БАИМБЕТОВ ДИНМУХАМБЕТ БАИМБЕТОВИЧ

Регенеративті жылу сорғысы негізіндегі күн тұщыту жүйесіндегі эксперименттік және сандық зерттеулер

6D060300 – «Механика» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін диссертациясына

АННОТАЦИЯ

Жұмыстың жалпы сипаттамасы. Диссертациялық жұмыс жылу сорғысы бар күн дистилляторының эксперименттік және сандық зерттеуіне арналған. Диссертацияда жылу сорғысын күн дистилляторына қосу схемасының қасиеттері, сондай-ақ таза суды өндіруді арттыру үшін конденсация процесін қарқындату қарастырылады.

Жұмыстың өзектілігі. БҰҰ-ның әлемдегі су ресурстарының жағдайы туралы мәліметтеріне сәйкес, бүкіл әлем бойынша 2 миллиард адам (халықтың 26%-ы) қауіпсіз ауыз суға қол жеткізе алмайды, ал 3,6 миллиард адам (46%) қауіпсіз санитарияға қол жеткізе алмай отыр. Ауыз су тапшылығы мәселесі Қазақстанның кейбір аймақтарын да айналып өткен жоқ. Оңтүстік, орталық және батыс аймақтарда ауыз су тапшылығы байқалуда, оның ішінде Каспий теңізіне шығатын жалғыз аймақ – Маңғыстау облысы, мұнда теңіз суын тұщыландыру әдістерін қолдануға болады. Бұл өңірде ауыз судың негізгі екі көзі бар, онда жылу тұщыландыру және кері осмос әдістері қолданылады.

Бұл аймақта орталық коммуникацияларға (электр энергиясы, су жүйесі және т.б.) қол жетпейтін шалғайдағы ауылдық жерлер үшін жаңартылатын энергия көздерін пайдалана отырып, автономды және мобильді қондырғыларды дамыту қажет. Сондай-ақ, Маңғыстау облысында күн энергиясының үлкен әлеуеті бар. Өңірдің климаттық жағдайларына байланысты жылу сорғысының тиімділігі өте жоғары. Осы жұмыстың бағыты Маңғыстау облысының жағдайында жылу сорғысына негізделген күн және жылу тұщыландыру жүйесінің эксперименттік қондырғысын құруға арналған.

Жұмыстың мақсаты. Күн дистилляторының ішіндегі су буының конденсациясын бу-компрессиялық жылу сорғысын біріктіру арқылы қарқындатуды зерттеу.

Жұмыстың міндеттері.

- Бір еңісті күн дистилляторы мен жылу сорғысының прототипін құрастыру және олардың интеграциясын жүргізу;
- Өлшеу құралдарын, соның ішінде метеостанция мен деректер жинау жүйесін жинау;

- Күн дистилляторының жылу сорғысы бар компоненттерінің жылу балансын әртүрлі жүйе конфигурацияларын ескере отырып, математикалық модельдеу және есептеу үшін Python тілінде компьютерлік бағдарлама жасау;
- Эксперименттік деректерді өңдеу және алынған нәтижелермен салыстыру арқылы сандық модельді тексеру;
- Ақтау қаласының климаттық жағдайларында таза судың өнімділігін талдау.

Зерттеу әдістері. Зерттеу әдістері бір еңісті күн дистилляторы мен жылу сорғысының прототипін жинауды, олардың бірлескен жұмысына арналған интеграцияны, сондай-ақ метеостанция мен деректер жинау жүйесін қоса алғанда, өлшеу құралдарын орнатуды қамтиды. Жүйенің жылу балансын математикалық модельдеу әзірленіп, сандық есептеулер жүргізу үшін Python бағдарламасында іске асырылды. Мониторинг жүйесі арқылы алынған эксперименттік деректер өңделіп, модельді тексеру үшін сандық модельдеу нәтижелерімен салыстырылды. Жүйенің өнімділігі Ақтау қаласының климаттық жағдайларында тұщыландырылған су көлемі бойынша талданады.

Ғылыми жаңалығы.
- Жылу сорғысының буландырғышын су ыдысын жылыту үшін күн дистилляторына біріктіру;
- Жылу сорғысының буландырғышы мен конденсаторын жылуды қалпына келтіру үшін күн дистилляторына біріктіру.

Қорғауға ұсынылатын ғылыми тұжырымдар.
- Тек жылу сорғысының буландырғышын күн дистилляторына біріктіру арқылы су буының конденсациясын қарқындатуды талдау бойынша эксперименттік және сандық нәтижелер;
- Жылу сорғысының буландырғышы мен конденсаторын күн дистилляторына біріктіру арқылы су буының конденсациясын қарқындатуды талдау бойынша сандық нәтижелер.

Зерттеудің негізгі нәтижелерінің сипаттамасы. Зерттеу барысында интеграцияланған жылу сорғысы бар біржақты күн дистилляторының прототипі жобаланып, әзірленіп, сынақтан өткізілді, бұл оның тиімділігін нақты жағдайларда бағалауға мүмкіндік берді. Алынған эксперименттік деректер жылу сорғысын қолдану конденсация процесін жеделдетіп, жылу алмасуды жақсарту арқылы дистиллятордың өнімділігін айтарлықтай арттыратынын растады. Бұл энергия шығынын барынша азайту кезінде жоғары өнімділік талап етілетін жағдайларда өте маңызды.

Сонымен қатар, жүйенің жылу балансын математикалық модельдеу жасалып, эксперименттік мәліметтер негізінде сәтті тексерілді. Бұл модель жылу сорғысы бар күн дистилляторының түрлі климаттық жағдайлардағы мінез-құлқын, соның ішінде Маңғыстау аймағына тән жоғары температуралар мен қарқынды күн радиациясы

сияқты экстремалды ауа райы жағдайларын дәл болжайды. Модель сонымен қатар күн радиациясының қарқындылығы, ауаның ылғалдылығы және температура ауытқулары сияқты маңызды параметрлерді ескереді, бұл оны басқа аймақтардағы жүйенің жұмысын талдау үшін әмбебап құралға айналдырады.

Жүйенің өнімділігі қатал ауа райымен, құрғақ климаты және жоғары күн белсенділігімен сипатталатын Ақтау қаласының климаттық жағдайларында мұқият талданды. Нәтижелер көрсеткендей, бұл жүйе мұндай жағдайларда тиімді жұмыс істеп қана қоймай, сонымен қатар Маңғыстау облысының шалғай елді мекендерін тұщы сумен қамтамасыз етудің болашағы зор шешімі болып табылады. Бұл әсіресе орталықтандырылған инфрақұрылымға қолжетімділігі шектеулі аудандар үшін өзекті, мұнда автономды және мобильді жүйелер жалғыз су көзі болуы мүмкін. Осылайша, ұсынылған жүйенің тұщы су тапшылығы бар құрғақ аймақтарда қолдану мүмкіндігі зор.

Алынған нәтижелердің ғылыми жаңалығы. Ғылыми жаңалық күн дистилляторы мен жылу сорғысы интеграцияланған жүйесін әзірлеу болып табылады, бұл конденсация процестерін интенсификациялау арқылы өнімділікті арттыруға мүмкіндік береді. Алғаш рет жылу сорғысының тұщыландыру процесіне әсерін ескеретін жылу балансының математикалық моделі ұсынылды. Бұл модель эксперименттік деректер негізінде сәтті тексерілді, сондықтан болашақта осындай жүйелерді зерттеу мен әзірлеуде қолдануға жарамды. Зерттеу аясында жылу сорғысын күн дистилляторына қосу бойынша екі конфигурация қарастырылды. Бірінші конфигурацияда жылу сорғысының буландырғышы күн дистилляторының ішінде орналасқан, бұл конфигурацияда эксперименттік және сандық зерттеулер жүргізілді. Екінші конфигурацияда жылу сорғысының буландырғышы мен конденсаторы күн дистилляторының ішінде орналасқан және бұл конфигурация сандық түрде зерттелді.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы. Зерттеудің практикалық маңыздылығы жұмыстың шалғай және құрғақ аймақтардағы су мәселесін шешуге арналған әлеуетінде жатыр. Жылу сорғысы бар күн дистилляторының интеграцияланған жүйесі автономды түрде тұщы су өндіруге арналған, бұл орталықтандырылған сумен жабдықтау жүйелерінен алыс, ресурстары шектеулі аймақтар үшін өте маңызды. Жүйе сыртқы энергия көзінсіз жұмыс істей алады, бұл оны пайдалану шығындарын айтарлықтай азайтып, осындай аймақтар үшін экономикалық тұрғыдан тиімді шешім етеді.

Жүйенің әзірленген прототипі тұщыландырудың жоғары тиімділігін көрсетеді және оның құрылымын үлкенірек қондырғыларды құру үшін масштабтауға болады, бұл тек шағын елді мекендерді ғана емес, сондай-ақ тұтас аймақтарды сумен қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, жұмыс аясында ұсынылған математикалық модель болашақта тұщыландыру қондырғыларын жобалауда және оңтайландыруда қолданылуы мүмкін, бұл инженерлерге жақсартылған сипаттамалары бар және пайдалану шығындары аз жүйелерді әзірлеуге көмектеседі.

Бұл зерттеу сонымен қатар қолданыстағы тұщыландыру қондырғыларын жаңғыртуға негіз бола алады. Жылу сорғысы бар жүйені енгізу ағымдағы тұщыландыру технологияларының өнімділігін айтарлықтай арттырып, энергия шығындарын азайтуға мүмкіндік береді. Осылайша, жұмыстың нәтижелері таза технологияларды дамытуға ықпал етіп, тұщы су тапшылығы бар аймақтардың тұрақты дамуына жол ашуы мүмкін.

Жұмыстың мемлекеттік ғылыми бағдарламалармен байланысы. Бұл жұмыс келесі жобалар аясында орындалды:

- "Қазақстанның оңтүстік-батыс аймағы жағдайында теңіз суын тұщыландыруға арналған күн жылу сорғысы жүйесін модельдеу және әзірлеу" (2023-2025 жж., AP19175769);
- "Жылу сорғысына негізделген күн жылу тұщыландыру қондырғысын әзірлеу" (2022-2024 жж., AP14871988).

Докторанттың мақалаларды дайындаудағы жеке үлесі.

Докторант ғылыми мәселені және зерттеу мақсаттарын өз бетінше тұжырымдап, жылу сорғысы бар күн дистилляторының бірінші конфигурациясына арналған эксперименттік қондырғыны әзірлеп, қажетті эксперименттерді жүргізді. Сонымен қатар, докторант жүйенің жылу балансын математикалық модельдеп, екі конфигурация бойынша сандық зерттеулер жүргізді. Докторант алынған нәтижелерді талдап, эксперименттік деректер мен сандық модель арасындағы салыстыруды жүргізді, әдеби шолуды орындады, графиктер мен схемаларды дайындады, сондай-ақ мақалаларды ғылыми журналдарға рәсімдеп, жіберумен айналысты.

Докторант Scopus және/немесе Web of Science деректер базасына кіретін халықаралықғылыми басылымдарда жарияланған екі ғылыми мақаланы дайындауда маңызды үлес қосты.

1. D. Baimbetov, Ye.Karlina, Ye.Yerdesh, S.Syrlybekkyzy, A.Toleukhanov, M.Mohanraj, Ye.Belyayev. Thermal analysis of a compression heat pump-assisted solar still for Caspian regions of Kazakhstan // Springer Nature, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2024). https://doi.org/10.1007/s10973-024-13446-4 (WoS: Квартиль – Q2, Scopus: Процентиль – 87, SJR – 0.585). Диссертация авторы тапсырманы қоюға, бағдарламалық кодты әзірлеуге, есептеулер жүргізуге және мақаланы рәсімдеуге қатысқан. Бірінші автор болып табылады.

2. Baimbetov, D.; Yerdesh, Y.; Karlina, Y.; Syrlybekkyzy, S.; Radu, T.; Mohanraj, M.; Belyayev, Y. / Numerical Estimation of Potable Water Production for Single-Slope Solar Stills in the Caspian Region // MDPI. Water 2024, 16, 2980. doi.org/10.3390/w16202980. (WoS: Квартиль – Q2, Scopus: Процентиль – 84, SJR – 0.724)

3. S.Syrlybekkyzy, A.Zhidebayeva, A.Aitimova, D. Baimbetov, L.Taizhanova DEVELOPMENT AND EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF NEW DESIGNS OF SOLAR DESALINATION POOLS FOR THE PRODUCTION OF FRESH WATER IN HOT CLIMATES // National Academy of Science Republic of Kazakhstan, News of the National Academy of Sciences of the Republic of

Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences (стр. 179-195, №4, 2024). https://doi.org/10.32014/2024.2518-170X.418 (WoS: Квартиль – Q3, Scopus: Процентиль – 42, SJR – 0.378). Диссертация авторы тапсырманы қоюға, бағдарламалық кодты әзірлеуге, есептеулер жүргізуге және мақаланы рәсімдеуге қатысқан

Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті (ҚОҚСНВО) ғылыми қызметтің негізгі нәтижелерін жариялауға ұсынған ғылыми басылымдарда 1 мақала жарияланды.

1. Е.И. Карлина, Е.Б. Ердеш, Д.Б. Баимбетов, И.Б. Джамакеев, М. Моханрадж, Е.К. Беляев. *«ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДВУХФАЗНОГО ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ИСПАРЕНИИ И КОНДЕНСАЦИИ ВНУТРИ СОЛНЕЧНОГО ДИСТИЛЛЯТОРА» была опубликована в журнале «Вестник Казахстанского-Британского технического Университета» входящий в перечень изданий, рекомендуемых КОКНВО МНВО РК(https://doi.org/10.55452/1998-6688-2024-21-3-281-301).* Диссертация авторы тапсырманы қоюға, бағдарламалық кодты әзірлеуге, есептеулер жүргізуге және мақаланы рәсімдеуге қатысқан

Халықаралық ғылыми конференцияларда 2 тезис жарияланды.

1. D. Baimbetov. Experimental and Numerical Study of Solar Still for the Caspian Region of Kazakhstan // The 19 th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems(*SDEWES-2024*) (University of Sapienza, Rome, Italy), Выступал докладом.
2. D. Baimbetov. Thermal performance analysis of a heat pump assisted regenerative solar still // 3rd Journal of thermal analysis and Calorimetry Conference and 9th V4 (Joint Czech-Hungarian-Polish-Slovakian) Thermoanalytical Conference 2023 / June 20–23, 2023 / Balatonfüred, Hungary