safarov J., Sultanova Sh., Dadayev G., Jumaev B.M. Experimental study of dried to optimize and obtain a product with new properties. // Journal of the Technical University of Gabrovo. -Bulgariya, Volume 55'2017. -pp.33-36.

17. Safarov J.E., Sultanova Sh.A., Dadaev G.T. Mathematical modeling of the linear stationary process of drying with accuracy of evaporation and temperature relation on the surface of the layer in infrared heating. // Agricultural Research & Technology: Open Access Journal. USA, 2017.Vol.9, Issue 5. – p.001-003. IF-1.19.

18. Сафаров Ж.Э., Дадаев Г.Т. Капиллярно-пористая структура высушиваемых продуктов. XI Международной научно-технической конференции «Техника и технология пищевых производств» - Могилёв, Белоруссия, 2017. С.221.

19. Сафаров Ж.Э., Султанова Ш.А., Дадаев Г.Т., Сайидиикромов С. Методы сушки продуктов растительного происхождения. I Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Пищевая индустрия и общественное питание: современное состояние и перспективы развития» - Самара, 2017. С.209-210.

20. Дадаев Г.Т. Изучение капиллярно-пористой структуры лекарственных растений. “Умидли кимёгарлар-2017” Ёш олимлар, магистрантлар ва бакалавриат талабаларининг XXV – илмий-техникавий анжуманининг мақолалар тўплами. Тошкент, 2017. С.471-472.

21. Safarov J.E., Sultanova Sh.A., Dadaev G.T. Development of mini-infrared gelio dryer system with accumulation of solar energy. Международной научно-практической конференции, посвящённой году экологии в России «Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономическое обеспечение сельскохозяйственного производства». с. Солёное Займище (Астрахань), 2017. –С.1304-1306.

22. Сафаров Ж.Э., Дадаев Г.Т. Изотерма исследуемых материалов трава мотор (*Allium motor*). Международная научно-практическая конференция «Инновация-2017». Ташкент, 2017. С.104-105.

23. Safarov J.E., Dadaev G.T. Results of research of various thermal-containing materials based on renewable sources. //International scientific conference UNITECH-2017. –Gabrovo, 2017. Vol.III. p.91-92.

24. Safarov J.E., Sultanova Sh.A., Dadaev G.T. Research of the processes drying food herbs motor (*Allium motor*). International conference on “Raw materials to processed foods”. – Antalya-Turkey, 2018. P.133.

25. Дадаев Г.Т., Эркинов Д.Д. Сушки диетических пищевых трав - мотор (*Allium motor*). VIII Международная научно-практическая конференция «Научные достижения в решении актуальных проблем производства и переработки сырья, стандартизации и безопасности продовольствия». Киев, 2019. С.174-175.

26. Дадаев Г.Т., Сафаров Ж.Э. Результаты лабораторных исследований сушеных диетических пищевых трав мотор (*Allium motor*). Республиканский научно-технической конференции “Проблемы и перспективы инновационной техники и технологии”. Ташкент, 2019. С.260-263.

27. Дадаев Г.Т., Сафаров Ж.Э. Сушка диетического пищевого травы мотор (*Allium motor*) с сохранением лечебных свойств. Республиканский научно-технической конференции “Проблемы и перспективы инновационной техники и технологии”. Ташкент, 2019. С.284-286.

Автореферат «ТошДТУ хабарлари» журнали таҳририятида таҳрирдан
ўтказилди.

Бичими 60x84¹/₁₆. Рақамли босма усули. Times гарнитураси.
Шартли босма табағи: 3. Адади 100. Буюртма № 83.

Гувоҳнома reestr № 10-3719
“Тошкент кимё технология институти” босмахонасида чоп этилган.
Босмахона манзили: 100011, Тошкент ш., Навоий кўчаси, 32-уй.