

## ЖЕР АСТЫ ЖЫЛУ АЛМАСТЫРҒЫШТАҒЫ ЖЫЛУ АЛМАСУ ПРОЦЕСІН ЗЕРТТЕУ ӘДІСТЕРІ

С.Ж. Накипова<sup>1</sup>, К.М. Шаймерденова<sup>2</sup>, Б.А. Ахмадиев<sup>3</sup>,  
А. Рахманқызы<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Докторант, академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, [sn88.06@mail.ru](mailto:sn88.06@mail.ru)

<sup>2</sup>Профессор, академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, [gulzhan.0106@mail.ru](mailto:gulzhan.0106@mail.ru)

<sup>3</sup>Аға оқытушы, академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, [akhmadiyev\\_bektursyn@mail.ru](mailto:akhmadiyev_bektursyn@mail.ru)

<sup>4</sup>Оқытушы, академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, [akerke.rakhmankyzy@mail.ru](mailto:akerke.rakhmankyzy@mail.ru)

Бүгінгі таңда көптеген елдерде электр энергиясын өндіру әртүрлі заманауи тәсілдермен жүзеге асырылады, олар қазіргі заманға сай келеді. Жылу энергиясын өндіруде жылу сорғылары технологиясын қолдану – ең тиімді энергетикалық шешімдердің бірі. Бұл технология энергияны үнемдеу мақсатында жер астындағы су, су қоймалары, табиғи су ағындары сияқты жылу көздерін пайдалануға мүмкіндік береді. Оның экологиялық тиімділігі – жану процесінен шығатын булық газдарының атмосфераға таралуын болдырмау болып табылады. Осылайша, газ бен сұйық отындарды пайдалану ескі қазандықтарды алмастырудың қажеттілігі емес, жылу сорғыларын қолданудағы өзекті мәселелердің бірі болып саналады. Бұл тек отын шығынын төмендетіп қана қоймай, сонымен қатар атмосфераға көмірқышқыл газының шығарындыларын азайтуға да ықпал етеді.

Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университетінің физика-техникалық факультетінің профессор Ж.С. Ақылбаев атындағы инженерлік жылу физикасы кафедрасының «Дәстүрлі емес энергия көздерін зерттеу» зертханасында жер асты жылу алмастырғышындағы жылу алмасу процесітерін зерттеу үшін арнайы сынақ стендінде эксперименттер жүргізілді. U-тәрізді жер асты жылу алмастырғышының айналасындағы температуралық таралу эксперименттік әдіспен анықталды. Бұл мәліметтер құбырдың жер бетіндегі айналасында температураның қалай өзгеретінін көрсетіп берді.

Алынған деректер негізінде тәуелділік графиктері жасалды. Әртүрлі ылғалдылықтағы құмның температурасының өзгеруіне

*тәуелділік анықталып, осы өзгерістерге қатысты температура айырмашылығына байланысты тәуелділік графигі сызылды.*

**Кілт сөздер:** жылу берілісі, жылу алмасу, жер, температура, датчик, жылу алмастырғыш, энергия.

Қазіргі таңда дамыған елдерде баламалы энергия көздерін іздеу мен қолдану экономикалардың болашағына әсер ететін маңызды стратегия ретінде қарастырылады. Қазақстанның энергетика саласы қазба отындарының бағасының өсуі мен экологиялық мәселелерге байланысты түбегейлі жаңартылуда. Бұл мәселелерді шешудің тиімді жолы — энергияны аз тұтынатын жаңа технологияларды енгізу, олар жаңартылатын энергия көздері ретінде қызмет ете алады.

Қалыптан тыс энергия көздерін пайдалану арқылы жылумен жабдықтау жүйесін жетілдірудің артықшылығы — энергия шығынын азайту және экологиялық таза, автономды жылу жүйесін құруға мүмкіндік береді. Төмен сапалы жер асты жылуын пайдалану үшін жылу сорғысының жылу алмастырғыштарын орнату мақсатында арнайы бұрғыланған ұңғымалар дайындалуы қажет. Көлденең және тік ұңғымаларды алу үшін әртүрлі бұрғылау әдістері қолданылуы мүмкін. Көлденең жер асты жылу алмастырғыштары ғимараттың жанында, таяз тереңдікте орнатылады және мұндай жүйелер қолжетімді аумақтың көлемімен шектеледі. Тік жер асты жылу алмастырғыштары геологиялық орта түрлерінің көпшілігінде тиімді жұмыс істейді, алайда төмен жылу өткізгіштігі бар жерлерде, мысалы, құрғақ құм немесе құрғақ қиыршық тас сияқты жерлерде олардың тиімділігі төмендейді. Тік жер асты жылу алмастырғыштары бар жүйелер қазіргі уақытта кеңінен пайдаланылады.

Мұндай құрылғылардың арасында ең тиімді және кеңінен қолданылатындары — жылу сорғылары [1]. Жылу сорғылары жылыту және ыстық су жабдықтау үшін энергия көзі ретінде қызмет етеді. Олар жылу тасымалдаушы ретінде өте ыңғайлы, үнемді және экологиялық таза жылыту жүйесін қамтамасыз етеді. Басқа генераторлардан басты ерекшелігі — олар жылу энергиясын, мысалы, электр энергиясы, газ және басқа көздер арқылы өндіреді. Жылу сорғылары арқылы жылу өндіргенде 75% энергия қоршаған ортадан алынады, ал қалған 25% жылу сорғысының компрессорының жұмыс істеуі үшін қажет электр энергиясына жұмсалады. Басқаша айтқанда, жылу сорғысын пайдаланатын адам шығындардың 70%-ын үнемдейді.

Бүгінгі таңда жылу сорғысы құрылғылары энергияны үнемдеу үшін тиімді құрал болып табылады, себебі отын түрлері мен электр

энергиясының бағаларының өсуі байқалады. Жылу жабдықтау үшін жылу сорғыларын қолдану экономикалық және экологиялық тұрғыдан тиімді технологияларды пайдалануға мүмкіндік береді, өйткені олар атмосфераға көмірқышқыл газын және басқа зиянды заттарды шығаруды болдырмайды. Жылу сорғылары алғаш рет жылыту жүйесінде қолданылғаннан бері, газ қазандықтары экономикалық тұрғыдан бәсекеге қабілетсіз екенін көрсетті.

Осылайша, жылу сорғылары басқа жылумен жабдықтау жүйелерін алмастыруға бағытталды. Жылу сорғыларында арзан жылу көзі ретінде өнеркәсіптік және тазартылған тұрмыстық ағынды сулар, геотермалдық және артезиандық жылу, жер асты жылуы, күн энергиясы және басқа да баламалы энергия көздері қолданылады. Жылу тасымалдаушы жер астында көлденең және тік орнатылады. Жердің тереңдіктерінде орналасқан тік жылу алмастырғыштар жер бетінің деңгейінен 10-20 м тереңдікте орналасқан төмен сапалы жылу энергиясын пайдалануға мүмкіндік береді. Жылу тасымалдаушы жер астына 25-200 м тереңдікке салынған құбырлар арқылы айналады. Қоршаған ортаның жылуы су мен антифризбен тасымалданады, мұздану нүктесі шамамен 13°C құрайды. Бұл жүйенің жұмыс процесі кезінде мұзданудың болуына жол берілмейді [2].

Түйін айналмалы насоспен сорылып, жылу сорғысы мен жылу оқшаулауды пайдаланып ғимаратты жылыту үшін қолданылады. Осы себепті, жылу алмастырғыштың беті күн сәулесінің әсеріне бейімделуі қажет. Бұл беттер жылу алмастыратын полиэтилен немесе металл-құрылымды пластикалық құбырлардан жасалады, олардың диаметрі 25-40 мм аралығында болады.

Осыған байланысты, жұмыстың мақсаты — құмды топырақтағы жылу алмастыру құбырларының айналасындағы температуралық үлгіні зерттеу болып табылады. Мақсатқа жету үшін әртүрлі массалық концентрациядағы судың уақыт бойынша температуралық өзгерісі зерттелді.

Зерттеу әдістері жылу сорғыларын пайдалану бойынша отандық және шетелдік тәжірибелерді талдауға, жылу алмастырғыштар үшін бұрғылау ұңғымаларының параметрлерін механикалық және электрлік импульс әдістерімен анықтауға, сондай-ақ жер асты жылу алмастырғыштарының жылу алмасу процесін зерттеуге негізделген. Электрлік гидропульсациялық технологиялар жылу алмасу процесін жақсартып, жылуды тиімді жоюға мүмкіндік береді [3].

Жер асты жылу алмастырғыштарындағы жылу алмасу процесерін зерттеу үшін «Дәстүрлі емес энергия көздерін зерттеу» зертханасында сынақ стендінде тәжірибелер жүргізілді. Бастапқы параметрлер:

- Жер температурасы:  $t=10^{\circ}\text{C}$ ;
- Қоршаған орта температурасы:  $t=23^{\circ}\text{C}$ ;
- U-тәрізді жылу алмастырғыш диаметрі:  $D/d = 32/25$  мм.

Эксперименттер әртүрлі жер жағдайларында жүргізілді. Стендтің талаптары — ұңғыманың үзіліссіз энергиямен жабдықталуы және жылу тұтынуды өлшеудің дәлдігі. Температураны бақылау үшін құбыр бойымен және U-тәрізді жылу алмастырғыштың ортасында тік датчиктер орнатылды. Датчиктар температураны бірнеше жерде өлшеді, әсіресе U-құбырдың әртүрлі қашықтықтарында.

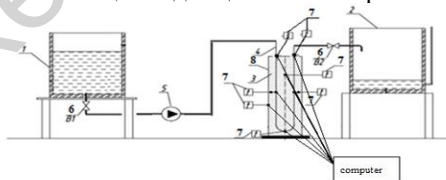
Температура мәліметтері Temp Кеерг бағдарламасы арқылы алынды, бұл бағдарлама өзгерістерді бақылап, қажет болған жағдайда дабыл сигналымен ескерту жасайды.

1-суретте тік жылу алмастырғыштардағы жылу беру процесін зерттеу үшін сынақ стенді көрсетілген.



1-сурет. Эксперименттік сынақ стенді

2-сурет жер асты жылу алмастырғыштарындағы жылу алмасу процестерін зерттеу үшін сынақ стендінің схемасы көрсетілген.



2-сурет. Жер асты жылу алмастырғыштарындағы жылу алмасу процестерін зерттеу үшін сынақ стендінің схемасы 1 – су жинау резервуары; 2 – өлшеулерге арналған резервуар; 3 – жер; 4 – жермен байланысқан U-тәрізді тік жылу тасымалдау бөлімі; 5 – айналымды сорғы; 6 – клапан (B1, B2); 7 – температураны бақылау үшін электронды датчиктар; 8 – ағаш қорап.

Бастапқыда құрғақ топырақтағы әртүрлі радиус бойынша температураның өзгеруі анықталды. U-тәрізді құбыр арқылы суық су 0,098 м/с жылдамдықпен өткенде, әртүрлі қашықтықта орналасқан жылу датчиктарының көрсеткіштері әр 10 минут сайын алынған. Олар құбыр айналасындағы жердегі температураның өзгерістерін көрсетті [4].

Жердің құбырының айналасындағы температура уақыт өткен сайын құбырдан алыстаған сайын салыстырмалы түрде жылдамырақ төмендейді. Құбырдан шығатын температура оның кіреберісіндегі температурадан жоғары болып табылады, себебі бұл айырмашылық жерден құбырға жылудың берілуіне байланысты пайда болады.

Жердің беткі қабаттары шексіз сыйымдылығы бар жылу аккумуляторы болып табылады, оның термиялық жағдайы күн сәулесі мен жердің ішкі қабатынан келетін радиогендік жылу ағынының әсерінен қалыптасады. Жер асты жылу алмастырғышының айналасындағы температура жылу алынған сайын төмендейді. Топырақтың ылғалдылығы мен оның саңылау кеңістігіндегі ылғалдың миграциясы жердің төмен сапалы жылу энергиясының қасиеттеріне әсер етеді, сондықтан бұл процестерге ерекше назар аудару қажет.

Жерде жылу қатты бөлшектер, су және ауамен беріледі, ал жылу өткізгіштік минералогиялық және гранулометриялық құрамға, ылғалдылық пен ауаның құрамына, тығыздығына байланысты болады. Су ылғалдылығы артқан сайын жылу өткізгіштік күрт артады, себебі су ауаның жылу өткізгіштігінен 30 есе жоғары. Егер саңылаулар толығымен суға толса, топырақтың жылу өткізгіштігі максималды мәнге жетеді. Топырақтың механикалық элементтерінің мөлшері ұлғайған сайын жылу өткізгіштік те жоғарылайды. Мысалы, ірі құмның жылу өткізгіштігі ұсақ ұнтақ фракциясына қарағанда екі есе көп.

Температураның өзгеруі топырақтың жылу өткізгіштігіне аз әсер етеді.  $-50^{\circ}\text{C}$ -тан  $+50^{\circ}\text{C}$ -қа дейін температура аралығында жылу өткізгіштік коэффициенті 25%-ға өзгеруі мүмкін. Сондай-ақ, ұнтақтан ірі құмға дейін дәннің көлемі ұлғайғанда жылу өткізгіштік екі есе артады. Осыған байланысты тәжірибе топырақта судың масса концентрациясы 1%, 3% және 7% болғанда қайталанды.

Құмның температурасы біртіндеп төмендейді, бұл құмның жылуын мұзды сумен толтырылған құбырға беретінін көрсетеді. Орындаған зерттеу нәтижелері бойынша келесі қорытындылар жасалды: құрғақ құмда температура бір жарым сағат ішінде  $19^{\circ}\text{C}$ -тан  $15^{\circ}\text{C}$ -қа дейін төмендесе, ылғалды құмда бұл өзгеріс  $19^{\circ}\text{C}$ -тан  $13,5^{\circ}\text{C}$ -қа дейін болды. Бұл ылғалды құмның жылу алуын арттыратынын

көрсетеді. Жарты сағаттан кейін температура өзгерісі тұрақталады. Сонымен қатар, құмның температура айырмасы ылғалдылық мөлшері артқан сайын азаяды.

Ылғалдылық мөлшері артқан сайын құмның температура айырмашылығы біртіндеп артады. Бұл ылғалды құмның ішіндегі су ауа кеңістіктерін толтырып, жылу алмасуды жеңілдететінімен түсіндіріледі. Демек, ылғалдылықтың артуы жылудың құбырға тиімді түрде берілуін қамтамасыз етеді, ал температура да осыған сәйкес жоғарылайды.

Қазіргі таңда жерден жылу алу үшін стандартты жылу алмастырғыштар жоқ, сондықтан мұндай жүйелер әрбір нақты объект үшін бөлек жобалануы тиіс. Термиялық физика тұрғысынан жер жүйесінің күрделілігін атап өту қажет. Сынақ стендтерінде жүргізілген зерттеулерде құрғақ және ылғалды құмның температурасы мен құмдағы температураның полиэтилен құбырының айналасындағы таралуы анықталды. Жүргізілген тәжірибелер құрғақ топырақтағы температураның өзгерісі ылғалды топыраққа қарағанда үлкен екенін растады.

Осылайша, капиллярлы-саңылаулы жүйелерде, мысалы, жылу жою жүйесінің топырақ массасында, саңылау кеңістігіндегі ылғал жылу таралу процесіне айтарлықтай әсер етеді. Ылғалданған құмның эквивалентті жылу өткізгіштігі ылғалданған балшыққа қарағанда жоғары және ылғалдылық мөлшері 1%-дан 7%-ға дейін артқан сайын артады. Балшықтың жылу өткізгіштігі 2-ден 4 W/(м<sup>2</sup>·°C) аралығында болса, құм үшін бұл көрсеткіш 5 W/(м<sup>2</sup>·°C) және одан жоғары болады. Демек, құмның ылғалдылығы жоғарылаған сайын оның жылу өткізгіштігі де артады.

### **Қолданылған әдебиеттер**

1. Сибикин Ю.Д., Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие / Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. - Изд.: Бюро новой техники,. – М.: Кнорус, 2010. – 232 с.

2. Амерханов Р.А.// Тепловые насосы и их роль в решении проблем энергосбережения и защиты окружающей среды - Менеджер-эколог, 2008. – №3. – С. 65 – 68.

3. Шуюшбаева Н.Н., Қусаинов К., Ахмадиев Б.А., Алтаева Г.С., Шокимова Г.К. Электрогидроимпульсная технология бурения скважин при различных геологических разрезах. Знание. 2015. №11-1. – С. 33-38.

4. Kusaiynov K., Shuyushbayeva N. N., Shaimerdenova K. M., Nurgalieva Zh. G., Omarov N. N. Study of the Heat-Transfer Processes of