

**ҚАРШИ МУҲАНДИСЛИК-ИҚТИСОДИЁТ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
PhD.03/30.09.2020.Т.111.03 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

БУХОРО ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ

МИРЗАЕВ МИРФАЙЗ САЛИМОВИЧ

**ТАКОМИЛЛАШГАН ҚИЯ-КЎП ПОҒОНАЛИ ҚУЁШ СУВ ЧУЧИТГИЧ
ҚУРИЛМАСИ**

05.05.06 – Қайта тикланадиган энергия турлари асосидаги энергия қурилмалари

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

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата диссертации доктора философских (PhD) по
технических наук
Contents of dissertation abstract of Doctor of philosophy (PhD) of technical
sciences**

Мирзаев Мирфайз Салимович

Такомиллашган қия-кўп поғонали қуёш сув чучитғич қурилмаси..... 3

Мирзаев Мирфайз Салимович

Усовершенствованная наклонно-многоступенчатая солнечная опреснительная установка 21

Mirzaev Mirfayz Salimovich

Advanced tilt-multi-stage solar destination plant 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works..... 43

**ҚАРШИ МУҲАНДИСЛИК-ИҚТИСОДИЁТ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
PhD.03/30.09.2020.Т.111.03 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

БУХОРО ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ

МИРЗАЕВ МИРФАЙЗ САЛИМОВИЧ

**ТАКОМИЛЛАШГАН ҚИЯ-КЎП ПОҒОНАЛИ ҚУЁШ СУВ ЧУЧИТГИЧ
ҚУРИЛМАСИ**

05.05.06 – Қайта тикланадиган энергия турлари асосидаги энергия қурилмалари

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

Қарши – 2022

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертациясининг мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида №B2020.2.PhD/T206 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация иши Бухоро давлат университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида (www.qmii.uz) ва «Ziynet» Ахборот таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Мирзоєв Шавкат Мустақимович
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Уришев Бобарим
техника фанлари доктори, профессор

Ахатов Жасуржон Саидович
техника фанлари доктори, катта илмий ходим

Етакчи ташкилот:

«Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини
механизациялаш муҳандислари институти»
Миллий тадқиқотлар университети

Диссертация химояси Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институти ҳузуридаги PhD.03/30.09.2020.T.111.03 рақамли Илмий кенгашнинг 2022 йил «11» 03 соат 14⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 180100, Қарши шаҳри, Мустақиллик кўчаси, 225-уй. Тел.: (75) 224-02-89; факс: (99875) 224-13-95, e-mail: kiei_info@edu.uz).

Диссертация билан Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (№ 18 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 180100, Қарши шаҳри, Мустақиллик кўчаси, 225-уй. Тел.: (75) 224-02-89; факс: (99875) 224-13-95, e-mail: kiei_info@edu.uz).

Диссертация автореферати 2022 йил «21» 02 кuni тарқатилди.
(2022 йил «21» 02 даги № 8 рақамли реестр баённомаси).



Г.Н. Узоқов

Илмий раҳбарлар берувчи илмий
кенгаш раиси т.ф.д., профессор

Х.А. Давлонов

Берувчи илмий кенгаш
кошиби, т.ф.д., доцент

Б. Уришев

Илмий кенгашлар берувчи илмий кенгаш
кошидаги илмий семинар раиси,
т.ф.д., профессор

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда аҳолини чучук сув билан таъминлашда қайта тикланадиган энергия манбалари асосидаги энергия тежамкор технологиялардан фойдаланиш муҳим йўналишлардан бири ҳисобланади. Ер шаридаги умумий сув миқдорининг атиги 2 фоизини чучук сув ташкил этади. Чучук сув истеъмоли динамикаси бўйича олинган маълумотларга кўра, аҳолини йиллик ўсиши 83 миллион нафарни ва шунга асосан чучук сувга бўлган талабни ўсиши эса 64 миллион кубометрни ташкил этади. Яқин 20 йил ичида чучук сувдан фойдаланиш миқдорининг 3 баробарга ортиши башорат қилинмоқда¹. Шу сабабли, аҳолини чучук сув билан таъминлашда энергия тежамкор, қайта тикланадиган энергия манбалари асосида ишловчи қуёш сув чучитгич қурилмаларидан фойдаланиш муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Жаҳонда қайта тикланадиган энергия манбалари асосида ишловчи қуёш сув чучитгич қурилмаларининг конструкцияларини такомиллаштириш, иш унумдорлигини ошириш ҳамда иссиқлик-техникавий параметрларини оптималлаштиришга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Ушбу йўналишда, жумладан, қуёш сув чучитгич қурилмаларининг мақбул конструктив параметрларини аниқлаш, қурилмадаги иссиқлик ва масса алмашинув жараёнларини моделлаштириш ва қуёш сув чучитгич қурилмасининг энергия самарадорлигини ошириш бўйича тадқиқотлар устувор ҳисобланади. Шу сабабли, чучук сув олиш учун қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмаларини яратиш ва уларнинг асосий иссиқлик-техник параметрларини оптималлаштиришга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Республикамизда аҳолини чучук сув билан таъминлаш тизимини ривожлантириш, чучук сув тайёрлаш технологияларини такомиллаштириш, жумладан, табиий ёқилғи ресурсларини тежалишини таъминловчи қуёш сув чучитгич қурилмаларининг самарадорлигини ошириш бўйича илмий-тадқиқот ишлари амалга оширилмоқда. 2019-2030 йиллар даврида Ўзбекистон Республикасининг «яшил» иқтисодиётга ўтиш стратегиясида «...энергия ресурслари истеъмолини диверсификациялаш ва қайта тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланишни ривожлантириш...»² бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Мазкур вазифаларни амалга оширишда такомиллашган қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмаларини яратиш ва жорий қилиш долзарб илмий-техник масалалардан ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 10 июлдаги ПФ-4779-сон «Иқтисодиётнинг энергия самарадорлигини ошириш ва мавжуд

¹ <https://thewallmagazine.ru/lack-of-fresh-water/>

² Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019-йил 4-октябрдаги ПҚ-4477-сон «2019-2030 йиллар даврида Ўзбекистон Республикасининг «яшил» иқтисодиётга ўтиш стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида»ги Қарори.

ресурсларни жалб этиш орқали иқтисодиёт тармоқларининг ёқилғи-энергетика маҳсулотларига қарамлигини камайтиришга доир кўшимча чора-тадбирлар тўғрисида»³ги Фармони ва 2019 йил 22 августдаги ПҚ-4422-сон «Иқтисодиёт тармоқлари ва ижтимоий соҳанинг энергия самарадорлигини ошириш, энергия тежовчи технологияларни жорий этиш ва қайта тикланадиган энергия манбаларини ривожлантиришнинг тезкор чора тадбирлари тўғрисида»⁴ги қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация иши муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика ва фан технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Диссертация иши бўйича тадқиқотлар фан ва технологиялар ривожланишининг IV. «Қайта тикланадиган энергия манбаларидан фойдаланиш усулларини ривожлантириш, нанотехнологиялар, фотоника ва бошқа замонавий илғор технологиялар асосида қурилмалар ва технологияларни яратиш» устувор йўналишига мос келади.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Қуёш сув чучитгич қурилмаларини такомиллаштириш ва конструктив параметрларини оптималлаштириш, шу асосда энергия самарадорлиги юқори бўлган қуёш сув чучитгич қурилмаларини яратиш бўйича жаҳоннинг кўплаб мамлакатларида илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда.

Қуёш сув чучитгичларида содир бўладиган иссиқлик ва масса алмашинув жараёнларини тадқиқот қилиш ва параметрларини оптималлаштириш бўйича хорижлик олимлар Ж.А. Даффи, К.Т. Трофимов, В.Б.Вайнберг, В.А.Баум, Р. Байрамов, Г.Н. Тивари, Ҳ.М. Йех, Э. Рубио, М. Фарид, Саад Абул-Энинлар томонидан илмий изланишлар амалга оширилган.

Республикамизда қуёш энергия асосида чучук сув олиш технологиялари ва қурилмаларини яратиш бўйича тадқиқотлар Р.А. Захидов, Р.Р. Авезов, А.Б. Вардияшвили, Б.М. Ачилов, Т.Д. Жўраев, С.Қ. Қаҳоров, О.С. Комилов, Ж.С. Ахатов ва бошқалар томонидан олиб борилган.

Қуёш сув чучитгич қурилмаларини самарадорлигини ошириш бўйича олиб борилган тадқиқотларда эришилган ижобий натижаларга қарамасдан, қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмасини такомиллаштириш, комбинациялашган қуёш сув чучитгич-қуритгич қурилмаларини ишлаб чиқиш, сув чучитиш тизимида содир бўладиган иссиқлик ва масса алмашинув жараёнларини моделлаштириш ҳамда энергия самарадорлигини ошириш масалалари етарлича ўрганилмаган.

³ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 10 июлдаги ПФ-4779-сон «Иқтисодиётнинг энергия самарадорлигини ошириш ва мавжуд ресурсларни жалб этиш орқали иқтисодиёт тармоқларининг ёқилғи-энергетика маҳсулотларига қарамлигини камайтиришга доир кўшимча чора-тадбирлар тўғрисида»ги Қарори.

⁴ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 22 августдаги ПҚ-4422-сон «Иқтисодиёт тармоқлари ва ижтимоий соҳанинг энергия самарадорлигини ошириш, энергия тежовчи технологияларни жорий этиш ва қайта тикланадиган энергия манбаларини ривожлантиришнинг тезкор чора тадбирлари тўғрисида» Қарори.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Бухоро давлат университети илмий-тадқиқот ишлари режасининг 2017-2021 йилларга мўлжалланган Ф.01.2017-рақамли «Қайта тикланадиган энергия турлари асосидаги энергия қурилмалари» илмий-тадқиқот йўналиши доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади қуёш сув чучитгич қурилмаларида иссиқлик ва масса алмашинув жараёнларини тадқиқот қилиш асосида такомиллашган қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмасини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

қуёш сув чучитгич қурилмалари ва технологияларининг замонавий ҳолатини таҳлил қилиш;

қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмасининг иссиқлик балансини моделлаштириш ва сонли тадқиқот қилиш;

такомиллашган қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмасини ишлаб чиқиш ва тажрибавий тадқиқот қилиш;

комбинациялашган қуёш сув чучитгич-қуритгич қурилмасини ишлаб чиқиш ва параметрларини асослаш;

такомиллашган қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмасининг техник-иқтисодий кўрсаткичларини аниқлаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмалари олинган.

Тадқиқотнинг предмети қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгичидаги иссиқлик ва масса алмашинув жараёнларининг қонуниятларини ўрганиш ҳисобланади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида математик моделлаштириш, иссиқлик ва масса алмашинуви назарияси, гелиотехник қурилмаларни тажрибавий тадқиқот қилиш ва тажриба натижаларини умумлаштириш усулларидадан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

қуёш сув чучитгич қурилмаларининг ишчи камерасида буғланиш интенсивлигини ошириш имконини берадиган қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмасининг такомиллаштирилган конструкцияси ишлаб чиқилган;

такомиллашган қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмасининг иссиқлик балансини математик моделлаштириш ва унинг сонли ечимлари асосида қурилмадаги шўр сув, қурилманинг шаффоф қопламаси ва қорайтирилган асоси, қуритгичда ҳаракатланаётган нам ҳаво ҳароратларини ўзгаришини ҳисоблаш имконини берадиган тенгламалар олинган;

қуёш сув чучитгич қурилмасининг асосидан йўқотиладиган иссиқликни камайтириш ва бир вақтнинг ўзида чучук сув олиш ҳамда маҳсулотни қуритиш имконини берадиган комбинациялашган қуёш сув чучитгич-қуритгич қурилмаси ишлаб чиқилган;

қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмаларининг ясси шаффоф сиртига тушадиган кунлик қуёш нурланиш энергиясининг соатлик қийматларини ҳисоблаш дастури ишлаб чиқилган;

табiiй шароитда ўтказилган тажриба тадқиқотлари натижаларини умумлаштириш асосида қуёш сув чучитгич қурилмасида олинадиган чучук сув миқдорини қуёш радиацияси ва атроф-муҳит ҳароратига боғлиқ ҳолда ўзгаришини аниқловчи эмпирик тенглама олинган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

қуёш сув чучитгич қурилмасининг ишчи камерасига ташқи ҳавони сўрилиб киришидан сақловчи сифонлар ўрнатилган, такомиллаштирилган қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмаси ишлаб чиқилган;

қуёш сув чучитгич қурилмасидан ташқи муҳитга иссиқлик йўқотилишини камайтириш, бир вақтнинг ўзида чучук сув ва қуритилган маҳсулот олиш имконини берадиган комбинациялашган қуёш чучитгич-қуритгич қурилмаси ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончилиги замонавий усул ва ўлчаш воситаларидан фойдаланган ҳолда ўтказилганлиги, олинган натижаларга замонавий математик ишловлар бериш, эмпирик, кузатув ва таққослаш усуллариининг бир хил шароитда қўлланилиши, такомиллашган қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмаси синовларининг ижобий натижалари ва амалиётга жорий этилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмасининг иссиқлик балансини математик моделлаштириш ва унинг сонли ечимлари асосида қурилмадаги шўр сув, шаффоф қопламаси ва қорайтирилган асоси, қуритгичда ҳаракатланаётган нам ҳаво ҳароратларини ўзгаришини аниқлайдиган боғлиқликлар олинганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмасини самарадорлигини ва фойдали иш коэффициентини ошириш учун конструктив параметрлари оптималлаштирилган қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмаси ишлаб чиқилган бўлиб, мазкур қурилма ўхшаш қурилмаларга нисбатан самарадорлиги юқорилиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Такومиллашган қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмасини ишлаб чиқиш буйича олинган илмий натижалар асосида:

бир вақтда чучук сув олиш ва қишлоқ хўжалик маҳсулотларини қуритишга мўлжалланган комбинациялашган қуёш чучитгич-қуритгич қурилмаси учун Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлигининг фойдали моделига патент олинган (№ FAP 01462, 12.12.2019 й.). Натижада, бир вақтнинг ўзида қурилмадан чучук сув ва сифатли қуритилган маҳсулот олиш имконияти яратилган;

комбинациялашган қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмаси Бухоро вилоятининг “Илҳом юлдузи замини” фермер хўжалигида жорий

этилган (Уй-жой коммунал хизмат кўрсатиш вазирлигининг 2021 йил 26 ноябрдаги 01/12-5448-сонли маълумотномаси). Натижада, қурилманинг бир метр квадрат юзасидан мавсум давомида ўртача 95,7 кг шартли ёқилғини тежашга эришилган;

қия-кўп поғонали сув чучитгич қурилмасининг шаффоф сиртига тушувчи йиғинди қуёш нурланиши қувватини ҳисобловчи дастурдан (DGU 05073) Бухоро давлат университетида 2016-2017 йилларда бажарилган А-13-3 рақамли “Қайта тикланувчи энергия манбалари қурилмаларини янада такомиллаштириш ва улардаги жараёнларни моделлаштиришни тадқиқ қилиш” мавзусидаги амалий лойиҳада фойдаланилган (Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2020 йил 14 октябрдаги 89-03-3919-сонли маълумотномаси). Натижада, сув чучитиш қурилмаларининг шаффоф сиртига тушаётган қуёш нурланиш энергияси миқдорини назарий аниқлаш имконияти яратилган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот натижалари 3 та халқаро ва 8 та Республика илмий-амалий анжуманларида муҳокама қилинган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 21 та илмий иш чоп этилган, шулардан, 1 та монография, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертацияларининг асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий нашрларда 5 та мақола, жумладан 4 таси республика ва 1 таси хорижий журналларда нашр этилган. Ўзбекистон Республикаси интеллектуал мулк агентлигининг 1 та фойдали моделига патент ҳамда 1 та ЭХМ дастурий маҳсулот учун муаллифлик гувоҳномаси олинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, умумий хулосалар, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 114 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

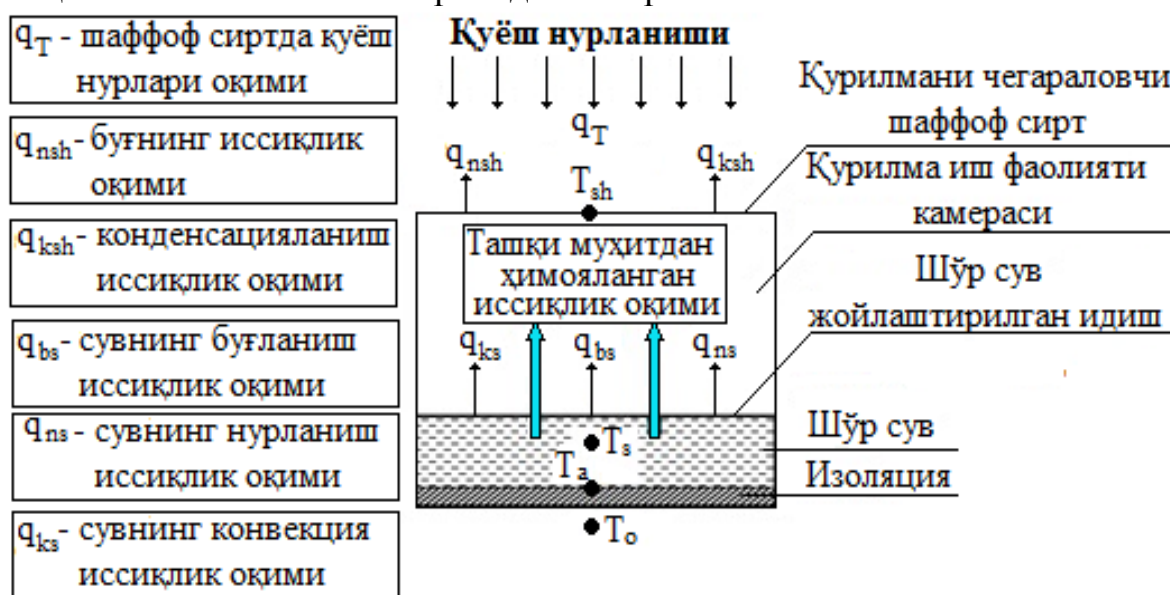
Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари, объекти ва предмети тавсифланган, Республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, диссертация мавзуси бўйича хорижий тадқиқотлар шарҳи, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиниши, нашр этилган ишлар ва диссертациянинг тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Қуёш сув чучитиш технологияларининг ривожланиши ва таснифланиши**» номли биринчи бобида шўр сувларни қуёш энергияси ёрдамида чучуклантириш муаммосининг ҳозирги ҳолати ва қуёш энергияси ёрдамида чучук сув олиш қурилмаларини ривожланиш истиқболлари, қуёш сув чучитиш қурилмаларининг таснифи, қуёш сув чучитиш қурилмаларида кечадиган иссиқлик ва масса алмашинув

жараёнлари бўйича олиб борилган илмий тадқиқот ишлари таҳлил қилинган. Илмий манбалар таҳлили асосида қуёш сув чучитгичларини самарадорлигини оширишда қурилманинг ишчи камерасида содир бўладиган иссиқлик-масса алмашинуви жараёнларини чуқур тадқиқот қилиш мақсадга мувофиқ эканлигини ҳисобга олиниб, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари шакллантирилган.

Диссертациянинг «Қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмаларидаги иссиқлик оқимининг балансини моделлаштириш» деб номланган иккинчи бобида такомиллашган қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмасининг ҳарорат режимини математик моделлаштириш, қурилма сиртига тушувчи йиғинди қуёш нурланишини ҳисоблаш алгоритми ва сонли тадқиқотлар натижалари келтирилган.

Такомиллашган қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмасининг иссиқлик баланси схемаси 1-расмда келтирилган.



1-расм. Такомиллашган қия – кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмасининг иссиқлик баланси схемаси

Такомиллашган қия – кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмаси учун иссиқлик баланси тенгламалари қуйидаги кўринишда бўлади:

- ёруғлик ўтказадиган шаффоф қоплама учун:

$$\alpha F_{sh} q_T + (h_b + h_k + h_n) F_{sh} (T_s - T_{sh}) = (h_{nsh} + h_{ksh}) F_{sh} (T_{sh} - T_o) \quad (1)$$

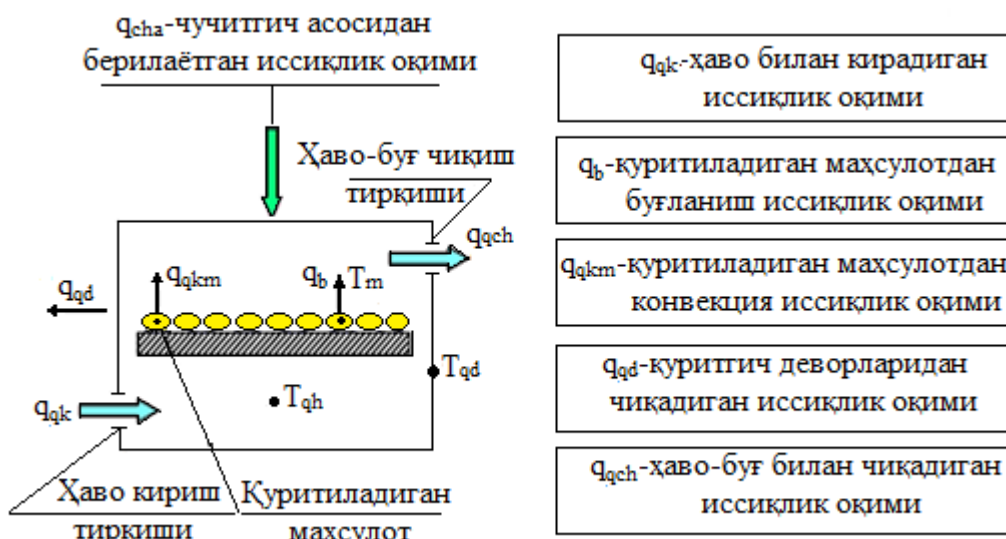
- чучитгич ичидаги шўр сув учун:

$$c_s m_s \frac{dT_s}{dt} = (\tau\alpha)_{sam1} F_s q_T + h_{as} F_s (T_{as} - T_s) + (h_b + h_k + h_n) F_s (T_{sh} - T_s) \quad (2)$$

- чучитгичнинг қорайтирилган асоси учун:

$$(\tau\alpha)_{sam2} F_{as} q_T = h_{as} F_{as} (T_{as} - T_s) + h_{qa} F_{as} (T_{as} - T_{qh}) \quad (3)$$

Комбинациялашган чучитгич - қурутгич қурилмасининг иссиқлик баланси схемаси 2-расмда келтирилган.



2-расм. Комбинацияланган чучитгич - қуригич қурилмасининг иссиқлик баланси схемаси

Қуригич камераси учун иссиқлик баланси тенгламалари:

- қуригич камераси ичидаги наҳ хаво учун:

$$c_{nh}m_{nh}\frac{dT_{nh}}{dt} = (h_b + h_{k2m})(T_{qm} - T_{nh})F_{qm} + \sum h_{qak} F_i(T_{nh} - T_{qd}) - C_d F_{qch} \sqrt{2g\Delta H \Delta P} \quad (4)$$

- мақсулот учун:

$$c_{qm}m_{qm}\frac{dT_{qm}}{dt} = h_{k1m}F_{qm}(T_o - T_{qm}) + (h_b + h_{k2m})F_{qm}(T_{nh} - T_{qm}) \quad (5)$$

- қуригич деворлари учун:

$$\alpha_d F_{nqd} q_{qd} = h_{qatk} F_{qd}(T_{qd} - T_o) + h_{qdk} F_{qd}(T_{qd} - T_{nh}) \quad (6)$$

Қурилма элементлари учун таклиф этилган иссиқлик баланси тенгламалари биринчи даражали чизикли бўлмаган дифференциал тенгламалар системасидир. Бу тенгламаларда номаълум катталиклар қурилма элементларининг ҳароратлари ҳисобланади. Иссиқлик баланси тенгламаларини ошқормас кўринишдаги айирмали схемадан фойдаланиб алгебраик тенгламаларга айлантирамиз ва ҳар бир элементнинг ҳароратига нисбатан ечамиз. Натижада қуйидаги тенгламалар ҳосил бўлади:

- шаффоф қоплама ҳарорати учун:

$$T_{sh}^{t+\Delta t} = \frac{(h_b+h_k+h_n)T_s^{t+\Delta t}+(h_{nsh}+h_{ksh})T_o^{t+\Delta t}+\alpha \cdot q_T^{t+\Delta t}}{(h_b+h_k+h_n+h_{nsh}+h_{ksh})} \quad (7)$$

- қурилма ичидаги шўр сув учун:

$$T_s^{t+\Delta t} = \left[1 - \frac{\Delta t}{c_s m_s} (h_{as} F_s + (h_{ns} + h_{rs} + h_{bs}) F_s) \right] T_s^t + \frac{\Delta t}{c_s m_s} \left[h_{as} F_s T_{as}^{t+\Delta t} + (h_{ns} + h_{rs} + h_{bs}) F_s T_{as}^{t+\Delta t} + (\tau \alpha)_{sam1} F_s q_T^{t+\Delta t} \right] \quad (8)$$

- қурилманинг қорайтирилган асоси учун:

$$T_{as}^{t+\Delta t} = \frac{h_{as}T_s^{t+\Delta t} + h_{qd}T_{nh}^{t+\Delta t} + (\tau\alpha)_{sam2} \cdot q_T^{t+\Delta t}}{(h_{as} + h_{qd})} \quad (9)$$

- қуритгич ичида ҳаракатланаётган нам ҳаво учун:

$$T_{nh}^{t+\Delta t} = \left[1 - \frac{\Delta t}{c_{nh}m_{nh}} (h_b + h_{k2m} + \sum h_{qdk}F_i) \right] T_{nh}^t + \frac{\Delta t}{c_{nh}m_{nh}} [(h_b + h_{k2m})T_m^{t+\Delta t} + \sum h_{qdk}F_i T_{qd}^{t+\Delta t} - C_d F_{qch} \sqrt{2g\Delta H\Delta P}] \quad (10)$$

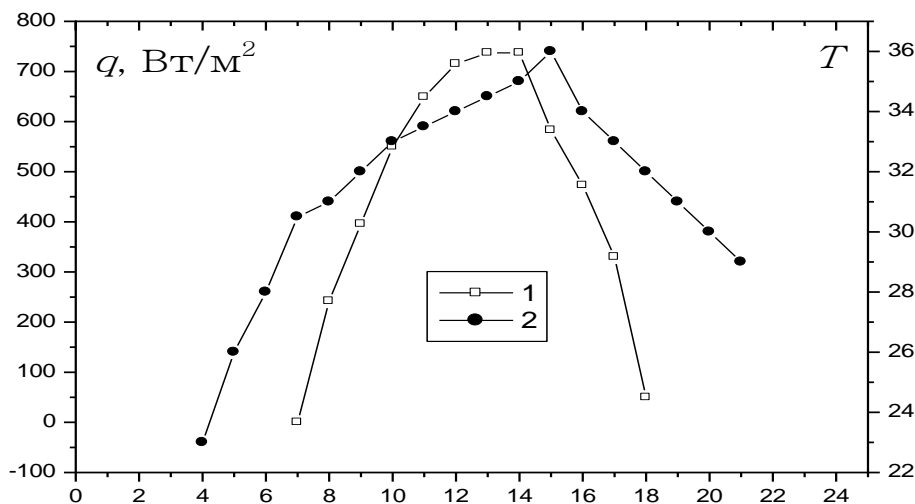
- қуритгичда жойлаштирилган маҳсулот учун:

$$T_M^{t+\Delta t} = \left[1 - \frac{\Delta t}{c_m m_m} (h_{k1m}F_m + (h_b + h_{k2m})F_m) \right] T_M^t + \frac{\Delta t}{c_m m_m} [h_{k1m}F_m T_o^t + (h_b + h_{k2m})F_m T_{nh}^t] \quad (11)$$

- қуритгич девори учун:

$$T_{к.д}^{t+\Delta t} = \frac{h_{qdk}F_{qd}T_o^{t+\Delta t} + h_{qdk}F_{qd}T_{nh}^{t+\Delta t} + \alpha_d F_{qd} q_T^{t+\Delta t}}{h_{qdk}F_{qd} + h_{qdk}F_{qd}} \quad (12)$$

Ҳосил бўлган тенгламаларни кетма-кет яқинлашиш усулидан фойдаланиб ечамиз. Бунда чегаравий шарт сифатида 3-расмда келтирилган атроф-муҳит ҳароратининг ва қурилма ташқи элементлари сиртларига тушувчи йиғинди қуёш нурланишининг кунлик ўзгариши қабул қилинади.

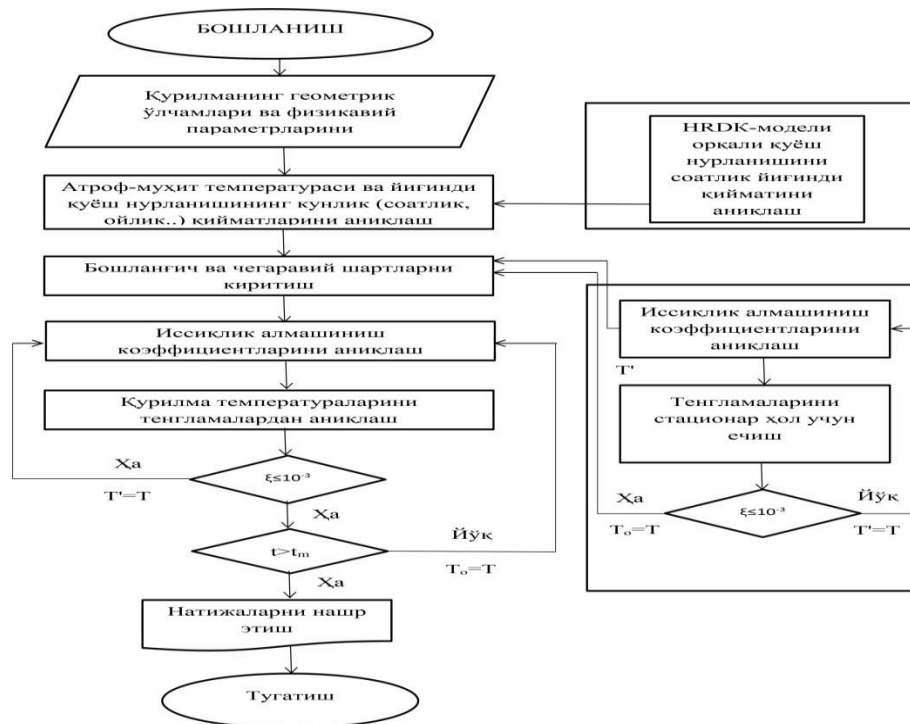


Вакт, соат

1-горизонтал сиртга тушувчи йиғинди қуёш нурланиши; 2-атроф-муҳит ҳарорати.

3-расм. Тушувчи йиғинди қуёш нурланишининг кунлик ўзгариши графиги

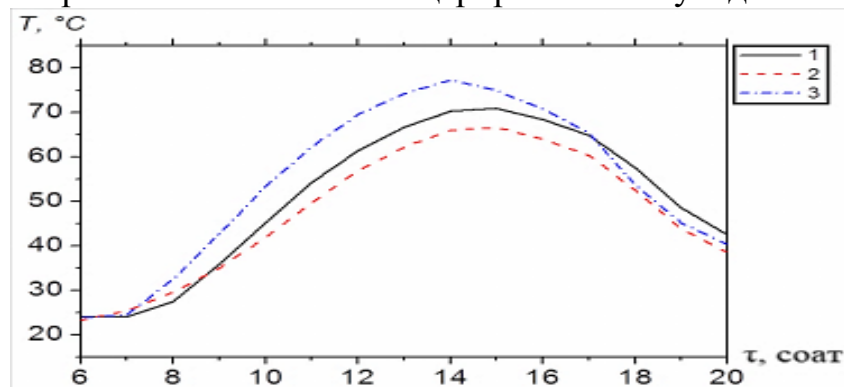
(7)-(12) тенгламаларни сонли усуллардан фойдаланиб ечиш алгоритми 4-расмда келтирилган.



T - ҳароратнинг дастлабки тахминий қиймати; T_0 - бошланғич ҳарорат.

4-расм. Математик моделни ҳисоблаш алгоритми

5-расмда такомиллашган қия-қўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмасида кун давомида чучитгичдаги шўр сув, шаффоф қатлам ва қурилма қорайтирилган асоси ҳароратларини ўзгариши келтирилган. Кўришиб турибдики, тушувчи йиғинди қуёш нурланиши 737 Вт/м^2 бўлганда шўр сувнинг максимал ҳарорати 72°C , шаффоф қатламнинг максимал ҳарорати 65°C ва қорайтирилган асос максимал ҳарорати 78°C бўлади.

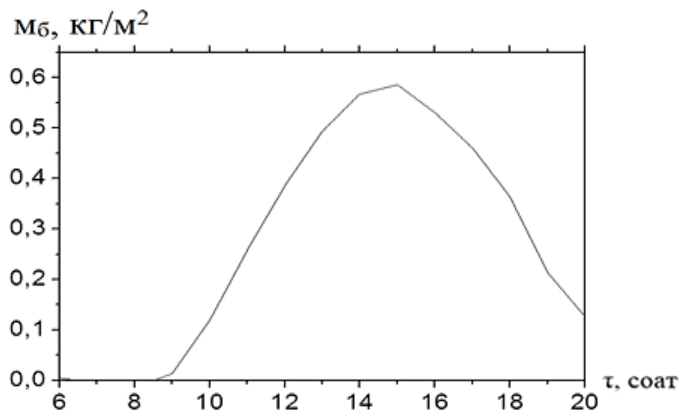


1- сувнинг ҳарорати; 2-шаффоф тўсиқнинг ҳарорати; 3-қурилма асосининг ҳарорати.

5-расм. Қуёш сув чучитиш қурилмаси элементларининг ҳароратларини кунлик ўзгариши графиги

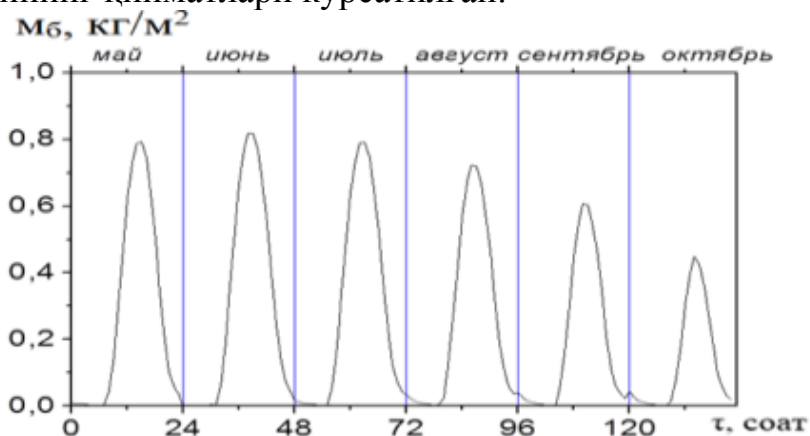
6-расмда қуёш сув чучитгичида дистиллят ҳосил бўлишининг кунлик ўзгариши келтирилган. Дистиллят ҳосил бўлиши соат 9^{00} да бошланиб 20^{00} гача давом этади. Қуёш нурлари мавжуд бўлмаганда дистиллятни ҳосил бўлиши қуёш энергиясини қурилма элементларида аккумуляцияланиши натижаси ҳисобланади. Кун давомида максимал дистиллят ҳосил бўлиши соат 14^{00} дан 15^{00} гача ораликга тўғри келади ва тушаётган йиғинди қуёш нурланишининг максимал қиймати 737 Вт/м^2 бўлганда, қурилмадан

олинадиган соатлик сув миқдори $0,6 \text{ кг/м}^2$ ни ташкил этади. Кун давомида ушбу кўрсаткичларига мос келувчи ўртача дистиллят ҳосил бўлиш миқдори $4,3 \text{ кг/м}^2$ га тенг.

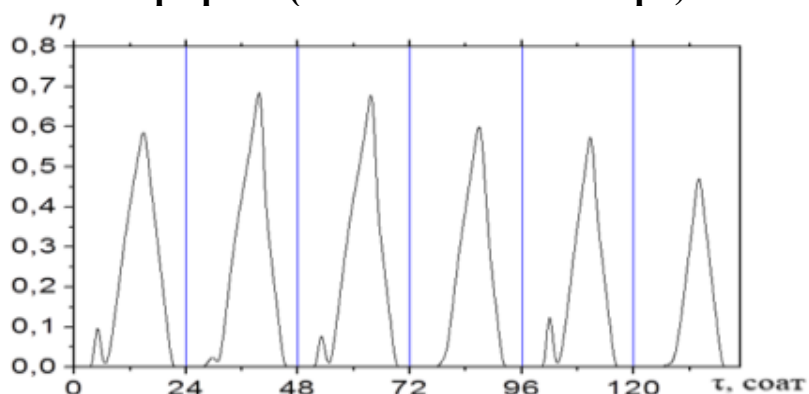


6-расм. Кўёш сув чучитгичида дистиллят ҳосил бўлишининг кунлик ўзгариши графиги

7 ва 8-расмларда май-октябрь ойларида кўёш сув чучитгичида дистиллятни ҳосил бўлиши ва кўёш сув чучитгичининг фойдали иш коэффициентининг қийматлари кўрсатилган.



7-расм. Кўёш сув чучитгичида дистиллят ҳосил бўлишининг ўзгариши графиги (2020 йил май-октябрь)



8-расм. Кўёш сув чучитгич қурилмасининг фойдали иш коэффициентини ўзгариши графиги (2020 йил май-октябрь)

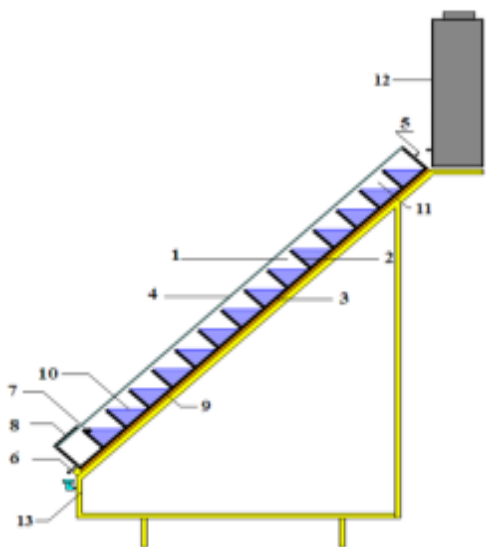
Бир мавсумда (май-октябрь) кунлик ўртача дистиллят йиғилиш миқдори май ойида $6,56 \text{ кг/м}^2$, июнь ойида $7,08 \text{ кг/м}^2$, июль ойида $6,86 \text{ кг/м}^2$, август

ойида 6,03 кг/м², сентябрь ойида 4,64 кг/м² ва октябрь ойида 2,99 кг/м² ни ташкил этади. Мавсум давомида эса кунлик ўртача дистиллят йиғилиш миқдори 5,7 кг/м² ни ташкил этади.

Қурилманинг фойдали иш коэффициентини максимал қийматлари мос равишда июнь-август ойларида 60% дан юқори, сентябрь-октябрь ойларида эса 40% дан юқори эканлигини кўриш мумкин (8-расм).

Диссертациянинг «**Такмиллашган қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмасини ишлаб чиқиш ва тажрибавий тадқиқот қилиш**» деб номланган учинчи бобида таклиф этилаётган қуёш сув чучитгичнинг тажриба қурилмаси ва унинг ишлаш принципи, ундаги иссиқлик ва масса алмашинув жараёнларининг тадқиқоти бўйича ўтказилган тажриба тадқиқотлар натижалари келтирилган.

Такмиллашган қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмасида иссиқлик ва масса алмашинув жараёнларини тадқиқот қилишнинг тажриба қурилмаси 9-расмда келтирилган.

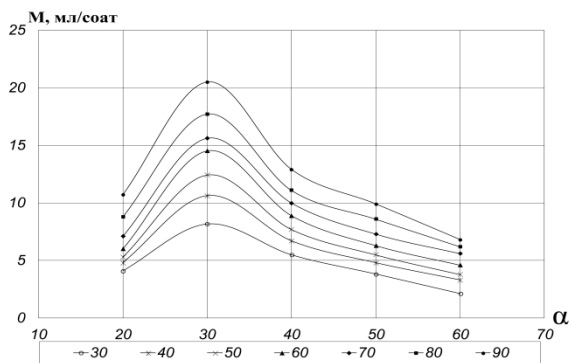


1-қурилма метал корпуси; 2-қурилма поғоналари; 3-қурилма асоси; 4-шаффоф сирт (шиша); 5-шўр сув киритиладиган қувур; 6-чучук сув чиқиш қувури; 7-ортикча шўр сув чиқиш қувури; 8-нур тушишидан ҳимояловчи қоплама; 9-иссиқлик изоляцияси; 10-шўр сув юзаси; 11-буғ-ҳаво аралашмаси ҳажми; 12-шўр сув учун идиш; 13-қурилма жойлаштирилган ёғоч таглик.

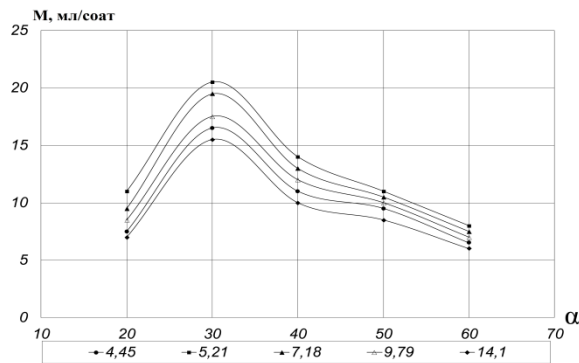
9-расм. Такмиллашган қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмаси

Тажриба қурилмаси қуёш сув чучитгич қурилмаларида иссиқлик ва масса алмашинув жараёнлари, чучук сувни ҳосил қилиш бўйича қурилма самарадорлигини ва фойдали иш коэффициентини аниқлаш бўйича тажриба тадқиқотларини ўтказиш учун мўлжалланган.

Ҳосил бўлган чучук сувнинг максимал миқдорини, қурилманинг горизонтал текисликка нисбатан ўрнатилиш бурчагига, қурилма поғоналарини асосига нисбатан ўрнатилиш бурчагига, шўр сув сирти ва шаффоф сирт орасидаги масофага ўзаро боғлиқликлари 10 ва 11-расмларда тасвирланган.



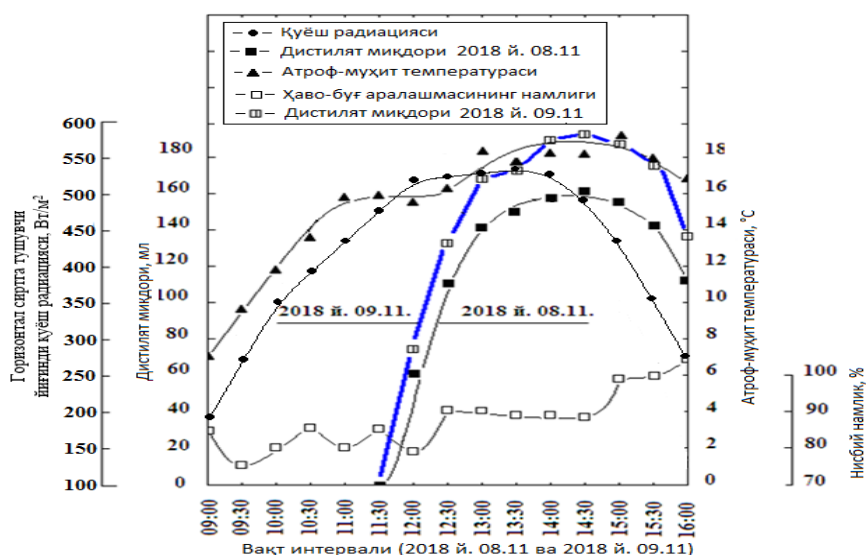
10-расм. Ҳосил бўлган чучук сув миқдорини қурилма поғоналарининг жойлашиш бурчагига боғлиқлиги графиги



11-расм. Ҳосил бўлган чучук сув миқдорини шўр сув сирти ва шаффоф сирт орасидаги масофага боғлиқлиги графиги

10-расмда қурилмани ўрнатилиш бурчаги 20 дан 60° гача, қурилма поғоналарини ўрнатилиш бурчаги 30 дан 90° гача ўзгарганда ҳосил бўлган чучук сув миқдорлари келтирилган. Тадқиқот натижаларига кўра, қурилмани ўрнатилиш бурчаги 30° ва поғоналарни ўрнатилиш бурчаги 90° бўлганда чучук сувни ҳосил бўлиши максимал бўлади ва 20,5 мл/соат ни ташкил этади. 11-расмда қурилмани ўрнатилиш бурчаги 20 дан 60° гача, шўр сув ва шаффоф қоплама орасидаги масофа 4 дан 14 см гача ўзгарганда ҳосил бўлган чучук сув миқдорлари келтирилган. Тадқиқот натижаларига кўра, қурилмани ўрнатилиш бурчаги 30° ва поғоналарни ўрнатилиш бурчаги 90° бўлганда шўр сув ва шаффоф қоплама орасидаги масофа 5,21 см бўлганда чучук сувни ҳосил бўлиши максимал бўлади ва 20,5 мл/соат ни ташкил этади.

2018 йилнинг 8 ноябрь ва 9 ноябрь кунларида (қуёш бўлган шароитда) ўтказилган тажриба натижалари 12-расмда келтирилган.

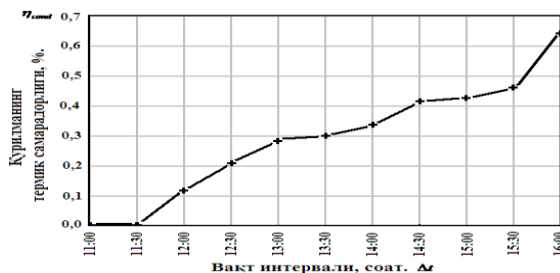


R-қуёш радиацияси; M-чучитилган сув массаси; RH-буғ-ҳаво аралашмасининг нисбий намлиги

12-расм. 2018 йилнинг 8 ва 9 ноябрь кунларидаги ўтказилган тажриба натижалари графиги

13-расмда қия-қўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмаси термик самарадорлик коэффицентининг кун давомидаги соатлик ўртача

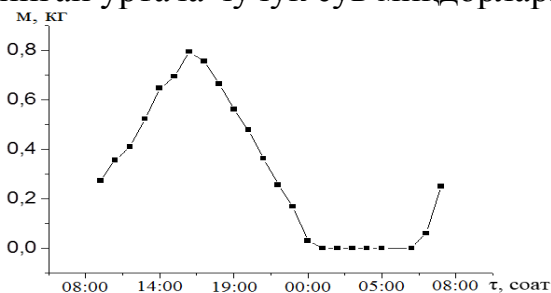
қийматлари келтирилган. Графикдан кўришиб турибдики, қурилманинг термик самарадорлик коэффициентининг максимал қиймати 64% ни ташкил этади.



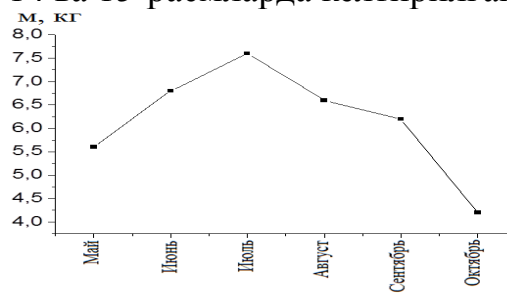
13-расм. Қуёш сув чуқитгичи термик самарадорлик коэффициентининг кунлик ўзгариши графиги

2018 йил 9 ноябрда ўтказилган тажрибаларда қурилманинг чучук сув чиқариш қувури ва ортикча шўр сув чиқариш қувури учларига сифонлар ўрнатилиб, тадқиқотлар ўтказилган. Тажриба натижалари таҳлилига кўра, чучук сув чиқариш қувури ва ортикча шўр сув чиқариш қувури учига сифонлар ўрнатилганда чучук сувни ҳосил бўлиш миқдори 18-20 % га ортади.

2020 йил 10 ва 11 июль кунлари қурилмада кунлик ва мавсум давомида олинган ўртача чучук сув миқдорлари 14 ва 15-расмларда келтирилган.



14-расм. Кунлик олинган чучук сув миқдори графиги



15-расм. Май-октябрь ойларида олинган ўртача чучук сув миқдори графиги (2020 йил)

Олиб борилган тажриба натижаларига кўра, такомиллашган қия-кўп поғонали қуёш сув чуқитгич қурилмасининг бир метр квадрат юзасидан мавсум давомида бир суткада ўртача 6 л чучук сув олиш мумкинлиги аниқланган.

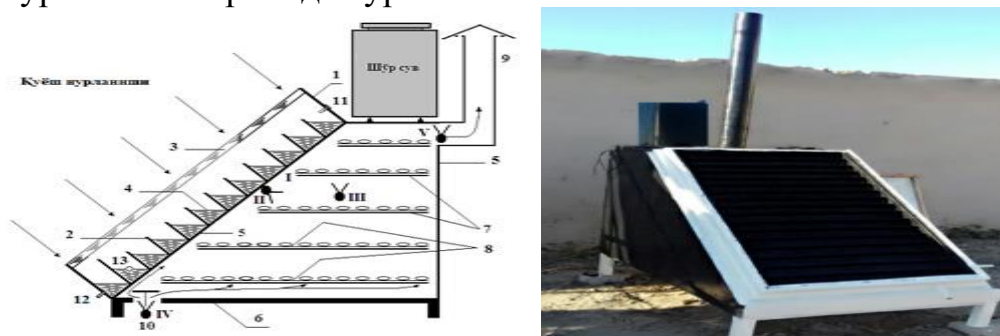
2020 йил мавсум давомида (май-октябрь) ўтказилган тажриба тадқиқотлари натижаларини умумлаштириш асосида қуйидаги эмпирик тенглама ишлаб чиқилган:

$$M_k = 0,66 + 0,007 \cdot q_T + 0,07 \cdot (T_a - 273,15) \quad (13)$$

Олинган (13) эмпирик тенглама орқали горизонтал сиртга тушувчи йиғинди қуёш нурланиши ва ташқи ҳароратни ҳисобга олган ҳолда қурилмада бир суткада ҳосил бўладиган чучук сув миқдори аниқланади. Ушбу эмпирик тенглама $200 \text{ Вт/м}^2 \leq q_T \leq 600 \text{ Вт/м}^2$, $283 \text{ К} \leq T_a \leq 313 \text{ К}$ оралиқда ўринли бўлади.

Диссертациянинг «**Такомиллашган қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмасини ишлатиш самарадорлиги ва техник-иқтисодий кўрсаткичлари**» деб номланган тўртинчи бобида такомиллашган қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмасини ишлатиш самарадорлигини ошириш, тажриба натижаларининг хатоликларини баҳолаш ва такомиллашган қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмасининг иқтисодий кўрсаткичлари бўйича тадқиқот натижалари баён қилинган.

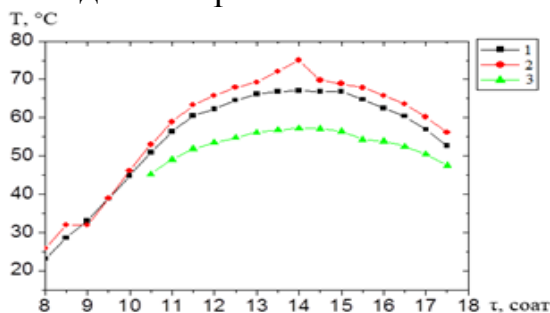
Такомиллашган қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмасининг асоси орқали йўқотилаётган иссиқликдан самарали фойдаланиш мақсадида чучитгич қурилмаси қуритгич қурилмаси билан комбинациялаштирилган. Комбинациялашган қуёш чучитгич-қуритгич қурилмасининг схемаси ва умумий кўриниши 16-расмда кўрсатилган.



1-сув чучитгич корпуси; 2-металл поғоналар; 3- шаффоф сирт (ойна); 4-шўр сув; 5-қуритиш қурилмаси; 6-асос; 7-полкалар; 8-қуритиладиган маҳсулот жойлаштирилган тўрли полкалар; 9-ҳаво тортиш қувури; 10-ҳаво кириши учун тиркиш; 11-қувур; 12-чучитилган сув чиқиш учун қувур; 13-шўр сувнинг ортиқча қисми чиқиши учун қувур

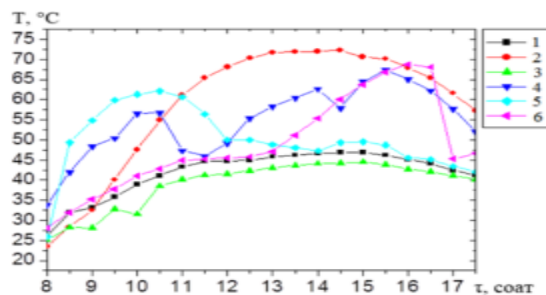
16-расм. Комбинациялашган қуёш чучитгич-қуритгич қурилмаси

Комбинациялашган қуёш чучитгич-қуритгич қурилмасида тажриба тадқиқотларини ўтказиш жаарёнида қурилмадан чучук сув олиш ва ўрик мевасини қуритиш амалга оширилган. Дастлабки тажриба тадқиқотларида комбинациялашган қуритгич-чучитгич қурилмаси элементларида ҳароратни ўзгариши аниқланган бўлиб, олинган натижалар 17 ва 18-расмларда график шаклида келтирилган.



1- шаффоф сирт (ойна) ҳарорати; 2-шўр сув ҳарорати; 3-чучук сув ҳарорати

17-расм. Чучитгич элементлари ҳароратларини вақт бўйича ўзгариши графиги

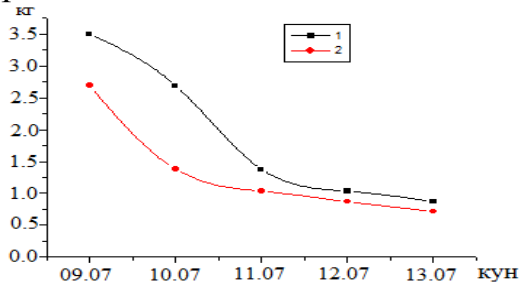


1-қуритиш камерасининг орқа девори ҳарорати; 2-чучитгич асоси ҳарорати; 3-қуритгич пастки асоси ҳарорати; 4-қуритгич юқори асоси ҳарорати; 5, 6-қуритгич ён деворларининг ҳароратлари

18-расм. Қурилма элементлари ҳароратини вақт бўйича ўзгариши графиги

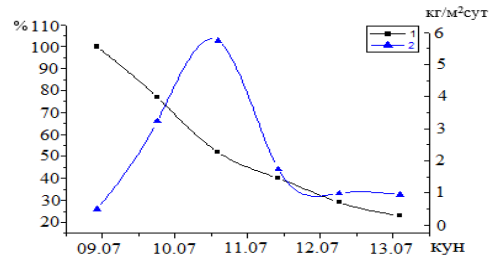
Тажриба қурилмасида олиб борилган тадқиқотлар натижалари шуни кўрсатадики, чучитгич асосидан қуритгич камерасига узатилаётган иссиқлик миқдори ўрик маҳсулотини керакли намликгача қуритиш учун етарли бўлади.

Комбинациялашган чучитгич-қуритгич қурилмасида ўрик маҳсулотини қуритиш бўйича олинган тажриба натижалари 19 ва 20-расмларда кўрсатилган.



1-қуритиладиган ўрикнинг оғирлиги;
2- қуритилгандан кейинги ўрикнинг оғирлиги

19-расм. Ўрик маҳсулоти намлигини ўзгариши графиги

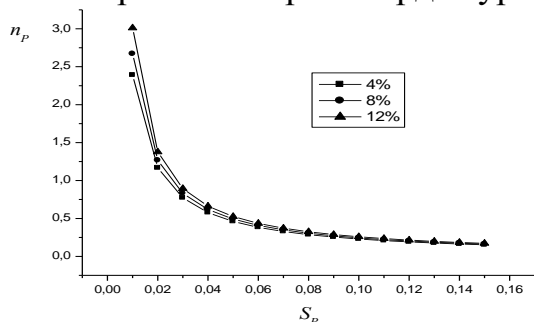


1-қуритиладиган маҳсулотнинг намлик миқдори; 2-қуритиш тезлиги

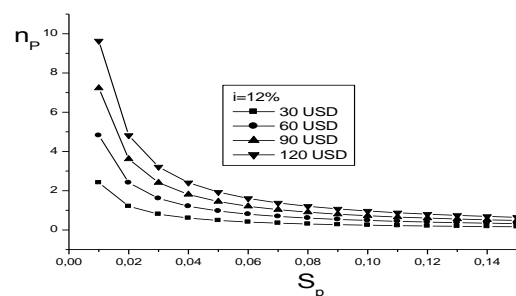
20-расм. Ўрик маҳсулотини қуритиш тезлиги графиги

19 ва 20-расмлардаги тажриба натижаларида ўрик маҳсулотинининг таркибидаги намлик ва қуритиш тезлиги ўзгаришидан кўриниб турибдики, чучитгич асоси ва қуритгич деворлари орқали узатилган энергия 3,495 кг бўлган ўрик маҳсулотини охириги намликгача қуритиш учун 5 кун етарли эканлиги аниқланди.

Таклиф этилган комбинациялашган қуёш чучитгич-қуритгич қурилмасининг техник-иқтисодий самарадорлигини баҳолаш бўйича олинган натижалар 21 ва 22-расмларда кўрсатилган.



21-расм. Қия-қўп поғонали қуёш сув чучитгичининг харажатларини қоплаш муддатини чучук сув тан нархига боғлиқлиги графиги



22-расм. Фоиз ставкаси 12% ва қурилма таннархи 30, 60, 90 ва 120\$ бўлганда қия-қўп поғонали қуёш сув чучитгичининг харажатларини қоплаш муддатини чучук сув тан нархига боғлиқлиги графиги

Ҳисоблашларда қуйидагилар қабул қилинган: қурилмадан фойдаланиш муддати $n=10$ йил; йил давомидаги қуёшли кунлар сони 300-310 кун; кунлик олинган чучук сув массаси 4,5 литр; қурилманинг дастлабки нархи $P=300000$

сўм; фоиз ставкаси $i=4-12\%$; бир литр чучук сувни сотиш нархи 40,5 сўмдан 1500 сўмгача.

Техник-иқтисодий кўрсаткичлар ҳисоби шуни кўрсатадики, бир литр чучук сувни сотиш нархи 40,5 сўмдан 1500 сўмгача ўзгарганда ҳаражатларни қоплаш муддати мос равишда уч йилдан уч ойгача камаяди. 22-расмдан кўришиб турибдики, таклиф этилаётган қурилманинг таннархи ортиши билан ҳаражатларини қоплаш муддати 10 йилгача ортиши ҳамда самарадорликнинг ортиши билан ҳаражатларни қоплаш муддати 1,5 йилгача қисқаради.

Ишлаб чиқилган 1 м² юзали қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмасидан бир мавсумда фойдаланилганда атроф муҳитга чиқаётган иссиқхона газларининг камайиши, ёқилғи турига қараб ҳар квадрат метрдан 1 мавсумда 542,6 кг (табiiй газ) дан 180,9 кг (кўнғир кўмир) гачани ташкил қилди.

ХУЛОСАЛАР

Диссертацияда мавзуси бўйича олиб борилган назарий ва амалий тадқиқотлар натижасида қуйидаги умумий хулосалар шакллантирилди:

1. Қуёш сув чучитгич қурилмаларини техник-иқтисодий самарадорлигини ошириш усуллари ва технологияларини таҳлил қилиш асосида такомиллашган қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмасининг илмий асосланган янги конструкция ишлаб чиқилди.

2. Қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмасида содир бўладиган иссиқлик ва масса алмашинув жараёнларининг математик модели, моделни ҳисоблаш алгоритми ва қурилманинг шаффоф сиртига тушадиган йиғинди қуёш радиацияси қийматини аниқловчи компьютер дастури ишлаб чиқилди.

3. Такومиллашган қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмасининг табиий шароитда ўтказилган тажриба тадқиқотлари натижаларини умумлаштириш асосида қуёш сув чучитгич қурилмасида олинадиган чучук сув миқдорини қуёш радиацияси ва атроф-муҳит ҳароратига боғлиқ ҳолда ўзгаришини аниқловчи эмпирик тенглама олинди.

4. Бир вақтнинг ўзида чучук сув олиш ва қишлоқ хўжалик маҳсулотларини қуритиш имконини берадиган комбинациялашган қуёш сув чучитгич-қуритгич қурилмаси яратилди (№ FAP 01462).

5. Такумиллашган қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмаси қуёш радиациясининг турли қийматларида табиий шароитда синовдан ўтказилди, натижада олинган дистиллят миқдори 6 кг/сутка ва қурилманинг самарадорлиги 61% ни ташкил этди.

6. Таклиф этилган такомиллашган қия-кўп поғонали қуёш сув чучитгич қурилмаси Бухоро вилояти иқлим шароитида қўлланилганда, бир мавсум давомида қурилманинг ҳар бир м² юзасидан ўртача 1,08 м³ гача ичимлик суви олиншига эришилди, натижада бир мавсум давомида ушбу жараён учун талаб қилинадиган 95,7 кг шартли ёқилғи тежаб қолинишига эришилди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.03/30.09.2020.Т.111.03 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ КАРШИНСКОМ ИНЖЕНЕРНО-
ЭКОНОМИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

БУХАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

МИРЗАЕВ МИРФАЙЗ САЛИМОВИЧ

**УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ НАКЛОННО-
МНОГОСТУПЕНЧАТАЯ СОЛНЕЧНАЯ ОПРЕСНИТЕЛЬНАЯ
УСТАНОВКА**

05.05.06 – Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии

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

Карши – 2022

Тема диссертации на соискание степени доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за № В2020.2. PhD/Т206.

Диссертация выполнена в Бухарском государственном университете.

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

Научный руководитель:

Мирзаев Шавкат Мустакимович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппонент

Уришев Бобараим
доктор технических наук, профессор

Ахатов Жасуржон Саидович
доктор технических наук,
старший научный сотрудник

Ведущая организация:

Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»

Защита диссертации состоится «11» 03 2022 года в 14⁰⁰ часов на заседании Научного совета PhD.03/30.09.2020.Т.111.03 при Каршинском инженерно-экономическом институте. (Адрес: 180100, г. Карши, ул. Мустакиллик, 225. Тел: (99875) 224-02-89, факс: (99875) 224-13-95, e-mail: kiei_info@edu.uz.)

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Каршинского инженерно-экономического института (зарегистрировано № 18). (Адрес: 180100, г. Карши, ул. Мустакиллик, 225. Тел: (99875) 224-02-89, факс: (99875) 224-13-95, e-mail: kiei_info@edu.uz.)

Автореферат диссертации разослан «21» 02 2022 года.
(реестр протокола рассылки № 8 от «21» 02 2022 года).



Г.Н. Узатов

член Научного совета по присуждению
ученых степеней, д.т.н., профессор

Х.А. Давлонов

член Научного совета по
ученых степеней, д.ф.т.н., доцент

Б. Уришев

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 использование энергосберегающих технологий на основе возобновляемых источников энергии является одним из важнейших направлений в обеспечении населения пресной водой. Только 2 процента от общего количества воды земного шара составляет пресная вода. Согласно данным о динамике потребления пресной воды, ежегодный прирост населения составляет 83 млн человек, в связи с чем прирост потребности в пресной воде составляет 64 млн куб. Прогнозируется, что использование пресной воды в ближайшие 20 лет увеличится втрое¹. По этой причине, использование энергоэффективных солнечных опреснительных установок работающих на основе возобновляемых источников энергии важно, для обеспечения населения пресной водой.

В мире проводятся научные исследования, направленные на усовершенствование солнечных опреснительных установок, работающих на основе возобновляемых источников энергии, повышение производительности труда и оптимизации теплотехнических параметров. Исследования в данном направлении считаются приоритетными, включая определение оптимальных конструктивных параметров солнечных опреснителей, моделирование процессов тепло- и массообмена в установке и повышении энергоэффективности солнечной опреснительной установки. По этой причине, особое внимание уделяется созданию наклонных многоступенчатых солнечных опреснительных установок, для получения пресной воды и оптимизации их основных теплотехнических параметров.

В нашей республике ведутся научно-исследовательские работы по развитию системы, обеспечивающей население пресной водой, усовершенствованию технологий очистки пресной воды, в том числе повышению эффективности солнечных опреснительных установок, обеспечивающие сэкономить природных топливных ресурсов. В стратегии на 2019-2030 годы по переходу Республики Узбекистан к «зеленой» экономике, поставлены важные задачи по «диверсификации потребления энергоресурсов и развитию использования возобновляемых источников энергии...»². При реализации этих задач, одним из актуальных научно-технических вопросов является создание и внедрение усовершенствованных наклонных многоступенчатых солнечных опреснительных установок.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Постановлениях Президента Республики Узбекистан № УП-4779 от 10 июля 2020 года «О дополнительных мерах по сокращению зависимости отраслей экономики от топливно-энергетической продукции путем повышения

¹ <https://thewallmagazine.ru/lack-of-fresh-water/>

² Постановление Президента Республики Узбекистан № ПП-4477 от 4 октября 2019 года «Об утверждении стратегии по переходу Республики Узбекистан на «зеленую» экономику на период 2019-2030 годов».

энергоэффективности экономики и задействования имеющихся ресурсов»³, и, № ПП-4422 от 22 августа 2019 года «Об ускоренных мерах по повышению энергоэффективности отраслей экономики и социальной сферы, внедрению энергосберегающих технологий и развитию возобновляемых источников энергии»⁴, а также других нормативно-правовых документов, принятых в данной области.

Соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики IV. «Развитие методов использования возобновляемых источников энергии, создание технологий и устройств на основе нанотехнологии, фотоники и других передовых технологий».

Степень изученности проблемы. Во многих странах мира проводятся научные исследования по созданию высокоэффективных солнечных опреснительных установок на основании усовершенствования и оптимизации конструктивных параметров солнечных опреснительных установок.

Научные труды, в области исследований процессов тепло- и массообмена и оптимизации параметров солнечных опреснительных установок были проведены известными учеными Ж.А. Даффи, К.Т. Трофимовым, Р. Байрамовым, Г.Н. Тивари, Х.М.Йеехом, Э. Рубио, М. Фаридом Саад Абул-Энином и другими.

В республике научные исследования по созданию установок и технологий получения пресной воды на основании энергии солнца были проведены Р.А. Захидовым, Р.Р. Аезовым, А.Б. Вардияшвили, Б.М. Ачиловым, Т.Д. Джураевым, С.К. Каххоровым, О.С. Комиловым, Ж.С. Ахатовым и другими учеными.

Несмотря на положительные результаты исследований по повышению эффективности солнечных опреснительных установок, недостаточно изучены вопросы по разработке наклонных многоступенчатых солнечных опреснительных установок, разработке комбинированных опреснительно-сушильных установок, моделировании процессов тепло- и массообмена, происходящих в опреснительных системах и повышению энергоэффективности.

Связь диссертационного исследования с планом научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планом научно-исследовательской работы Бухарского государственного университета в рамках научно-исследовательского направления № Ф.01.2017 «Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии» на 2017-2021 годы.

³ Постановление Президента Республики Узбекистан № ПФ-4779 от 10 июля 2020 года «О дополнительных мерах по сокращению зависимости отраслей экономики от топливно-энергетической продукции путем повышения энергоэффективности экономики и задействования имеющихся ресурсов».

⁴ Постановление Президента Республики Узбекистан от 22 августа 2019 года № ПП-4422 «Об ускоренных мерах по повышению энергоэффективности отраслей экономики и социальной сферы, внедрению энергосберегающих технологий и развитию возобновляемых источников энергии».

Целью исследования является разработка усовершенствованной наклонно-многоступенчатой солнечной опреснительной установки на основании исследования процессов тепло- и массообмена в солнечных опреснительных установках.

Задачи исследования:

анализ современного состояния солнечных опреснительных установок и технологий;

моделирование теплового баланса наклонно-многоступенчатой солнечной опреснительной установки и проведение численного исследования;

разработка и экспериментальные исследования усовершенствованной наклонно-многоступенчатой солнечной опреснительной установки;

разработка и обоснование параметров комбинированной опреснительно-сушильной установки;

обоснование технико-экономических показателей усовершенствованной наклонно-многоступенчатой солнечной опреснительной установки.

Объектом исследования являются наклонно-многоступенчатые солнечные опреснительные установки.

Предметом исследования является изучение закономерностей процессов тепло- и массообмена в наклонно-многоступенчатом солнечном опреснителе.

Методы исследования. В процессе исследования использовались математическое моделирование, теория тепло- и массообмена, экспериментальные исследования гелиоустановок и метод обобщения экспериментальных результатов.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработана усовершенствованная конструкция наклонно-многоступенчатой солнечной опреснительной установки, позволяющей увеличить интенсивность испарения в рабочей камере солнечной опреснительной установки;

получены уравнения, позволяющие рассчитать теплового баланса усовершенствованной наклонно-многоступенчатой солнечной опреснительной установки, изменение температуры соленой воды, прозрачной поверхности и затемненного основания установки, а также влажного воздуха, движущегося в сушильной камере на основании численного решения;

разработана комбинированная солнечная опреснительно-сушильная установка, позволяющая уменьшить потери тепла через основание солнечной опреснительной установки, и, в тоже время, получение пресной воды а также сушке продуктов;

разработана программа расчета часовых значений суточной энергии солнечного излучения, падающей на плоскую прозрачную поверхность наклонно-многоступенчатой солнечной опреснительной установки;

получено эмпирическое уравнение определяющее изменение количества пресной воды полученной опреснительной установкой в зависимости от

солнечной радиации и температуры окружающей среды на основании обобщения результатов исследований проведенных в естественных условиях.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработана усовершенствованная наклонно-многоступенчатая солнечная опреснительная установка, с установленными сифонами, предотвращающими попадание воздуха снаружи в рабочую камеру солнечной опреснительной установки;

разработана комбинированная солнечная опреснительно-сушильная установка, позволяющая уменьшить потери тепла через основание солнечной опреснительной установки во внешнюю среду, в то же время получение пресной воды и высушенных продуктов.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования подтверждается тем, что исследования проводились с использованием современных методов и средств измерений. Результаты применялись в одинаковых условиях современной математической обработкой, эмпирических, наблюдательных и сравнительных методов, что объясняется положительными результатами испытаний усовершенствованной наклонно-многоступенчатой солнечной опреснительной установкой и внедрением ее в практику.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования заключается в том, что получены уравнения, позволяющие рассчитать математическое моделирование теплового баланса усовершенствованной наклонно-многоступенчатой солнечной опреснительной установки, определить зависимости изменения температуры соленой воды, прозрачной поверхности и затемненного основания, влажного воздуха, движущегося в сушильной камере на основании численного решения.

Практическая значимость результатов исследования заключается в разработке наклонно-многоступенчатой солнечной опреснительной установки с оптимизированными конструктивными параметрами для повышения эффективности и коэффициента полезного действия наклонно-многоступенчатой опреснительной установки, а также в объяснение того, что данная установка является эффективнее по отношению к аналогам.

Внедрение результатов исследования. На основе результатов исследования по разработке усовершенствованной наклонно-многоступенчатой солнечной опреснительной установки:

получен патент на полезную модель Агентства по интеллектуальной собственности при Министерстве юстиции Республики Узбекистан (№ FAP 01462, 12.12.2019 г.) для комбинированной солнечной опреснительно-сушильной установки, предназначенной для одновременного получения пресной воды и сушки продуктов сельского хозяйства. В результате установка позволяет одновременное получение пресной воды и качественных сухофруктов;

усовершенствованная наклонно-многоступенчатая солнечная опреснительная установка была внедрена в Бухарской области на фермерском хозяйстве “Илхом юлдузи замини” (справка Министерства жилищно-коммунального хозяйства № 01/12-5448 от 26 ноября 2021 г.). В результате один квадратный метр установки за сезон позволяет сэкономить 95,7 кг условного топлива;

программа (DGU 05073) рассчитывающая мощность суммарного солнечного излучения падающего на прозрачную поверхность наклонно-многоступенчатой солнечной опреснительной установки была использована в рамках практического проекта №А-13-3 выполненного в 2016-2017 годах в Бухарском государственном университете на тему “Дальнейшее усовершенствование установок на базе возобновляемых источников энергии и исследование моделирования процессов в них” (справка Министерства высшего и среднего специального образования № 89-03-3919 от 14 октября 2020 г.). В результате можно теоретически определить количество энергии солнечного излучения, падающего на прозрачную поверхность опреснительной установки.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования обсуждались на 3-х международных и 8 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликована 21 научная работа, в том числе 1 монография, из них 5 статей в научных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, в том числе 4 в республиканских и 1 в зарубежном научных журналах. Получен 1 патент на полезную модель и 1 свидетельство программы для ЭВМ Агентства по Интеллектуальной собственности Республики Узбекистан.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 114 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении приводится обоснование актуальности и востребованности исследования, охарактеризованы цели и задачи, объект и предметы исследования, показаны соответствия приоритетных направлений в развитии науки и технологий в нашей республике, обзор зарубежных исследований на тему диссертации, описывается научная новизна и практические результаты исследования, раскрыта научная и практическая значимость полученных результатов и внедрение их исследований на практике, сведения об опубликованных работах и структуре диссертации.

Первая глава диссертации, озаглавленная: **«Разработка и классификация технологий солнечных опреснителей»**, посвящена современному состоянию проблемы опреснения соленой воды и перспективам развития солнечных опреснительных установок,

классификации солнечных опреснительных установок, а также анализу проведенных научно-исследовательских работ по тепло- и массообменным процессам в солнечных опреснительных установках. На основании анализа научных источников сформированы цели и задачи исследования с учетом целесообразности углубленного изучения процессов тепло- и массообмена, происходящих в рабочей камере установки для повышения эффективности солнечных опреснительных установок.

Во второй главе диссертации, озаглавленной «**Моделирование баланса теплового потока теплового в наклонно-многоступенчатых солнечных опреснительных установках**» приведено математическое моделирование температурного режима усовершенствованной наклонно-многоступенчатой солнечной опреснительной установки, алгоритм расчета суммарного солнечного излучения, приходящего на поверхность установки и результаты численных исследований.

На рисунке 1 приведена схема теплового баланса усовершенствованной наклонно-многоступенчатой солнечной опреснительной установки.

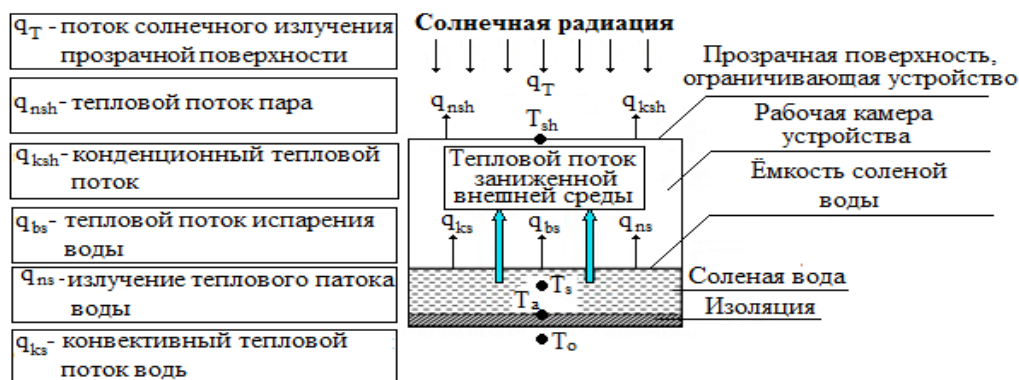


Рисунок 1. Схема теплового баланса усовершенствованной наклонно-многоступенчатой солнечной опреснительной установки

Уравнения теплового баланса для усовершенствованной наклонно-многоступенчатой солнечной опреснительной установки:

- для прозрачного светопропускающего покрытия:

$$\alpha F_{sh} q_T + (h_b + h_k + h_n) F_{sh} (T_s - T_{sh}) = (h_{nsh} + h_{ksh}) F_{sh} (T_{sh} - T_o) \quad (2.1)$$

- для соленой воды в опреснителе:

$$c_s m_s \frac{dT_s}{dt} = (\tau\alpha)_{sam1} F_s q_T + h_{as} F_s (T_{as} - T_s) + (h_b + h_k + h_n) F_s (T_{sh} - T_s) \quad (2.2)$$

- для затемненного основания опреснителя:

$$(\tau\alpha)_{sam2} F_{as} q_T = h_{as} F_{as} (T_{as} - T_s) + h_{qd} F_{as} (T_{as} - T_{qh}) \quad (2.3)$$

На рисунке 2 представлена схема теплового баланса в комбинированной опреснительно-сушильной установке.

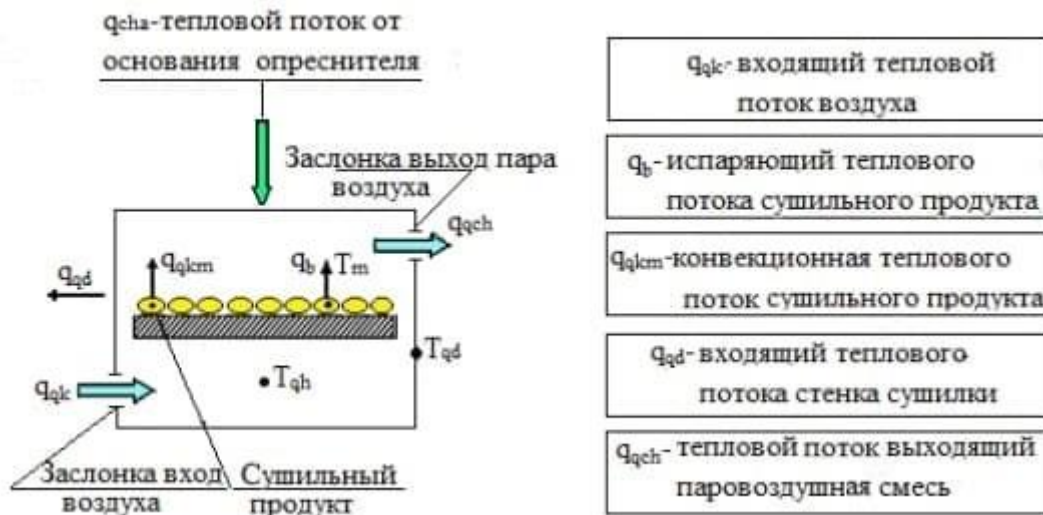


Рисунок 2. Схема теплового баланса в комбинированной опреснительно-сушильной установке

Уравнения теплового баланса сушильной камеры:

- для влажного воздуха внутри сушильной камеры:

$$c_{nh}m_{nh} \frac{dT_{nh}}{dt} = (h_b + h_{k2m})(T_{qm} - T_{nh})F_{qm} + \sum h_{qdk} F_i (T_{nh} - T_{qd}) - C_d F_{qch} \sqrt{2g\Delta H \Delta P} \quad (2.4)$$

для продукта:

$$c_{qm}m_{qm} \frac{dT_{qm}}{dt} = h_{k1m}F_{qm}(T_o - T_{qm}) + (h_b + h_{k2m})F_{qm}(T_{nh} - T_{qm}) \quad (2.5)$$

- для стен сушилки:

$$\alpha_d F_{hqd} q_{qd} = h_{qdtk} F_{qd} (T_{qd} - T_o) + h_{qdk} F_{qd} (T_{qd} - T_{nh}) \quad (2.6)$$

Предлагаемые уравнения теплового баланса элементов установки представляют собой систему нелинейных дифференциальных уравнений первого порядка. В этих уравнениях неизвестными величинами являются температуры элементов устройства. Мы преобразуем уравнения теплового баланса в алгебраические уравнения, используя неявную дифференциальную схему, и решаем их для температуры каждого элемента. Результатом является следующее уравнение:

- для температуры прозрачного покрытия:

$$T_{sh}^{t+\Delta t} = \frac{(h_b + h_k + h_n)T_s^{t+\Delta t} + (h_{nsh} + h_{ksh})T_o^{t+\Delta t} + \alpha \cdot q_T^{t+\Delta t}}{(h_b + h_k + h_n + h_{nsh} + h_{ksh})} \quad (2.7)$$

- для соленой воды внутри установки:

$$T_s^{t+\Delta t} = \left[1 - \frac{\Delta t}{c_s m_s} (h_{as} F_s + (h_{ns} + h_{rs} + h_{bs}) F_s) \right] T_s^t + \frac{\Delta t}{c_s m_s} \left[h_{as} F_s T_{as}^{t+\Delta t} + (h_{ns} + h_{rs} + h_{bs}) F_s T_{as}^{t+\Delta t} + (\tau \alpha)_{sam1} F_s q_T^{t+\Delta t} \right] \quad (2.8)$$

- для затемненного основания устройства:

$$T_{as}^{t+\Delta t} = \frac{h_{as}T_s^{t+\Delta t} + h_{qd}T_{nh}^{t+\Delta t} + (\tau\alpha)_{sam2} \cdot q_T^{t+\Delta t}}{(h_{as} + h_{qd})} \quad (2.9)$$

- для влажного воздуха, движущегося внутри сушилки:

$$T_{nh}^{t+\Delta t} = \left[1 - \frac{\Delta t}{c_{nh}m_{nh}} (h_b + h_{k2m} + \sum h_{qdk}F_i) \right] T_{nh} + \frac{\Delta t}{c_{nh}m_{nh}} \left[(h_b + h_{k2m})T_m^{t+\Delta t} + \sum h_{qdk}F_i T_{qd}^{t+\Delta t} - C_d F_{qch} \sqrt{2g\Delta H\Delta P} \right] \quad (2.10)$$

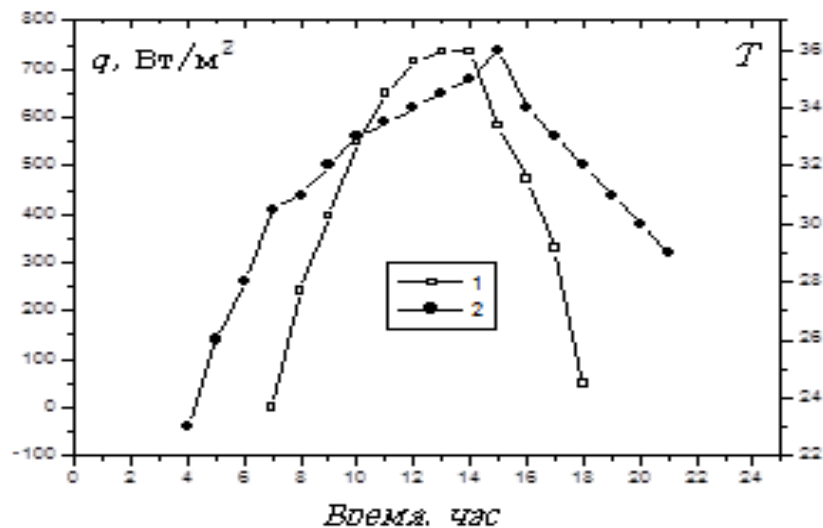
- для продукта, помещенного в сушилку:

$$T_m^{t+\Delta t} = \left[1 - \frac{\Delta t}{c_m m_m} (h_{k1m}F_m + (h_b + h_{k2m})F_m) \right] T_m^t + \frac{\Delta t}{c_m m_m} [h_{k1m}F_m T_o^t + (h_b + h_{k2m})F_m T_{nh}^t] \quad (2.11)$$

- для стенки сушилки:

$$T_{nh}^{t+\Delta t} = \frac{h_{qdtk}F_{qd}T_o^{t+\Delta t} + h_{qdk}F_{qd}T_{nh}^{t+\Delta t} + \alpha_d F_{qd} q_T^{t+\Delta t}}{h_{qdtk}F_{qd} + h_{qdk}F_{qd}} \quad (2.12)$$

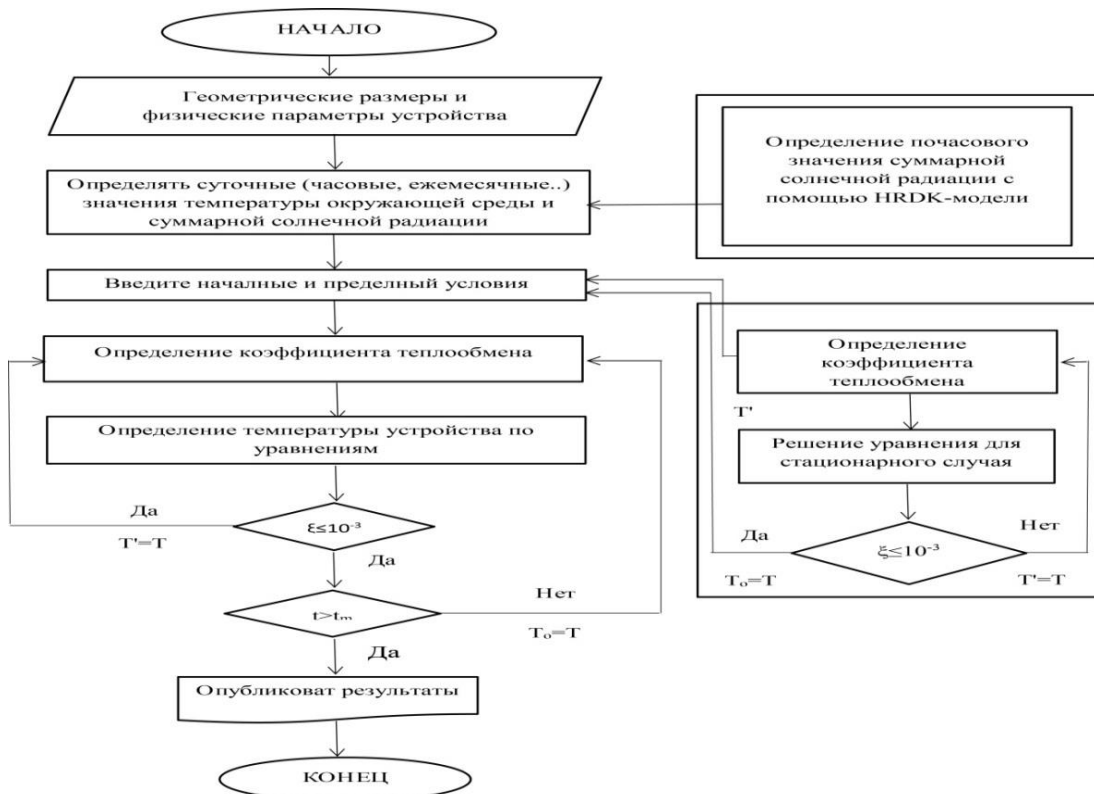
Полученные уравнения решаем методом последовательного приближения. В этом случае в качестве граничного условия принимается суточное изменение температуры окружающей среды и суммарное солнечное излучение, падающее на поверхности внешних элементов установки, показанные на рисунке 3.



1 - суммарное солнечное излучение, падающее на горизонтальную поверхность; 2- температура окружающей среды

Рисунок 3. График суточного изменения суммарного солнечного излучения

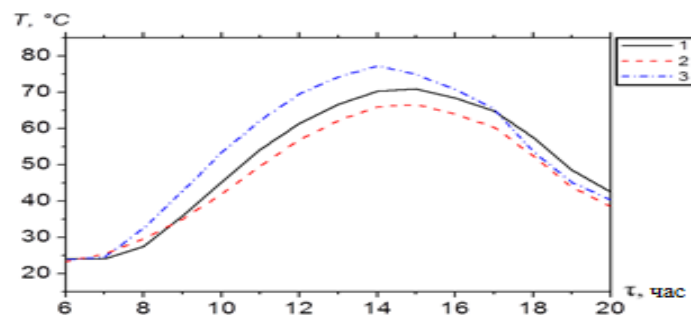
Алгоритм решения уравнений (7) - (12) численными методами показан на рисунке 4.



T - начальное приближенное значение температуры; T_0 - начальная температура

Рисунок 4. Алгоритм расчета математической модели

На рис. 5 показаны изменения температуры соленой воды в прозрачном слое и затемненные основания усовершенствованной наклонно-многоступенчатой опреснительной установки в течение дня. Видно, что при суммарном солнечном излучении падающем на горизонтальную поверхность равной 737 Вт/м^2 , максимальная температура соленой воды составляет $72 \text{ }^\circ\text{C}$, максимальная температура прозрачного слоя $65 \text{ }^\circ\text{C}$ и максимальная температура затемненного основания $78 \text{ }^\circ\text{C}$.



1- температура воды; 2 - Температура прозрачного барьера; 3 - температура основания установки

Рисунок 5. График суточного изменения температуры элементов солнечной опреснительной установки

На рис. 6 показано суточное изменение образования дистиллята в солнечном опреснителе. Образование дистиллята начинается около 9^{00} часов и продолжается до 20^{00} часов. Образование дистиллята при отсутствии солнечного света является результатом накопления солнечной энергии на

элементах установки. Максимальное производство дистиллята в течение дня приходится в период времени от 14⁰⁰ до 15⁰⁰ часов, а максимальное количество поступающей суммарной солнечной радиации составляет 737 Вт/м², а количество воды, поступающей от установки, составляет 0,6 кг/м² в час. Среднее количество образования дистиллята в течение суток, соответствующим данным параметрам, составляет 4,3 кг/м².

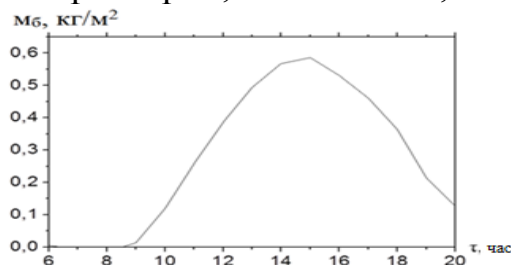


Рисунок 6. График суточного изменения образования дистиллята в солнечном опреснителе

На рисунках 7 и 8 показано образование дистиллята и значение КПД в солнечном опреснителе.

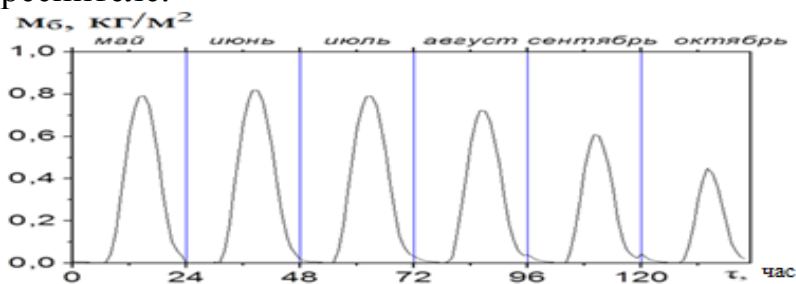


Рисунок 7. График изменения образования дистиллята в солнечном опреснителе (май-октябрь 2020 г.)

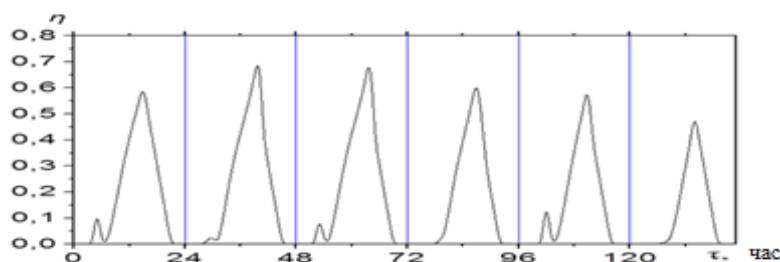


Рисунок 8. График изменения коэффициента полезного действия солнечного опреснителя (май-октябрь 2020 г.)

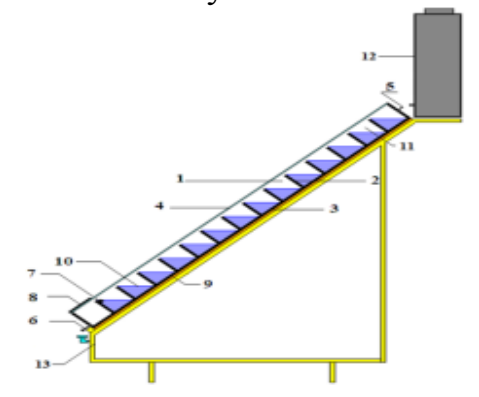
Среднесуточное количество накопления дистиллята за один сезон (май-октябрь) составляет 6,56 кг/м² в мае, 7,08 кг/м² в июне, 6,86 кг/м² в июле, 6,03 кг/м² в августе, в сентябре 4,64 кг/м² и 2,99 кг/м² в октябре. В течение сезона среднесуточное накопление дистиллята составляет 5,7 кг/м².

Заметно, что максимальные значения КПД установки выше 60% приходится в период с мая по август, а в период с сентября по октябрь составляет выше 40% (Рисунок 8).

В третьей главе диссертации, озаглавленной: «Разработка и экспериментальные исследования усовершенствованной

наклонно-многоступенчатой солнечной опреснительной установки», представлена предлагаемая экспериментальная солнечная опреснительная установка и принцип её действия, экспериментальные исследования процессов тепло-и массообмена.

На рисунке 9 представлена экспериментальная установка для исследования процесса тепло-и массообмена в усовершенствованной наклонно-многоступенчатой солнечной опреснительной установке.



1 - металлический корпус установки; 2 - ступеньки установки;
 3 - основание установки; 4 - прозрачная поверхность (стекло); 5- патрубок для соленой воды; 6 - патрубок отвода пресной воды; 7- патрубок отвода избытка соленой воды; 8- светозащитное покрытие; 9- теплоизоляционный материал; 10 - поверхность соленой воды; 11- объем паровоздушной смеси; 12- бак для хранения соленой воды; 13- деревянный каркас установки.

Рисунок 9. Усовершенствованная наклонно-многоступенчатая солнечная опреснительная установка

Экспериментальная установка предназначена для проведения экспериментальных исследований процессов тепло- и массообмена в солнечных опреснителях, а также определение эффективности и КПД установки при производстве пресной воды.

На рисунках 10,11 предствлены зависимости между максимальным количеством образованной пресной воды, угла наклона установки конструкции по отношению к горизонтальной плоскости, угла наклона ступенек по отношению к установке, а также расстояние между поверхностью соленой воды и прозрачной поверхностью.

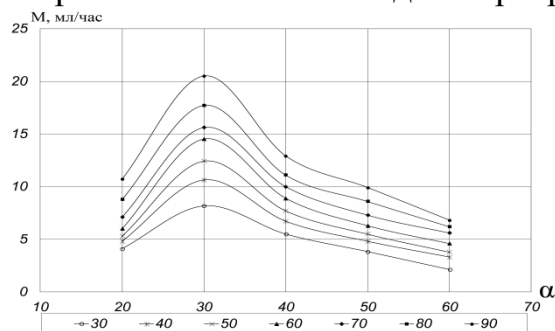


Рисунок 10. График зависимости количества образованной пресной воды от угла расположения ступенек установки

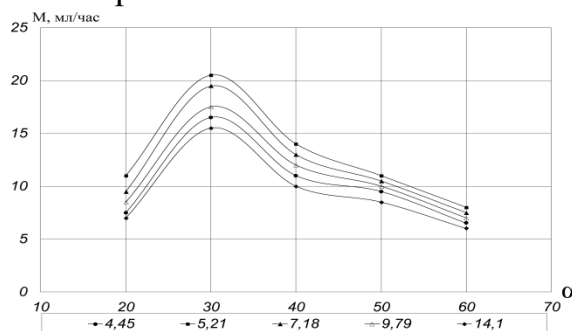
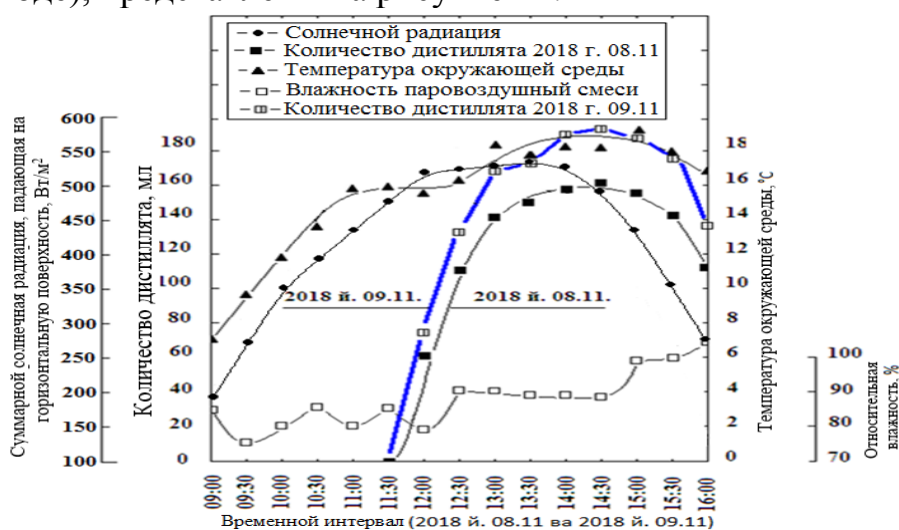


Рисунок 11. График зависимости количества образованной пресной воды от расстояния между поверхностью соленой воды и прозрачной поверхностью

На рисунке 10 показано количество пресной воды, образованное при изменении угла наклона установки от 20 до 60° и угла наклона установки ступеней от 30 до 90°. Согласно исследованию, при угле наклона установки 30° и угле установки ступеней 90° образование пресной воды максимально и составляет 20,5 мл/ч. На рисунке 11 показано количество пресной воды, образующейся при изменении угла наклона установки от 20° до 60° и расстояния между поверхностью соленой воды и прозрачной поверхностью от 4 см до 14 см. Согласно исследованию, при расстоянии между поверхностью соленой воды и прозрачной поверхностью равной 5,21 см, угол наклона установки составляет 30°, а угол наклона ступеней установки составляет 90°, опреснительная установка вырабатывает максимальное количество пресной воды в размере 20,5 мл/ч.

Результаты экспериментов, проведенных 8 и 9 ноября 2018 г. (при солнечной погоде), представлены на рисунке 12.



R-солнечная радиация, M-масса пресной воды, RH -относительная влажность паровоздушной смеси.

Рисунок 12. График результатов экспериментов, проведенных 8 и 9 ноября 2018 г

На рисунке 13 показаны среднечасовые значения коэффициента тепловой эффективности наклонного многоступенчатого солнечного опреснителя воды на протяжении дня. Как видно из графика, максимальное значение коэффициента тепловой эффективности установки составляет 64%.

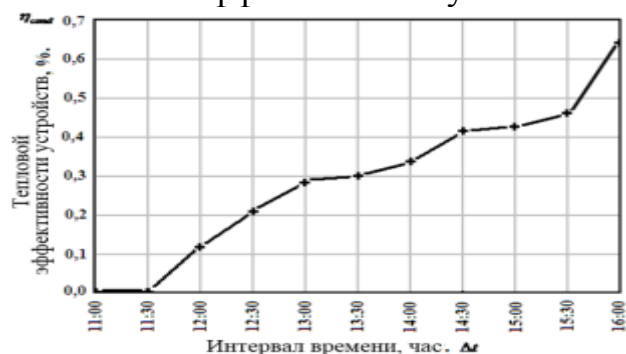


Рисунок 13. График суточного изменения коэффициента тепловой эффективности солнечной опреснительной установки

В экспериментах, проведенных 9 ноября 2018 г., на концах потрубок для слива пресной воды и слива соленой воды были установлены сифоны. По анализу экспериментальных результатов, при установке сифонов в патрубке отвода пресной воды и на конце патрубка отвода лишней соленой воды, количество образования пресной воды увеличивается на 18-20%.

На рисунках 14 и 15 представлена среднесуточная выработка пресной воды за период 11 и 12 июля 2020 года, а также сезонная выработка пресной воды опреснительной установкой.

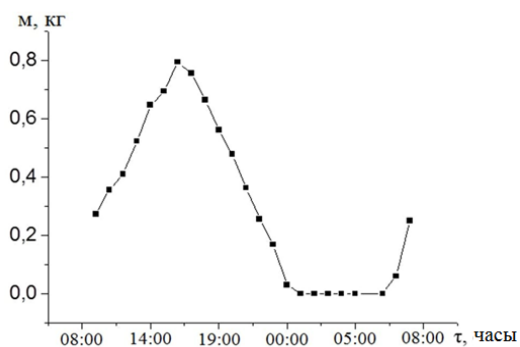


Рисунок 14. График количества суточного получения пресной воды, кг

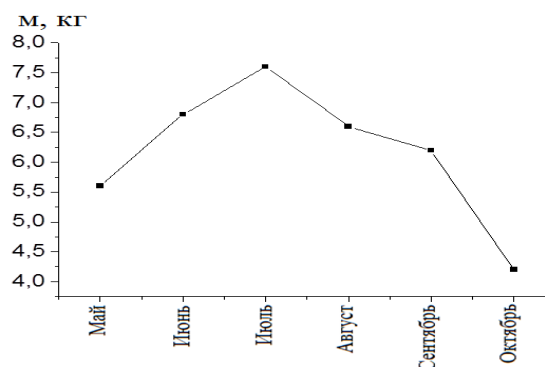


Рисунок 15. График среднего количества пресной воды, полученные в период май-октябрь (2020 г)

По результатам проделанных экспериментов установлено, что с поверхности одного квадратного метра усовершенствованной наклонно-многоступенчатой солнечной опреснительной установки можно получить в среднем 6 литров пресной воды в сутки в течение сезона.

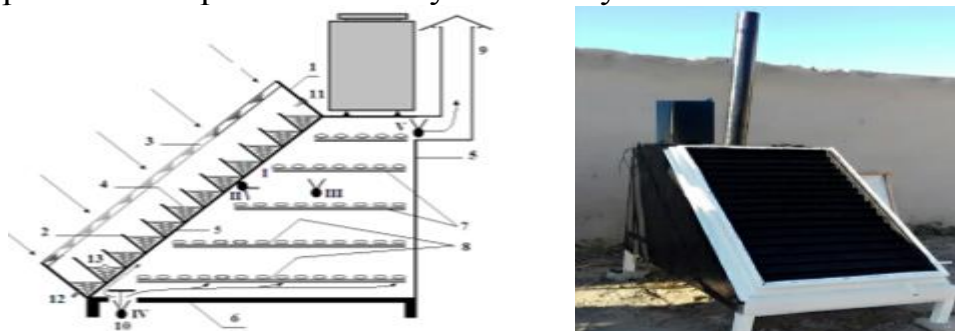
На основе обобщения результатов экспериментальных исследований, проведенных в сезоне 2020 г. (май-октябрь), было сформулировано эмпирическое уравнение:

$$M_k = 0,66 + 0,007 \cdot q_T + 0,07 \cdot (T_a - 273,15) \quad (13)$$

По полученному эмпирическому уравнению (13) определяют количество пресной воды, образующейся в установке за сутки, с учетом суммарного солнечного излучения, падающего на горизонтальную поверхность, и температуры наружного воздуха. Это эмпирическое уравнение подходит для диапазона $200 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \leq q_T \leq 600 \text{Вт}/\text{м}^2$, $283 \text{ К} \leq T_a \leq 313 \text{ К}$.

В четвертой главе диссертации, озаглавленной: **«Технико-экономические показатели и эффективность использования усовершенствованной наклонно-многоступенчатой солнечной опреснительной установки»**, приведены результаты повышения эффективности усовершенствованной наклонно-многоступенчатой солнечной опреснительной установки, оценка погрешности экспериментальных результатов и описаны результаты исследования экономических показателей.

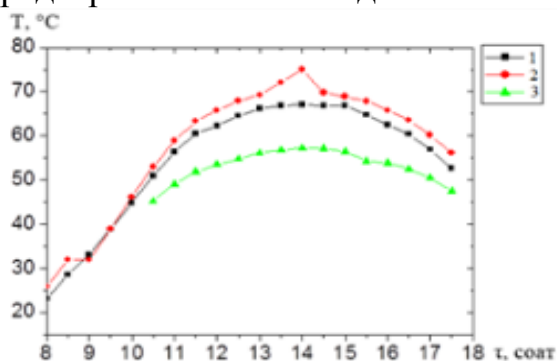
Для эффективного использования потерь тепла, выходящее через основание усовершенствованной наклонно-многоступенчатой солнечной опреснительной установки, конструкция опреснителя была скомбинирована с сушильной установкой. На рисунке 16 показаны общий вид и схема комбинированной опреснительно-сушильной установки.



1-корпус опреснителя; 2-металлические ступени; 3- прозрачная поверхность (стекло); 4-соленая вода; 5-сушильная установка; 6-основание; 7-полочки; 8-различные полочки для размещения продуктов для сушки; 9-воздухоотвод; 10-отверстие для проникновения воздуха; 11-патрубок; 12-патрубок для отвода пресной воды; 13-патрубок для отвода соленой воды

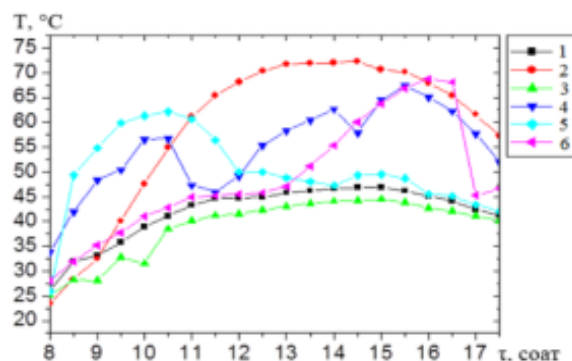
Рисунок 16. Комбинированная солнечная опреснительно-сушильная установка

В процессе проведения экспериментальных исследований комбинированной солнечной опреснительно-сушильной установки, получена пресная вода и осуществлена сушка плодов абрикоса. На рисунках 17 и 18 представлены результаты изменений температуры на элементах комбинированной опреснительно-сушильной установки полученные при предварительных исследованиях.



1-температура стекла; 2-температура соленой воды; 3-температура пресной воды

Рисунок 17. График изменения температуры на элементах опреснителя во времени



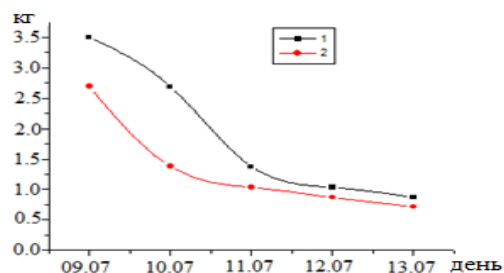
1-температура задней стенки сушильной камеры; 2- температура основания опреснителя; 3-температура нижнего основания сушилки; 4-температура верхней части сушилки; 5, 6-температура боковых стенок сушилки

Рисунок 18. График изменения температуры на элементах установки во времени

Результаты исследований, проведенной на экспериментальной установке, показывают, что количество тепла, передаваемого от основания

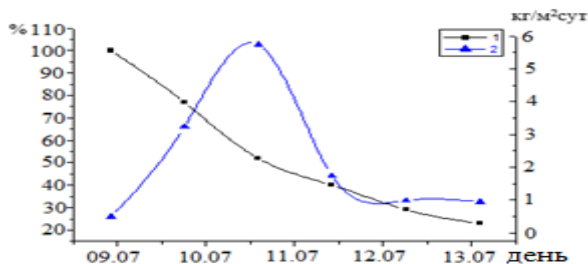
опреснителя в сушильную камеру, достаточно для сушки абрикосового продукта до требуемой влажности.

На рисунках 19 и 20 приведены экспериментальные результаты сушки абрикоса в комбинированной опреснительно-сушильной установке.



1-вес абрикоса до сушки; 2- вес абрикоса после сушки

Рисунок 19. График изменения влажности плодов абрикоса



1-содержание влажности продукта; 2- время сушки

Рисунок 20. График скорости сушки абрикосового продукта

На рисунках 19 и 20 представлены экспериментальные данные по изменению влажности и скорости сушки, по результатам которых заметно, что энергия переходящая от основания опреснителя к стенкам сушильной камеры для сушки 3,495 кг абрикоса достаточно 5 дней для получения требуемой влажности.

На рисунках 21 и 22 приведены результаты полученные при оценке технико-экономических показателей предлагаемой комбинированной солнечной опреснительно-сушильной установки.

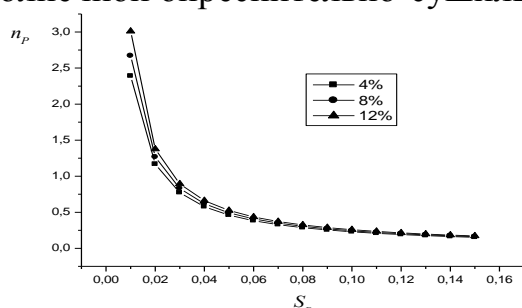


Рисунок 21. График зависимости срока окупаемости наклонно-многоступенчатой солнечной опреснительной установки от себестоимости пресной воды

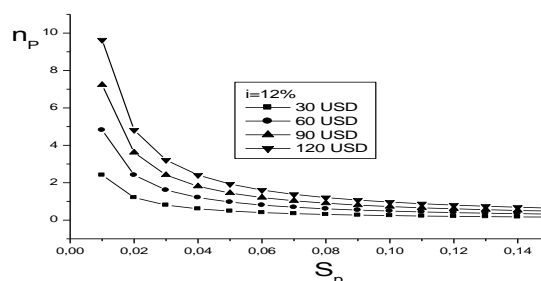


Рисунок 22. График зависимости срока окупаемости наклонно-многоступенчатой солнечной опреснительной установки от стоимости пресной воды при процентной ставке 12% и себестоимости установки равной 30,60,90, 120\$

В расчетах принимается следующее: срок службы установки $n=10$ лет; количество солнечных дней в году, 300-310 дней; масса получаемой пресной воды ежедневно, 4,5 литра; стартовая цена установки, $R=300000$ сум; процентная ставка $i=4-12\%$; стоимость одного литра пресной воды от 40,5 до 1500 сумов.

Расчет технико-экономических показателей показывает, что при изменении цены, продажа литра пресной воды от 40,5 сумов до 1500 сумов срок окупаемости сокращается соответственно с трех лет до трех месяцев. По рисунку 22 заметно, что при увеличении стоимости предлагаемой установки срок окупаемости увеличивается до 10 лет, а также при повышении эффективности установки срок окупаемости уменьшается до 1,5 лет.

Результаты расчетов показывают, что использование усовершенствованной наклонно-многоступенчатой солнечной опреснительной установки предотвращает выбросы в атмосферу за 1 сезон на квадратный метр в зависимости от вида топлива 542,6 кг углекислого газа при использовании угля и 180,9 м³ углекислого газа при использовании природного газа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате теоретических и практических исследований по теме диссертации были сформулированы следующие общие выводы:

1. Разработана новая научно обоснованная конструкция усовершенствованной наклонно-многоступенчатой солнечной опреснительной установки на основании анализа технологий и методов повышения технико-экономической эффективности солнечных опреснительных установок.
2. Разработана математическая модель процесса тепло-и массообмена в наклонно-многоступенчатой солнечной опреснительной установке, алгоритм расчета модели и компьютерная программа, определяющая величину суммарного солнечного излучения падающего на прозрачную поверхность установки.
3. Получено эмпирическое уравнение для определения количества получаемой пресной воды в солнечной опреснительной установке в зависимости от солнечной радиации и температуры окружающей среды на основании обобщения результатов экспериментальных исследований, проведенных в естественной среде над усовершенствованной наклонно-многоступенчатой солнечной опреснительной установкой.
4. Разработана комбинированная солнечная опреснительно-сушильная установка (№ FAP 01462), позволяющая одновременно получить пресную воду и сушку продуктов сельского хозяйства.
5. Усовершенствованная наклонно-многоступенчатая солнечная опреснительная установка была испытана в естественных условиях при различных значениях солнечной радиации, в результате чего количество полученного дистиллята составило 6 кг/сутки, а эффективность установки составила 61%.
6. Внедрение предложенной усовершенствованной наклонно-ступенчатой солнечной опреснительной установки в природных условиях Бухарской области, позволило достижению выработки до 1,08 м³ пресной воды с каждого квадратного метра установки, в результате чего было сэкономлено 95,7 кг условного топлива за период сезона, необходимого для этого процесса.

**SCIENTIFIC COUNCIL PhD.03/30.09.2020.T.111.03 ON AWARDING
SCIENTIFIC DEGREES AT KARSHI ENGINEERING-ECONOMICS
INSTITUTE**

BUKHARA STATE UNIVERSITY

MIRZAEV MIRFAYZ SALIMOVICH

ADVANCED TILT-MULTI-STAGE SOLAR DESTINATION PLANT

05.05.06 – Power plants on the basis of renewable energy

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

KARSHI – 2022

The theme of dissertation of doctor of philosophy (PhD) on technical sciences was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under № B2020.2.PhD/T206.

The dissertation was completed at the Bukhara State University.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is placed on the website of the Scientific council (www.qmii.uz) and on Information-educational portal «ZiyoNet» at the adress (www. Ziyonet.uz).

Scientific supervisor:

Mirzayev Shavkat Mustakimovich
doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Urishev Bobaraim
doctor of technical sciences, professor

Akhatov Jasurzhon Saidovich
doctor of technical sciences, scientist

Leading organization:

**National Research University "Tashkent
Institute of Irrigation and
Agricultural Mechanization Engineers"**

The defense of dissertation will take place "21" 03 2022 at 14⁰⁰ at a meeting of the Scientific Council number PhD.03/30.09.2020.T.111.03 at the Karshi engineering-economics institute. (Address: 180100, Karshi, Mustakillik street, 225. Phone: (99875) 224-02-89 / Fax: (99875) 224-13-95, e-mail: kiei_info@edu.uz.)

The doctoral dissertation can be found at the Information resource centre of the Karshi engineering-economics institute registered with № 18), Address: 180100, Karshi, Mustakillik street, 225. Karshi engineering-economics institute. Phone: (99875) 224-02-89 / Fax: (99875) 224-13-95, e-mail: kiei_info@edu.uz.)

Abstract of dissertation sent out on "21" 02 2022.
(mailing report № 8 on "21" 02 2022)


G.N. Uzakov
Chairman of scientific council for awarding
scientific degrees, doctor of technical sciences, professor
X.A. Davlonov
Member of the scientific council for awarding
scientific degrees, doctor of philosophy of technical sciences, docent
B. Urishev
Member of scientific Seminar under the scientific
council for awarding of scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor.

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research work is the development of an improved inclined-multi-stage solar desalination plant based on the study of heat and mass transfer processes in solar desalination plants.

The tasks of the research:

analysis of the current state of solar desalination plants and technologies;
modeling the heat balance of an inclined multi-stage solar desalination plant and conducting a numerical study;

development and experimental studies of an improved tilt-multi-stage solar desalination plant;

development and justification of the parameters of the combined desalination-drying plant;

substantiation of technical and economic indicators of an improved inclined-multi-stage solar desalination plant.

The object of the research work is an advanced inclined multi-stage solar desalination plant.

The scientific novelty of the research is as follows:

an improved design of an inclined-multistage solar desalination plant has been developed, which makes it possible to increase the intensity of evaporation in the working chamber of the solar desalination plant;

Equations have been obtained that allow calculating the heat balance of an improved inclined-multi-stage solar desalination plant, the change in temperature of salt water, a transparent surface and a darkened base of the plant, as well as moist air moving in the drying chamber based on a numerical solution;

a combined solar desalination-drying plant has been developed, which allows to reduce heat loss through the base of the solar desalination plant, and, at the same time, obtain fresh water and dry products;

a program was developed for calculating the hourly values of the daily energy of solar radiation incident on a flat transparent surface of an inclined multi-stage solar desalination plant;

an empirical equation was obtained that determines the change in the amount of fresh water received by the desalination plant depending on solar radiation and ambient temperature based on the generalization of the results of studies carried out in natural conditions.

Implementation of the research results. Based on research findings to develop an advanced multistage solar desalination plant:

a patent for a utility model of the Agency for Intellectual Property under the Ministry of Justice of the Republic of Uzbekistan (No. FAP 01462, 12/12/2019) was obtained for a combined solar desalination-drying plant designed to simultaneously obtain fresh water and dry agricultural products. As a result, the installation allows the simultaneous production of fresh water and high-quality dried fruits.

An improved tilting multi-stage solar desalination plant was introduced in the Bukhara region at the farm “Ilgom Yulduzi Zamini” (certificate of the Ministry of

Housing and Communal Services No. 01/12-5448 dated November 26, 2021). As a result, one square meter of installation per season allows saving 95.7 kg of standard fuel.

the program (DGU 05073) that calculates the power of the total solar radiation incident on the transparent surface of an inclined multi-stage solar desalination plant was used in the framework of the practical project No. A-13-3 carried out in 2016-2017 at the Bukhara State University on the topic renewable energy sources and the study of modeling processes in them” (reference of the Ministry of Higher and Secondary Specialized Education No. 89-03-3919 dated October 14, 2020). As a result, it is possible to theoretically determine the amount of solar radiation energy incident on the transparent surface of the desalination plant.

Approbation of research results. On the topic of the dissertation, 21 scientific papers were published, including 1 monograph, of which 5 articles were in scientific journals recommended by the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan, including 4 in republican and 1 in foreign scientific journals. Received 1 patent for a utility model and 1 certificate of a computer program of the Agency for Intellectual Property of the Republic of Uzbekistan.

The structure and scope of the thesis. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and applications. The volume of the dissertation is 114 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РУЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (1часть; part 1)

1. Комилов О.С., Шарипов М.З., Мажитов Ж.А., Мирзаев М.С. Разработка и исследование теплоэнергетических характеристик и конструкций солнечных опреснительных и сушильных установок. Монография. Бухоро 2020. с.300.
2. Мирзаев М.С., Мирзаев Ш.М. Қуёш чучитгич-қуритгич қурилмаси. // Фойдали моделга патент. № FAP 01462. 31.01.2020. №1.
3. Мирзаев М.С., Ибрагимов С.С., Мирзаев Ш.М. Экспериментальное исследование оптимального режима работы наклонно-многоступенчатой лабораторно-опытной опреснительной установки. // «Проблемы информатики и энергетики». Ташкент. 2018. №4. С. 66-79. (05.00.00; №5).
4. Мирзаев М.С., Самиев К.А. Қуёш чучитгич-қуритгич қурилмасида иссиқлик жараёнларини тадқиқ қилиш. // «Фан ва технолгиялар тараққиёти». Бухоро. 2018. №3. 106-111 б. (05.00.00; №24).
5. Mirzaev M.S., Samiev K.A., Mirzaev Sh.M. Experimental Study of Distance between Evaporator and Condensate of Inclined Multistage Desalination Plan. // «Applied Solar Energy», 2019, Vol. 55, No. 1, pp. 36–40. Allerton Press, Ins. (05.00.00; №4). Scopus.
6. Мирзаев М.С. Тепло - энергетические характеристики солнечной опреснительной установки с учетом скрытую теплоту конденсации. // «Проблемы информатики и энергетики». Тошкент. 2019. №4. с.79-85. (05.00.00; №5).
7. Мирзаев Ш.М., Мирзаев М.С. Солнечная наклонно-многоступенчатая опреснительная установка усовершенствованной конструкционной модели. // «Проблемы информатики и энергетики». Ташкент. 2020. №5. с. 71-77. (05.00.00; №5).

II бўлим (II част, part II)

8. Мирзаев М.С. Кўп поғонали қуёш сув чучитгичидаги жараёнларни тадқиқ қилиш. // Қишлоқ хўжалигида ресурс тежовчи инновацион технология ва техник воситаларни яратиш ҳамда улардан самарали фойдаланиш истиқболлари мавзусидаги Республика илмий-техник анжумани мақолалар тўплами. Қарши. 2019. 49-52 б.
9. Мирзаев М.С., Самиев К.А. Қуёш сув чучитгич қурилмасида лаплас тенгламаси ёрдамида иссиқлик узатиш коэффициентини келтириб чиқариш. // Конденсирланган ҳолатлар физикасининг замонавий муаммолари мавзусидаги II-Республика илмий-амалий анжумани. Бухоро. 2019. 100 б.
10. Мирзаев М.С., Самиев К.А. Қуёш сув чучитгичидаги иссиқлик алмашилиш жараёнларини назарий тадқиқ қилиш. // XXI асрда илм-фан тараққиётининг ривожланиш истиқболлари ва уларда инновацияларнинг туган ўрни мавзусидаги Республика илмий-онлайн конференция материаллари. Тошкент. 2019. №2. 92-96 б.
11. Мирзаев М.С. Кўп поғонали қуёш сув чучитгичи қурилмаси. // Физика фанининг ривожиди истеъдодли ёшларнинг ўрни РИАК-ХII Республика илмий анжуман материаллари. Тошкент. 2019. 230-233 б.
12. Мирзаев М.С. Методика определения допустимых размеров наиболее охватываемых размеров узлов конструкции наклонно - многоступенчатой опреснительной установки. // VI Глобальная Наука и Инновации международная научно-практическая конференция. Нур-Султан(Астана). 2019. с.232-234.
13. Мирзаев М.С., Файзиёва Х.А. Лаплас усулидан фойдаланиб қуёш сув чучитгичидаги иссиқлик алмашилиш жараёнларини назарий тадқиқ қилиш. // Қайта тикланувчи энергия манбалари ва барқарор атроф муҳитнинг замонавий муаммолари мавзусидаги халқаро анжуман материаллари. Тошкент. 2019. 97-99 б.
14. Mirzaev Sh.M., Mirzaev M.S. Development and experimental investigation of the heat and energy characteristics of solar tilt-multi-stage expressive installation. // Solar energy: priority

research and development trends. International Conference. 2019 Tashkent. Uzbekistan. 2019. p.50-51.

15. Мирзаев М.С. Қия-кўп поғонали қуёш сув чуқитгич қурилмасида иссиқлик ва масса алмашиш жараёнларини тадқиқ қилиш. // Математика, физика ва ахборот технологияларининг долзарб муаммолари мавзусидаги республика миқёсидаги онлайн илмий-амалий анжумани. Бухоро 2020. 256-258 б.

16. Мирзаев М.С. Қия-кўп поғонали қуёш сув чуқитгич. // Муқобил энергия манбаларидан фойдаланишнинг жорий ҳолати ва истиқболлари. Республика миқёсида илмий-амалий конференция материаллари тўплами. Наманган.2020. 207-209 б.

17. Мирзаев М.С., Самиев К.А. Қия-поғонали қуёш сув чуқитгичининг атроф муҳитга таъсирини баҳолаш. // Қайта тикланадиган энергия манбалари: илмий тадқиқотлар, инновацион технологиялар ва ишланмалар Республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами. Қарши.2020. 124-125 б.

18. Мирзаев М.С., Самиев К.А. Қия-поғонали қуёш сув чуқитгичининг техник-иктисодий курсатгичлари. // Тесника. 2020. 5-8 б.

19. Мирзаев М.С., Самиев К.А., Мирзаев Ш.М. Техничко-экономические показатели и оценка воздействия на окружающую среду усовершенствованной наклонной многоступенчатой солнечной установки для опреснения воды. // Путь науки Международный научный журнал. 2021. № 1 (83). с.17-23.

20. Мирзаев М.С., Самиев К.А. Исследование процессов в усовершенствованном наклонно - многоступенчатом солнечном опреснителе на математической модели. // Международная научно-практическая конференция. Дистанционные возможности и достижения науки. Киев, Украина, 2021, май-июнь. с. 71-72.

21. Мирзаев М.С., Самиев К.А., Арабов У.Ҳ. Ясси сиртга тушувчи йиғинди қуёш нурланиши қувватини ҳисобловчи компьютер дастури. // Электрон ҳисоблаш машиналари учун яратилган дастурнинг расмий рўйхатдан ўтказилганлиги тўғрисидаги гувоҳнома, № DGU 05073, 15.10.2017.

Автореферат «Инновацион технологиялар» илмий журнали таҳририятида
таҳрирдан ўтказилди ва унинг ўзбек, рус, инглиз (тезис) тилларидаги
матнлари мослиги текширилди 31.01.2022йил

Босишга рухсат этилди: 17.02.2022йил
Бичими 60x841/8 , «Times New Roman»
гарнитурда рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табағи 2,18 Адади: 80.

Буюртма: № 3

ҚарМИИ «INTELLEKT» нашриёти МИУда чоп этилган.
Қарши шаҳри, Мустақиллик кўчаси, 225-уй.