

Қазақстан Республикасы Білім және ғылым Министрлігі  
Е.А.Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті

**К. М. Шаймерденова**

**ЖЫЛУ СОРҒЫ ҰҢҒЫМАЛАРЫНАН  
ЖЫЛУ АЛУДЫҢ ТИІМДІ ТЕХНОЛОГИЯСЫ**

Қарағанды  
2019

**ӘОЖ 621.3(035.3)**

**КБЖ 31.2**

**Ш18**

*Е.А.Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университетінің Ғылыми Кеңесінде ұсынылды*

**Пікір жазғандар:**

Көкетаев Т.А. – физика-математика ғылымдарының докторы, Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университетінің профессоры;

Тутанов С.К. – техника ғылымдарының докторы, Қарағанды мемлекеттік техникалық университетінің профессоры.

**Шаймерденова К.М.**

**Жылу сорғы ұңғымаларынан жылу алудың тиімді технологиясы:** Монография – Қарағанды: «Типография Арко» ЖШС, 2019. - 108б.

**ISBN 978-601-204-483-6**

Монографияда теориялық және тәжірибе мәліметтері негізінде, зерттеу жұмыстары барысында электрогидроимпульсті өңдеу әдісімен жылусорғы ұңғымалардан жылу энергиясын тиімді алудың технологиясы қарастырылған. Зерттеу нәтижелері мен оңтайлы параметрлері келтірілген.

Жоғары оқу орындарының «Техникалық физика», «Жылу энергетикасы» мамандықтарының студенттері, магистранттары және PhD докторанттарға, ғылыми саладағы инженер-техник мамандарға, «Дәстүрлі емес энергия көздері» пәніне қолдануға ұсынылады.

**ӘОЖ 621.3(035.3)**

**КБЖ 31.2**

**ISBN 978-601-204-483-6**

**© Шаймерденова К.М., 2019**

## КІРІСПЕ

Қазақстан Республикасының ғылымын дамытудағы басым бағыттар жаңартылатын энергия көздерін пайдаланумен тығыз байланысты. Энергетика саласы, оның ішінде жылуэнергетикасы энергия көздерінің неғұрым тиімді болатын балама түрлерін жүзеге асыруға негізделген.

Әлемдік нарықта органикалық отынның қымбаттауымен және экологиялық мәселелердің өршуі салдарынан көптеген дамыған елдерде дәстүрлі емес энергия көздерін белсенді түрде қолданысқа енгізу маңызды мәселелердің бірі болып отыр. Бұл мәселелерді шешудің пайдалы жолдарының бірі дәстүрлі емес қайта қалпына келетін энергия көзін қолданатын, энергия үнемдейтін жаңа технологияларды қолданысқа енгізу [1].

Дәстүрлі емес энергия көздерін пайдаланатын жылумен жабдықтау технологияларының дәстүрліден артықшылығы болып, оларда жылумен жабдықтауда энергия шығынының азаюы, экологиялық тазалығы, автономды жылумен жабдықтау жүйесіндегі жаңа мүмкіндіктері саналады. Сондай құрылғылардың ішіндегі кең қолданыс тапқаны – жылу сорғылары [2].

Жылу сорғылары – жылу энергиясын төмен потенциалды жылулық энергия көзінен тұтынушыға жоғары температуралы ортаға жылулық энергияны тасымалдайтын құрылғы. Төмен потенциалды жылулық энергия көзінің біріне жер қойнауы жатады.

Жылуалмастырғыш ұңғыларын бұрғылау кезінде жұмсақ жер қабаттарымен бірге қалыңдығы әртүрлі тастардың кездесетіндігі анық. Әлемде жылуалмастырғыш ұңғыларды дайындаудың шнектік бұрғылау, бұрғылаудың роторлық тәсілі, шаржымен бұрғылау, бұрғылаудың бағаналық тәсілі, алмазбен бұрғылау және т.б. әдістері кеңінен тараған. Осы тәсілдердің негізгі кемшіліктері үлкен энергия қоры мен қаражатты қажет етеді.

Қалыңдықтары әр түрлі тастардың үгітілуінің ұшқынды разрядпен соққылау санына тәуелді болады. Мұның себебі тастың бетіне разрядтық соққы берілген кезде өте үлкен қысым пайда болады, сол қысым тастың бетіндегі ұсақ бөлшектердің үгітілуіне әкеледі. Тасқа берілетін соққы санын арттырған сайын тастың тереңірек үгітілуі жүреді. Сондықтан тастың бетіне берілетін электрлік разрядтың соққы саны артқан сайын тастың тесілу тереңдігі де арта түседі.

Жердің үстіңгі қабатының топырағы шын мәнінде сыйымдылығы шектелмеген жылу аккумуляторы болып табылады, оның жылу режимі екі негізгі фактордан қалыптасады: күн радиациясы және жер қойнауынан түсетін радиогенді жылу ағыны әсерінен. Жылу бұру кезінде жылуалмастырғыштың айналасындағы топырақтың температурасы төмендейді. Жылу негізінен қатты бөлшектер, су және ауа арқылы, сондай-ақ бөлшектердің түйісуі кезінде берілетін болғандықтан, жылу өткізгіштігі едәуір дәрежеде минералогиялық және гранулометриялық құрамдарға, ылғалдылыққа, ауа құрамына және тығыздыққа байланысты болады.

Бүгінгі таңда геотермалды жылу сорғыш қондырғыны пайдалану кезінде топырақ массивінен жылу алу процестерін ұтымды ұйымдастыруды қамтамасыз ету мәселелері, топырақтың жылуын шоғырландыру мәселелері өзекті болып табылады. Бұл тұрғыда топырақтың жылу режиміне әсер ететін факторларды талдау маңызды практикалық мәнге ие болады. Мұнда топырақ массивіндегі жылу үрдістерінің және жылу алмастырғышындағы үрдістердің өзара әсерін ескеру қажет.

Топырақтың температуралық өткізгіштігі, жылуалмастырғыштардың жылу алмасу сипаттамалары сияқты факторлардың топырақ массивінен жылу көзіне әсерін зерттеу қажет.

Жоғарыда айтылғандардың негізінде электрогидроимпульсті өңдеу нәтижесінде жылу алмасу сипаттамаларын оңтайландыру және жылу алмастырғыш ұңғымаларының жылу беруін арттырудың энергиялық тиімді технологиясын құру кезінде жер

асты жылу алмастырғыш ұңғымаларындағы жылу процестерін эксперименталдық зерттеу қажеттілігі туындайды.

Жылу энергиясын өндіруде жылу сорғылары технологиясын қолдану ең тиімді энергетикалық әдістердің бірі болып табылады. Бұл технологияның экологиялық тиімділігі отын жану кезінде пайда болатын парникті газдардың сыртқа толығымен таралып кетуін болдырмауға жағдай туғызатындығынан көрінеді. Сондықтан жүйеде газ және сұйық отындарды пайдалану кезінде ескі қазандықтарды алмастырудан гөрі жылу сорғыларының жұмыс істеу қағидаты басты мәселелердің бірі болып табылады.

Осыған орай, жылуалмастырғыш ұңғыларын дайындауда электрогидроимпульстік әдісті пайдалануға байланысты ғылыми зерттеулер жүргізу өзекті мәселе.

Ғылыми зерттеудің мақсаты электрогидроимпульсті өңдеу әдісімен дайындалған жылу сорғы ұңғымалардан жылу энергиясын тиімді алу технологиясын әзірлеу болып табылады.

Қойылған мақсатқа жету үшін келесідей міндеттер қойылды:

- электрогидроимпульстік технология көмегімен жер қойнауына жылуалмастырғышты орнату үшін электрогидравликалық бұрғының тәжірибелік қондырғысын жасау;

- жер қойнауына орналастырылған ұңғыдағы құбырға жер тарапынан берілетін жылуды зерттеу;

- жылуалмастырғыш құбырлардың маңайындағы құмды топырақтың температура өзгерістерін аргументтерді топтастырып санау әдісі арқылы NeuroShell бағдарламасымен модельдеу.

*Зерттеу әдістері:* жылу сорғыларын отандық және шет елде қолданылатын әдістеріне және электрогидроимпульстік әдіспен бұрғылау параметрлеріне талдау жүргізу, жылуалмастырғыштарды орнатуға арналған ұңғымаларды тәжірибелік жолмен алу, электрогидроимпульстік бұрғыны жасау және оның жер асты жылуалмастырғыштарындағы жылу алмасу үдерістерін зерттеу, модельдеу әдістері қолданылды.

Зерттелетін ғылыми жұмыс төрт негізгі бөлімнен тұрады.

Бірінші бөлімде ғимараттарды жылумен қамтамасыздандырудың дәстүрлі және қазіргі заманғы технологиялары қарастырылды. Жылу көзі болып табылатын дәстүрлі және дәстүрлі емес энергия көздері, олардың қолданылу аясы, артықшылықтары мен кемшіліктері туралы мәліметтер келтірілді. Жер қойнауына жылуалмастырғыштарды орналастыруға байланысты ерекшеліктері, ұңғыларды бұрғылаудың әдістері көрсетілді.

Екінші бөлімде тәжірибелік электрогидроимпульстік қондырғы мен бұрғыны дайындау туралы мәліметтер берілді. Ғимарат ішіндегі технопаркты жылумен толық қамтамасыз ете алатын жылу сорғы және оның жылуалмастырғыштары жобаланды. Олардың геометриялық өлшемдері, материалының түрлері есептелінді. Жылу сорғының жылуалмастырғыштарын жер қойнауына орнатудың тиімді әдістері қарастырылды. Жылуалмастырғыш ұңғыларын бұрғылауға арналған эксперименттік қондырғы оның жұмыс істеу принципі, тәжірибелік сынақ полигоны, жұмыс жүргізу барысы келтірілді.

Үшінші бөлімде зертханалық алаңда жүргізілген тәжірибенің зерттеу нәтижелері, құмды топырақ температурасының уақытқа тәуелді өзгерісі есептелінді.

Төртінші бөлімде аргументтерді топтастырып санау әдісінің теориялық негізі қарастырылды. Жылуалмастырғыш құбырлардың манайындағы құмды топырақтың температура өзгерісі NeuroShell бағдарламасы арқылы аргументтерді топтастырып санау әдісімен модельденді.

Осы монографияда көрсетілген зерттеулер Қарағанды мемлекеттік университетінің физика-техникалық факультетінің профессор Ж.С.Ақылбаев атындағы инженерлік жылу физикасы кафедрасының «Дәстүрлі емес энергия көздерін зерттеу» зертханасында 1766/ГФ4 «Электрогидроимпульстік өңдеу негізінде жылусорғыштық ұңғыдан жылу алудың тиімді технологиясын жасау» қолданбалы ғылыми-зерттеу жұмысы бойынша алынды.

## **1-БӨЛІМ. ЗАМАНАУИ ЖЫЛУ СОРҒЫЛАРЫН ПАЙДАЛАНУДЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

### **1.1 Әлемде жылу сорғыларының қолдану аясы**

Қазіргі уақытта жаңа альтернативті энергия көздерін іздеу мен белсенді қолдану әлемнің көптеген дамыған елдерінде өмірлік маңызды, ел экономикасының перспективті дамуын қамтамасыз ететін стратегиялық қажетті ресурс ретінде қабылданған. Себебі жаңа энергия көздерін табу – кез келген елдің экономикалық дамуының негізгі факторларының бірі.

Қазақстан Республикасы энергетикасының қазіргі дамуы отын – энергетикалық кешенінің құрылымының түбегейлі қайта құруымен сипатталады. Бұған әлем нарығында органикалық отын бағасының өсуі, экологиялық мәселелердің асқынуы себеп болды. Бұл мәселелерді шешудің пайдалы жолдарының бірі дәстүрлі емес қайтадан жаңартылған энергия көзін қолданатын энергия үнемдейтін жаңа технологияларды қолданысқа енгізу болып табылады.

Дәстүрлі емес энергия көздерін қолданатын жылумен жабдықтау технологияларының дәстүрлі энергия көзін қолданатын технологиялардан артықшылығы оларда жылумен жабдықтауда энергия шығынының азаюы, экологиялық таза және де автономды жылумен жабдықтау жүйесіндегі жаңа мүмкіндіктері болып табылады.

Қазіргі жағдайда отын – энергетикалық ресурстарды үнемдеу энергетикалық саясаттағы басымдылық болып табылады. Энергия ресурстарын әлемдік деңгейде қолдану құрылымы 1.1-суретте келтірілген.



Сурет 1.1 - Энергия ресурстарын әлемдік деңгейде қолдану құрылымы

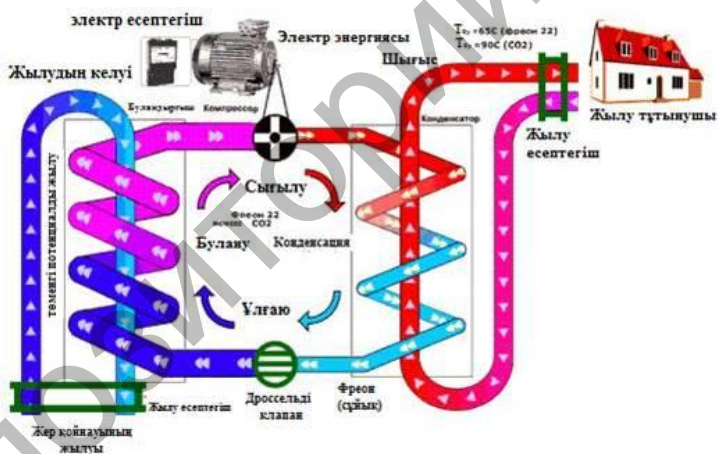
Қазіргі кезде энергия үнемдегіш технологиялар қарқынды түрде дамып келе жатыр. Сондай құрылғылардың ішіндегі ең тиімдісі және кең қолданыс тапқаны – жылу сорғылар.

Жылу сорғы – бұл қайтымды термодинамикалық циклды жүзеге асыратын термодинамикалық қондырғы. Мұнда жұмыстық дене қоршаған ортадан өте төменгі температурадағы жылуды алып, оны жылу тасымалдағышқа жоғары температурамен береді. Сорғылардың жылулық деп аталуының себебі – олар температурасы төмен көзден жылуды сорып, оны жоғары температуралы көзге береді. Жылуды өндіру кезінде жылу сорғылары қоршаған ортадан 75% энергия алады [3].

Жылу сорғы тоңазытқыш сияқты жұмыс істейді, бірақ керісінше, тоңазытқыш жылуды іштен сыртқа тасымалдайды, ал жылу сорғысы ауадан, жерден алынған жылуды үйге береді.

Жылу сорғылы қондырғы (1.2-сурет) жылуалмастырғыш – буландырғыш, компрессор, жылуалмастырғыш – конденсатор және дроссельден тұрады. Қондырғының жұмыстық денесі ретінде әртүрлі хладагенттер (фреон, аммиак, пропан және т.б.)

қолданылады. Буландырғышқа температурасы төмен жылу тасымалдағыш беріледі. Буландырғышта ол жылулық энергиясын хладагентке береді. Хладагент буланып, энтальпиясы жоғарылайды. Компрессорда хладагент буы сығылып, конденсаторға қысып толтырылады. Компрессорда будың сығылу үдерісі механикалық энергияның жылулық энергияға айналу есебінен температураның жоғарылауымен қатар жүреді. Конденсаторда жоғары қысым әсерінен хладагент буының конденсациясы жүреді. Конденсация кезінде бөлінген жылу жылу тасымалдағышқа (мысалы, жылытылатын бөлмеге) беріледі. Конденсатордан сұйық хладагент дроссельдеуші құрылғы арқылы қайта буландырғышқа түседі; сұйық хладагенттің жоғары қысымы температурамен бірге буландырғыштағы қысымға дейін төмендетіледі. Хладагент буландырғышқа түсіп, цикл қайталанады.



Сурет 1.2 - Жылу сорғысының жұмыс істеу принципі

Жылу сорғының артықшылықтары:

1. Үнемділігі. 1кВт шығындалған энергиядан 3 – 4кВт жылулық энергияны өндіреді.

2. Энергия үнемділігі. Жылу сорғыларын қолдану – бұл қайта қалпына келмейтін энергия ресурстарын үнемдеу.

3. Экономикалық жағынан тазалығы. Жылу сорғысының қоршаған ортаға және адамға еш зияны жоқ.

4. Қауіпсіздігі. Ашық жалыны жоқ, күлі жоқ, иісі жоқ.

5. Сенімділігі. Қолданылу мерзімі – 25 - 30 жыл.

6. Ыңғайлылығы. Жылу сорғы дыбыссыз жұмыс істейді. Жазғы уақытта желдеткіш ретінде қолданылады.

7. Әмбебаптығы. Табиғи жылуды қолданысқа енгізеді. Кез – келген циркуляциялық жүйеге қосуға болады [4-6].

Жылу сорғыларының энергия көзі ретінде потенциалының төмендігіне байланысты басқа әдістерде қолданыла алмайтын энергия көздері қолданылады. Қоршаған ортада таралған төменгі потенциалды энергия (топырақ, жерасты, геотермальды су, ашық табиға және қолдан жасалған су қоймасының жылуы) маңызды энергия көзі болып табылады [7-8]. Жер асты – жыл бойы бірдей температураны ұстап тұратын тегін жылу көзі. Жер асты жылуын қолдану – экологиялық жағынан таза, сенімді әрі қауіпсіз. Қондырғы көп орынды қажет етпейді.

Жердің беткі қабатында жаз бойы жылу жиналады. Осы жиналған жылуды энергия шығыны үлкен ғимараттарды жылытуға болады. Топырақтан алынатын энергияның көп мөлшері ылғалды болып келеді. 5 метр тереңдіктегі топырақ жоғары емес, бірақ тұрақты (8 – 12°C) температурада болады. Бұл оны жылу сорғылары үшін оңтайлы жылу көзі ретінде қарастыруға мүмкіндік береді. Топырақтың кемшілігі – аз жылуөткізгіштігі. Бірақ топырақта жерасты су болса, жағдай өзгереді. Есептеулердің көрсетуі бойынша, топырақтағы судың аз ғана қозғалысы (кем дегенде 1мм/тәул) жылу беруді он есеге арттырады [9-11].

Күн өзендердегі, көлдердегі суды жылытады. Күн энергиясы су бетінде жиналады. Температура +4°C-тан төмен болмайды. Температура жер астында тұрақты.

Жасанды су қоймасының (жылу және атом электрстанцияларының бассейндері, қалалық су тазарту

станцияларының қоймалары және т.б.) суын пайдалану тиімді болып табылады. Себебі мұндай станциялар мен құрылыстар кез келген қалада бар, ал олардың төменгі потенциалды жылуын жылу сорғылары қолдану арқылы энергия үнемдеуге мүмкіндік береді.

Аталған артықшылықтар жылу сорғыларының әлем бойынша қолданылуын кеңейтті. Жылу сорғыларының қолданылу аймағы шексіз. Бұлардың көмегімен қалалық кешендерді, нысандарды жылумен, ыстық сумен қамтамасыз етуге болады. Бүгінгі таңда әлемде 10 млн-нан артық жылу сорғылар бар. Олардың қуаттары бірнеше кВт-тан жүздеген МВт-қа дейін барады. Әлемдік энергетикалық Комитеттің болжамы бойынша 2020 жылға қарай жылу сорғыларын пайдалану 75% - ға жетеді.

Шет елдерде, Республика территориясында жылумен қамтамасыз ететін озық технологиялар қолданылады. АҚШ, Германия, Жапония, Франция, Швеция, Финляндия, Дания, Норвегия және Ұлыбритания жылу сорғыларын жасап, кеңінен қолданушы мемлекеттер болып табылады.

Жылу сорғылардың жылулық қуаттылығы әр мемлекетте әр түрлі болып келеді. Егер Жапония үшін жылу сорғыштарының орташа қуаттылығы 10 кВт болса, Швецияда 100 кВт – қа жуық.

Әлемдік парктің жылу сорғыларының жылулық қуаттылығы 250000 МВт- ты құрайды, жылудың жылдық өнімі – 1 млрд Гкал.

АҚШ-да қазіргі таңда пайдалануға 5 млн. дана берілген, оның 5% - ы тұрмыс үй – коммуналды кешенінде қолданылады. Негізгі қолданыс ауқымын электржетегімен барланған жылу сорғы қондырғылары құрап отыр. Одан басқа ауа - ауалы жылу сорғылар шығарылады. Тұрғын – үй және қоғамдық ғимараттарды жылумен жабдықтау жүйесі жоғары қарқынмен дамып келе жатыр.

Әлемдегі ең үлкен ұнғылар саны АҚШ-да, Нью – Джерси штатындағы «Richard Stockton College»-дің жылу – суықпен қамту жүйесінде қолданылады. Бұл колледждің тік

жылуалмастырғыштары, әрқайсысының тереңдігі 130 метр болатын 400 ұңғымада орналасқан.

Германияда жыл сайын 25 мың дана жылу сорғы қондырғылары орнатылады. Негізгі қолданыс ауқымын электржетегімен барланған жылу сорғы қондырғылары құрайды. Бұдан басқа жылулық қуаттылығы жоғары 500 жылу сорғылар дайындалған. Жылу көзі ретінде ауа, жер, су және т.б. қолданылады. Германияда сулы, ауалы жылыту жүйелерінде және ауа тазарту жүйесінде жүз мыңдаған жылу сорғыш қондырғылары пайдалануға берілген. Үлкен жылулық қондырғылар орталықтандырылған жылумен жабдықтау жүйесінде жұмыс атқарады.

Германияда ұңғылардың ең көп мөлшері Албан ауа қозғалысын басқару Қызметінің («Deutsche Flug-sicherung») орталық кеңсесінің жылу – суықпен қамту жүйесінде (тереңдігі 70 м 154 ұңғы) қолданылады.

Жапония жыл сайын әр түрдегі жылу сорғыш қондырғыларын шығарады. Жыл бойы ауаны тазарту үшін жылулық қуаттылығы 1,2 – 16,5 кВт ауа - ауалы жылу сорғылар кең таралған. 1982 жылдан бастап бөлмелік жылу сорғы қондырғы кондиционерлері шығарылады. Қазіргі таңда жылы 2,85 млн. дана (жыл сайынғы өсім 7.3%-ды құрайды) шығарылды.

Францияда жылумен жабдықтау жүйесінде жылу сорғы қондырғыларын енгізуді ынталандыруға шаралар жүзеге асырылды. Жыл сайын ауа кондиционерлейтін және жылытуға қолданылатын жылулық қуаттылығы 2,2 – 16 кВт 170000-нан артық жылу сорғылар қолданысқа енгізілген. Төменгі потенциалды жылу көзі ретінде ауа, топырақ, жер асты суы қолданылады.

Швецияда 1980 жылдардың басында жылу сорғы қондырғылары жоғары қарқынмен дамыған, жылулық қуаттылығы 30 МВт-тан жоғары үлкен қондырғылар қолданылады. Төменгі потенциалды жылуландыру көзі ретінде негізінен тазартылған ағынды сулар, теңіз сулары және өндірістік ұйымдардан шыққан қалдық сулар қолданылады. Осы жылу

сорғыш қондырғыларының ішіндегі ең жақсы дамығандары Мальме (40 МВт), Упсала (39 МВт), және Эребру (42 МВт) қалаларында орнатылған [12].

Қуаттылығы жоғары Стокгольм қондырғысы (320 МВт), Балтық теңізінің суын төменгі температура көзі ретінде қолданылады. Бұл қондырғы қыста теңіз суын 4°C-тен 20°C-қа дейін суытады. Бұл қондырғының құны жылыту қазандықтарының құнынан 20% - ға төмен. Швециядағы жылу сорғы қондырғылары 60% - ды құрайды. Пайдалануға 110000 жылу сорғы қондырғылары берілген (оның ішінде 100-ге жуығының жылулық қуаттылығы 100 МВт), 30 мыңға жуық жылу сорғылар жылууды ауадан, 13 мыңға жуығы жерден жылууды алады. Жылулық қуаттылығы 2 - 25 кВт жылу сорғылар кеңінен таралған. Құны 35 млн.доллар, қуаттылығы 120 МВт қондырғы жасалуда. Қолданылу мерзімі 4 жылға жуық. Швециядағы адам саны 9 млн - ды құрайды. Жеке үйлер саны – 1,6 млн – ға жуық, жазғы үйлерді қосқанда. Осылардың ішінде 550000 - ы энергия көзі ретінде электрлік жылууды қолданады, 1040000 – орталықтандырылған жылумен жабдықтауды (жаңа үйлер үшін). 350000-ға жуық үйлер әр түрлі типтегі жылу сорғыларын қолданады.

Финляндияда қолданысқа қуаттылығы 2,5 – 40 кВт 5000 – нан артық электржетегімен барланған жылу сорғылар енгізілген. Соңғы жылдары жоғары жылулық қуатты жылу сорғы қондырғылары жасалып жатыр. Жақын арада жылулық қуаттылығы 40 МВт - қа жуық жылу сорғы қондырғылары қолданысқа енгізіледі. Фин мамандарының пікірі бойынша жылулық қуаттылығы 230 МВт 66 ірі жылу сорғы қондырғылары құрылуы мүмкін.

Осыдан біраз жыл бұрын Финляндияда жылу сорғының болашағы шектеулі еді. Ал қазір бұл нарық тез ұлғаюда. Энергияға деген үлкен қажеттілік, энергия ресурстарының бағасының өсуі жылу сорғыларды қолданудың пайдалы екендігін көрсетеді [13].

Қазіргі таңда нарыққа сыртқа шығарылған ауамен жұмыс істейтін жылу сорғылар келіп түсуде. Жылу сорғы жылулық энергияны сыртқы ауалы ортадан – 15°C дейін жеткізуге және тұрғын үйді жылытуға қыздырылған ауаны беруге қабілетті. Олардың бағасы төмен және орынды аз алады. Жарты млн - ға жуық үйлер тікелей электрлі жылыту жүйелерімен жылытылады.

Ауа – ауалы жылу сорғылар – қызығарлық қосымша жүйе. Финляндия ғимаратты жылытуға сыртқы ауа көмегімен қолданылатын жылу сорғыларды қолданады. Бұдан басқа жазғы ыстық күндері ауаны кондиционерлеу үшін пайдалы жылу сорғыларының басқа түрлері қолданылады. Финляндияда қолданылатын жылу сорғылардың жалпы саны 100000 – 150000, олардың ішінде 2000 – 3000 – ауа-ауалы жылу сорғылар.

Данияда пайдалануға 25000 жылу сорғылар шығарылған (жылу көздері: топырақ, су, ауа). Соңғы жылдары бірнеше ірі жылу сорғы қондырғылары және жоғары жылулық қуатты абсорбционды жылу сорғылар жасалған.

Ұлыбританияда жылу сорғы қондырғыларын шығарумен және сатумен 80 фирма айналысады. 1996 жыл мен 2000 жылдың арасында сатылу көлемі жылдық көрсеткіште 10%-ға өсті. Қуаттылығы 5 кВт жылу сорғы қондырғылары сатылу көлемінің 40% - ын құрайды. 2000 жылға дейінгі сатылған жылу сорғылардың 75% - ы әкімшілік ғимараттарда қолданылады. Өнеркәсіп және тұрғын үйлер үшін жылу сорғы қондырғылары 6% - ды құрайды. Қазіргі уақытта ауа - су және ауа – ауалы жылу сорғы қондырғылары сатылу көлемінің 85% - ын құрайды.

Швейцарияда алғашқы жылу сорғы қондырғылары 30-шы жылдарда құрылған. Пайдалануға 20000-ға жуық жылу сорғылары берілген, қуаттылығы аса жоғары емес 10000-нан астам жылу сорғыларын шығару көзделген. Энергияға деген үлкен қажеттілік, энергия ресурстарының бағасының өсуі жылу сорғыларды қолданудың пайдалы екендігін көрсетеді.

Орталық жылумен жабдықтау жүйесі үшін ірі қондырғылар құрылған. Олардың ішінде ең үлкені жылулық қуаттылығы 7МВт болатын Лозанне қаласындағы қондырғы болып табылады.

1986 жылы Швейцарияда жер қойнауына тік орналастырылған жылуалмастырғыштардың жүйесі зерттелді. Бірінші зерттеу кезеңі 1986-1991ж.ж аралығын қамтиды. Өлшеу нәтижесі күн радиациясының және сыртқы ауа жылуының әсері жер бетінің 15м тереңдігінде байқалады.

1996 жылдың күзінде 10 жылдан кейін жүйе қолданысқа енгенде, өлшеулер қайта жаңартылды. Бұл өлшеулер жердің температурасының өзгермегендігін көрсетті. Одан кейінгі жылдары топырақ температурасы 0,5°С-қа дейін ауытқыды. Осы тәжірибелер негізінде үрдістің математикалық моделі құрылды. Математикалық моделдеу негізінде жыл сайынғы температураның төмендеуі біртіндеп азайып, ал топырақтың көлемі ұлғая беретіндігі дәлелденді.

Болгарияның Пловдив қаласындағы София техникалық университетінің филиалындағы жылу сорғыларында, жылуалмастырғыштар ұзындығы 41 м болатын ұңғымаларда орнатылып, жер қойнауынан алынатын жылуды есептеу жұмыстары жүргізілген [14-16].

1990-шы жылдардың аяғынан бастап Ресейде жылу сорғы техникаларын дамыту қолға алынған. Москвада, Новосибирскде және басқа қалаларда жылу сорғы қондырғыларын құрастыратын және тек қана жылу сорғыларын шығаратын фирмалар пайда болды. Бүгінгі күні «Энергия» фирмасы Ресейдегі булы компрессорлы жылу сорғы қондырғыларын өндіруші фирма болып табылады. «Энергия» фирмасы құрылғаннан бастап әр түрлі қуаттылығы бар 100-ден артық жылу сорғы қондырғыларын іске қосты.

Қазіргі уақытта Камчатканың Елизов районында температурасы 85°С геотермальды ыстық судың жылуын қолданылатын 8 жылу сорғы орнатылған.

Қазіргі таңда «Минтопэнерго» Ресей Федерациясы «Ресейде 2001 – 2015 жж дәстүрлі емес энергетиканың дамуы» бағдарламасы құрылған. Бағдарламада 2010 – 2015 жж. жылу сорғы қондырғыларын дамыту көзделген. Даму болжамы жылу сорғыларды өндірушілердің бағасына, сонымен қатар мемлекет

аймағында қолданушыларға әр түрлі қуаттылығы бар жылу сорғыларға деген қажеттілік пен оны шығаруға мүмкіншілігіне байланысты құрылған.

Осы кезең аралығында орындалатын нақты жобалар осы бағдарламаға енгізілген. Отызға жуық үлкен жобалар тұрғын – үй кешенінде, соның ішінде орталықтандырылған жылумен жабдықтау жүйесінде жылу сорғы қондырғыларын қолдануды қарастырады.

Қазақстан Республикасында потенциалды нарықта жылу сорғы қондырғыларын қолдануды жүзеге асыру алға қойылған.

«Энергетиканы 2030 жылға дейін дамыту» бағдарламасында «Республикадағы геотермальды ресурстардың анализі олардың сапасы мен потенциалды электр энергиясын өндіруге жеткіліксіз екенін көрсетті. Геотермальды энергияны жылумен қамту жүйесінде қолдану тиімді болып табылады» деп көрсетілген [17].

Жүргізілген маркетингтік зерттеулердің нәтижесі жылу сорғы қондырғыларының жылумен қамтамасыз ету жүйелеріндегі мүмкіндігі мен тиімділігін, олардың Қазақстан Республикасы аймақтарында дәстүрлі емес көздер ретінде тәжірибелік қолданудағы ортақ мақсаттарын көрсетеді. Төменде көрсетілген салаларда жылу сорғы қондырғыларын тәжірибелік түрде қолдана алады:

- жылудың потенциалды көзі ретінде шығарылған газ бен технологиялық үдерістердің суы, ғимараттан бөлінетін және сыртқы ауаның жылуы, жердің, геотермальды және артезиандық сулар қолданылатын өндірістің кез – келген саласында;

- тұрмыстық, азаматтық және өндірістік ғимараттарды ыстық сумен қамтамасыз ету және жылумен жабдықтау жүйесінде жылудың дәстүрлі емес көзі ретінде.

Қазақстан Республикасы қыстың суық климатында жылумен жабдықтау үшін энергия тасымалдауыштардың көптеген шығынына әкеледі, сондықтан осы жағдайда 100 - ден 1000 м<sup>2</sup> – қа дейінгі аудандағы әр түрлі ғимараттарды жылумен қамтамасыздандыруда орталықтандырылған жылумен

қамтамасыздандыру магистралінен алыс орналасқан электр генераторлары қолданылуы мүмкін.

Қазақстан орта және төмен температурадағы геотермалдық судың елеулі ресурстарына ие. Қапланбек (Шымкент қаласынан жақын арада) геотермалдық кенішінің су температурасы 80°C, тұрғын-үйлерді жылумен жабдықтау үшін пайдаланылады. Алматы қаласының жанында температурасы 80-120°C геотермалдық көз бар, ол қыста жылыжайды жылытуға және жазда ауабаптағыш ретінде пайдаланылады [18-20].

Қазіргі кезде топырақтың төменгі потенциалды жылуын жеке шаруашылықтарда, коттедж үйлерде, кейбір кішігірім өндірістерде қолдану тенденциясы байқалады. Мысал ретінде дамып келе жатқан қазақстандық дәстүрлі емес энергия көздрін қолдану технологияларын өндіру мен орнату компанияларды келтіруге болады. Өскемен қаласында “Sun Due” жылу сорғылар зауыты жұмыс істейді. Қарағанды қаласында «Эргономика» компаниясы он бес жыл көлемінде жылу сорғыларын орнату мен техникалық қамтамасыздандырумен айналысады. Астанада «ATN.kz» (Астана теплонасос.кз) компаниясы жылу сорғыларды жеткізу, орнату және эксплуатациялық жұмыстарымен қамтамасыз етеді.

## **1.2 Қазіргі заманғы жер қойнауына жылуалмастырғыштарды орналастыруға байланысты жаңа инновациялық технологиялар**

Жылу сорғыларына қолдануға арналған энергия көздерінің түрлері. Ауалы контуры бар жылу сорғы жылуды қоршаған ауадан алады. Ауалы контур жылу мен ыстық суды бірге береді де, энергия тұтынуды 80% -ға дейін қысқартады.

Сыртқы контуры бар жылу сорғысында, таулы жерден жылу алу үшін құбырөткізгішті ұңғымаға түсіреді. Бір терең ұңғыманы қолдану міндетті емес, себебі бірнеше терең емес

ұңғымаларды қазып, соларды жылу көзі ретінде қолдануға болады.

Жерге бекітілген контуры бар жылу сорғышында жылу көзі ретінде – жер учаскесі пайдаланылса, құбырөткізгіш жердің терең жеріне көміледі. Екі көрші құбырөткізгіштің арасындағы минималды арақашықтық –  $0,7 \div 1,0$  м болады. Ылғалды топырақты қолданған ыңғайлы, себебі құрғақ топырақ контурдың ұзындығын ұлғайтуға мәжбүр етеді.

Сулы контуры бар жылу сорғышы кезінде, жылу көзі өзеннің, су қоймаларының суын қолданғандықтан контур түбіне орналастырады. Бұл әдіс ең тиімді, себебі қоршаған ортаның температурасы (су қоймасындағы температура қыста тұрақты) жылу сорғымен энергияны түрлендіру коэффициентінің жоғары болатындығымен айқындалады.

«Ауалы-сулы» сорғы түрлері сыртқы ауаны пайдалануға арналған. Ауа құрамында болатын жылу жылу сорғыларда қолдануға болады. Буландырғышта одан ауа тікелей өтетіндей жобаланады. Қоршаған ортадан алынатын жылу – шексіз, экологиялық жағынан таза. Қайтымды төменгі потенциалды энергия көзі. Жылыту кезеңінде ауа температурасы аз шамаға ауытқитындығын ескерсек, онда жылулық сорғының жылулық факторы, өнімділігі өзгереді. Жылулық сорғылардың негізгі кемшілігі – ауаның өте төменгі температурасы кезінде оның параметрлері нашарлайды. Сорғылар қоршаған ортаның  $-20^{\circ}\text{C}$  - тан  $-25^{\circ}\text{C}$  -қа дейінгі температурада жұмыс істейді [21].

Ауалы контур жылу сорғының бейнесі 1.3-суретте көрсетілген.

Құдықтың ішіндегі жылуды белгілі бір шарттарда жылу сорғыларға қолдануға болады. Бірақ суды қолдану үшін ол таза және судың температурасы  $+8^{\circ}\text{C}$  -тан кем болмауы керек. Төмен потенциалды жылу көздерінің ішінде жылыту периодында жоғары температураға – жер асты суы ие. Сондықтан да «су – сулы» түрдегі сорғылардың энергетикалық тиімділігі жоғары. Бірақ мұндай жылу көзі сирек кездеседі. «Су-сулы» түрдегі сорғыларға арналған жер асты сулары 1.4-суретте көрсетілген.



Сурет 1.3 – Ауалы контур жылу сорғысы



Сурет 1.4 – «Су-сулы» түрдегі сорғыларға арналған жер асты сулары

Жер асты суларының жылуы жеке үйлерді, аудандық қазандықтарды жылытуға қолданылады. Жер асты суларының температурасы 15 – 20 м тереңдікте тұрақты. Күн өзендердегі, көлдердегі суды жылытады да, күн энергиясы су бетінде жиналады. Температура +4°C -тан төмен болмайды. Температура жер астында тұрақты. Төменгі потенциалды жылу көздерінің ішінде жоғары температураға жер асты сулары ие.

Геотермальды жылу – «жер – сулы» сорғы түрлеріне арналған.

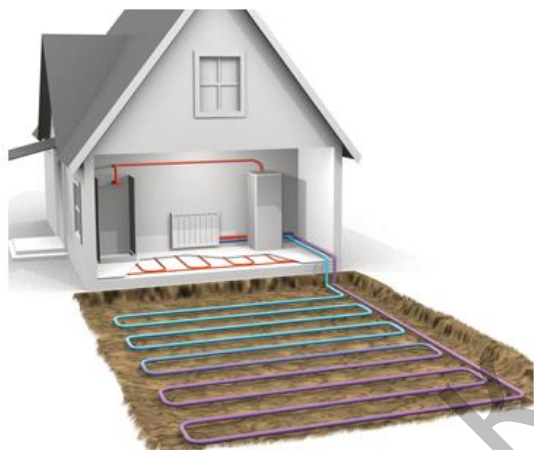
Топырақтың немесе қатты заттың құрамындағы жылуды тікелей пайдалануға болмайды. Мұндай жылуды алдымен арнайы жылуалмастырғыштарда (коллекторда) түрлендіреді де, жылу тасымалдағыштың көмегімен циркуляциялық сорғы қамтамасыз етеді [22-24].

Жылу пластмасса құбырлардан жасалған жылуалмастырғыштарда түзіледі. Жылуалмастырғыштар тереңдігі 150 м ұңғының ішіне және беті тегіс коллекторға орналастырылуы мүмкін.

Жер астынан жылуды алу коллектордың маңайындағы жердің салқындауымен байланысты. Сол себепті коллектордың айналасындағы температура пайдаланылмаған жердің температурасынан төмен болады.

Жер контурына төселген жылу сорғының бейнесі 1.5-суретте көрсетілген.

Жер асты – жыл бойы бірдей температураны ұстап тұратын тегін жылу көзі. Жер асты жылуын қолдану – экологиялық жағынан таза, сенімді әрі қауіпсіз. Қондырғы көп орынды қажет етпейді. Жердің беткі қабаты сыйымдылығы шектеусіз жылулық аккумулятор ретінде қарастырылады.



Сурет 1.5 – Жер контурына төселген жылу сорғы

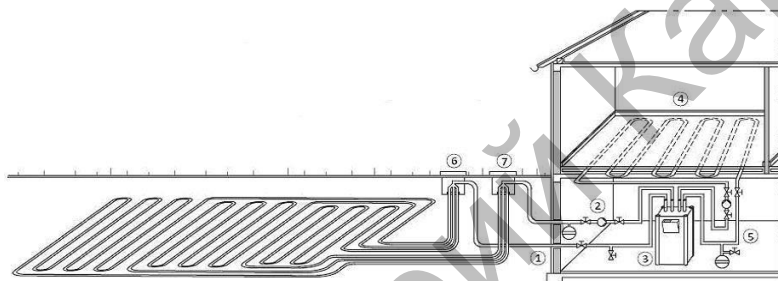
Жердің беткі қабатында жаз бойы жылу жиналады. Жер бетіне түсетін Күн сәулесі топырақ қабаттарының температуралық режиміне 10 – 20м тереңдікте әсер етеді. Осы жиналған жылуды энергия шығыны үлкен ғимараттарды жылытуға болады. Топырақтан алынатын энергияның көп мөлшері ылғалды болып келеді.

### **1.3 Жылуалмастырғыштарды көлденең және тік бағытта орналастыру ерекшеліктері**

Жеке үйлер үшін қолданылатын қуаты 10кВт болатын жылу сорғысы үшін жер қойнауының 1-2 м<sup>3</sup>/сағ ағынының шығыны қажет. Бұл үшін жылуалмастырғыш қолданылады. Жылуалмастырғыштар көлденең немесе тік орналастырылуы мүмкін.

Көлденең жерасты жылуалмастырғыштары үйдің жанында азғана тереңдікте орнатылады. Көлденең жерасты жылуалмастырғыштарын қолдану пайдаланылатын алаңның өлшемдерімен шектеледі.

Көлденең жерасты жылуалмастырғышын орнату үшін арнайы ор қазылады. Жылуалмастырғышты орнату тереңдігі жергілікті жердің топырағының қату шамасына байланысты болады және осы шамадан 10 – 20 см – ге төмен болады (1.6-сурет).

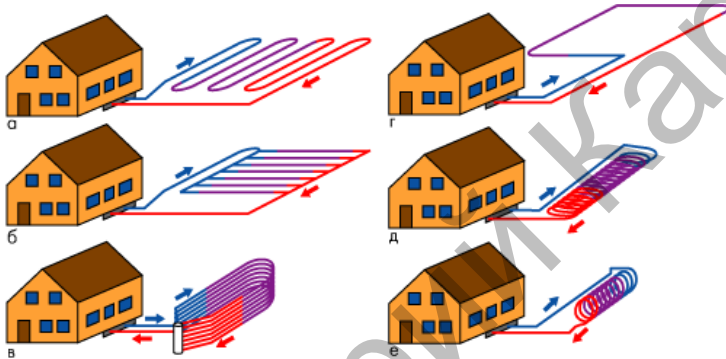


1 – беруші құбырөткізгіш; 2 – кері құбырөткізгіш; 3 – жылу сорғысы; 4 – төмен температуралы жылыту қондырғысы; 5 – жылыту жүйесіне жылу тасымалдағышты беру; 6 – беруші жерасты коллекторы; 7 – кері жерасты коллекторы

Сурет 1.6 – Көлденең орналастырылған жылуалмастырғыш  
Жылу сорғының көлденең жылуалмастырғыштары алдын ала дайындалған орға орнатылады. Орды қазу технологиясы сол жердің топырағына байланысты таңдалынады. Алдымен жерасты жылуалмастырғыш жолын және ғимаратқа енетін орынды белгілейді. Қазылған ор түбіне құбырөткізгіш салынады. Бірнеше метр сайын құбырөткізгіш топырақпен көміліп отырады. Сосын құбырөткізгіш ғимаратқа енгізіледі (фундаментте арнайы саңылау арқылы). Толық орнатылғаннан кейін құбырөткізгішті қысым беру арқылы тексеріп, ор топырақпен көміледі. Жылуалмастырғышты зақымдап алмау үшін бастапқы 15 см

қолмен көміледі, қалған жұмысты арнайы техникамен жасауға болады [25].

Әдетте көлденең жерасты жылуалмастырғыштар бір – біріне қатысты тығыз орналасқан және тізбектей немесе параллель жалғанған құбырлар түрінде болады. Орнату алаңын азайту үшін жылуалмастырғыштардың оңтайландырылған түрлері құрастырылды (1.7-сурет).



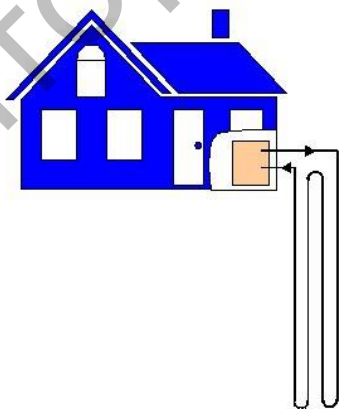
а – тізбектей жалғанған құбырлы жылуалмастырғыш; б – параллель жалғанған құбырлы жылуалмастырғыш; в – ұраға салынған көлденең коллектор; г – ілмек түріндегі жылуалмастырғыш; д – көлденең орналастырылған спираль түріндегі жылуалмастырғыш; е – тік орналастырылған спираль түріндегі жылуалмастырғыш

Сурет 1.7 - Жылуалмастырғыштарды көлденең орналастыру түрлері

Тік жерасты жылуалмастырғыштары «нейтральды аймақтан» (жер деңгейінен 10 – 15 м) төмен жатқан топырақ массивының төменгі потенциалды энергиясын қолдануға мүмкіндік береді. Тік жерасты жылутасымалдағышты жүйе үлкен ауданды аумақты талап етпейді және жер бетіне түсетін күн радиациясының пәрменділігінен тәуелді емес.

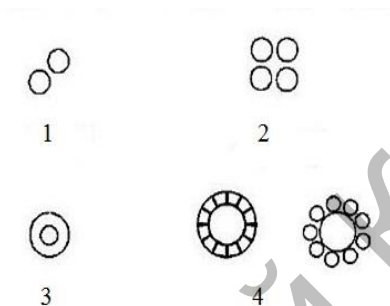
Тік жерасты жылуалмастырғыштарының аз зерттелгені және қолдану тарихының (10 – 15 жыл) көп еместігіне қарамастан, олар әлемдік тәжірибеде кең қолданыс табуда. Ең алдымен, бұл жерасты жылуалмастырғышына едәуір жер телімдерін бөлуді қажет етпейтіндігімен байланысты. Көлденең жағдайда жылуалмастырғыш біршама ауданды алады. Сонымен қатар, көлденең жылуалмастырғыштарға қарағанда, тік жылуалмастырғыштарда циркуляциялық сорғы жетегіне энергия аз шығындалады. Бірақ тік жылуалмастырғыштардың негізі артықшылығы – тек қана бұрғылау жабдығының технологиялық мүмкіндігі мен жылуалмастырғыштың құндық көрсеткішімен шектелетін, шексіз жылулық қуатты жерасты жылуалмастырғыш жасауға мүмкіндік беретін құрылымының жоғары технологиялылығы [26].

Тік жерасты жылуалмастырғыштар жылуөткізгіштігі төмен топырақ, мысалы құрғақ құм мен құрғақ қиыршықтастан басқа, барлық дерлік геологиялық ортада тиімді жұмыс істейді. Тік жерасты жылуалмастырғышты жүйелер өте кең қолданыс тапты. Тік жерасты жылуалмастырғышты геотермальды жылусорғылы жылумен қамту жүйесі 1.8 суретте көрсетілген.



Сурет 1.8 – Тік жерасты жылуалмастырғышы

Тік жерасты жылуаластырғышты орнатқанда, жылтасымалдағыш 50 – 200 м-ге дейінгі тереңдіктегі тік ұңғыға салынған құбырлармен (металл, полиэтилен немесе полипропилен) тасымалданады. Әдетте тік жерасты жылуаластырғыштың екі түрі қолданылады. (сурет 1.9):



1 – қарапайым U-жылуалмастырғышы, 2 – қос U-жылуалмастырғышы,  
3 – қарапайым коаксиалды, 4 – күрделі коаксиалды

Сурет 1.9 – Тік жерасты жылуалмастырғыштардың әртүрлі түрлерінің қималары

– U түріндегі жылуалмастырғыш, төменгі бөлігінде қосылған екі параллель құбырлар. Бір ұңғыда осындай құбырлардың бір немесе екі (сирек үш) жұбы орналастырылады. Мұндай сызбаңың артықшылығы – дайындаудың салыстырмалы арзандығы. Қос U түріндегі жылуалмастырғыш – Еуропада кең қолданылатын тік жерасты жылуалмастырғышының түрі;

– Коаксиалды жылуалмастырғыш. Қарапайым коаксиалды жылуалмастырғыш әртүрлі диаметрдегі екі құбырдан тұрады. Диаметрі кішірек құбыр үлкенінің ішінде орналасады. Коаксиалды жылуалмастырғыштар құрылымы күрделірек болуы мүмкін.

Тік жерасты жылуалмастырғыштармен жылу-суықпен камтудың жылусорғылы жүйелері әртүрлі көлемді ғимараттарды

жылу - суықпен қамту үшін қолданылады. Кішігірім ғимаратқа бір ұңғы жеткілікті, ал үлкен ғимараттар үшін тік жерасты жылуалмастырғышты ұңғылар тобы қажет болады.

#### **1.4 Электрогидроимпульстік бұрғылаудың ерекшеліктері**

Жылу сорғылары технологиясында жер қойнауының төменгі потенциалды жылуын алу мақсатында әртүрлі әдіс-тәсілдер қолданылады. Соның ішінде, бұрғылаудың жана электрогидроимпульстік әдісінің негізгі ерекшеліктеріне мыналарды жатқызуға болады:

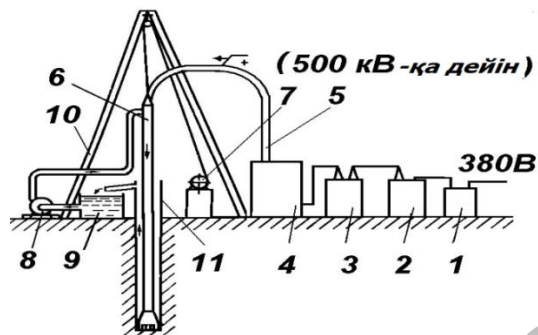
- жер астының қатты және аса қатты жынысты аймақтарын бұрғылау кезінде экономикалық және эффективтілігі жағынан тиімді әдіс;

- бұрғы айналдыруды қажет етпейді, бұл үйкеліске кететін шығынды болдырмайтындығын көрсетеді;

- табиғи минералдардың беріктілігі сығуға қарағанда, созылу кезінде 10 – 30 есе аз болатындығы, үдерістің энергия тұтынуын анағұрлым төмендетуіне мүмкіндік береді;

- жыныстарды бұзуға арналған қондырғының желінуі тәжірибелік тұрғыда жоқ деуге болады [27-29].

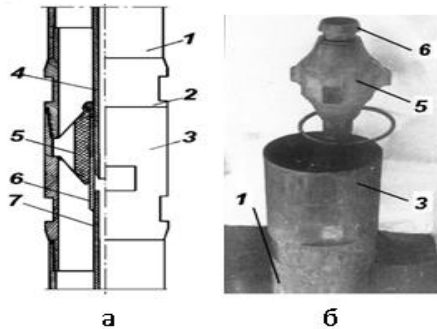
Ұңғымаларды жасау кезінде тиімді болатын электроимпульстік бұрғылаудың технологиялық сұлбасы 1.10-суретте көрсетілген.



1 – жоғары вольтты трансформатор; 2 – түзеткіш; 3 – дроссель;  
 4 – импульстік кернеу генераторы; 5 – жоғары вольтты ток жеткізгіш;  
 6 – жер бұрғылау құралы; 7 – шығыр; 8 – бұрғылау сорғысы; 9 – шаю сұйықтығы бар бак; 10 – бұрғы мұнарасы; 11 – бағытталған шегендеуші құбыр

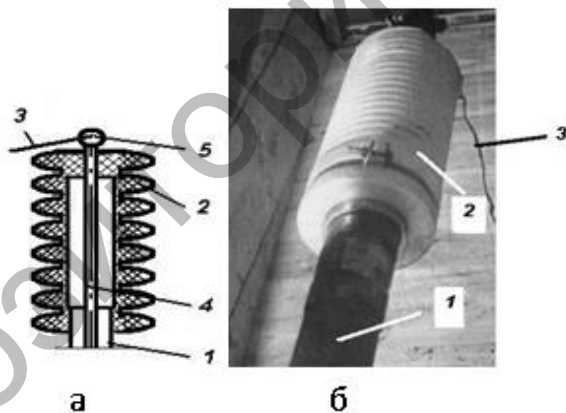
Сурет 1.10 – Тура циркуляциялы шаю сұйықтығы бар ұңғымаларды қазуға арналған қондырғының сұлбасы

Сұлбада импульстік кернеу көздері, ұңғымаларды шаю жүйесі мен бағыттаушы және жоғары, төмен түсіретін механизмдері бар бұрғылау құралы көрсетілген. Тау жыныстарын ұсақтайтын бұрғылау құралының басты элементтеріне: ұңғымадан алынатын тау жынысынсыз бұрғылайтын қашауды (бұрғының ұшы), тау жынысын іріктейтін қаптама, қабаттың кенжар аймағында қаптама қалыптастыруға арналған кеңейткіш, бұрғылау құбырларының бағаналары мен жоғары вольтты қосқышты жатқызуға болады (1.11-1.12-суреттер).



1 – бұрғылау құбыры; 2 – төменгі бұрандалы түтік; 3 – жоғары бұрандалы түтік; 4 – төменгі центрлейтін ток өткізгіш; 5 – центрлейтін окшаулағыш; 6 – тұтқыр төлке; 7 – ток өткізгіш

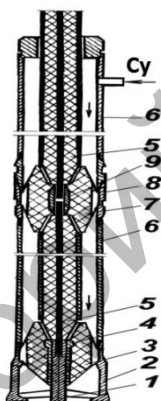
Сурет 1.11 – Бұрғылау бағандары: а – сұлба; б – конструкция



1 – сыртқы құбыр; 2 – полиэтилен изолятор; 3 – түйіскен шина (өткізгіш жуан сым); 4 – жоғары вольтты ток жібергіш; 5 – түйіскен шар

Сурет 1.12 – Жоғары вольтты қосқыш: а – сұлба; б – жалпы түрі

Бұрғылау бағаны түсіріп-көтеруші операциялардан бөлек, кенжар аймаққа генератордан импульстік кернеуді жеткізу қызметін де атқарады. Шаю сұйықтығы ретінде оқшауланатын (дизель отыны, трансформаторлы май және т.б.) сұйық қолданылады. Бағаналар коаксиалды жүйелер түрінде орналасқан. Орталық құбыр ток жеткізу қызметін атқарса, бағананың сыртқы құбыры жермен қосылады. Олардың арасына шаю қызметін атқаратын изоляциялайтын сұйық толтырылады. Бұрғылау бағанының бойымен изоляторлардың көмегімен сыртқы құбырға орталық ток жібергіш бекітілген.



- 1 – қашаудың жоғары вольтты электродтары (бұрғы ұшының);  
 2 – қашаудың жермен тұйықталған электродтары; 3 – қашаудың  
 центрлейтін оқшаулағышы; 4 – қашау оқшаулағышының қосқыш  
 төлкесі; 5 – жоғары вольтты кабельдің бөліктері; 6 – снарядтың жермен  
 тұйықталған сыртқы құбыры; 7 – кабельдің қосқыш оқшаулағышы;  
 8 – сыртқы құбырмен құлыптық байланыс; 9 – кабель оқшаулағышының  
 байланыс төлкесі

Сурет 1.13 – Шаю сұйықтығымен бұрғылауға арналған  
 кабельдік снаряд

Ұңғымаларды сумен шаю кезінде ішкі ток жібергіштің сырты қатты оқшаулағышпен қапталады (жоғары вольтты кабель) немесе орталық ток жібергішті кенжар аймаққа шаю сұйықтығы жіберілетін коаксиальды құбыр түрінде жасау да қарастырылады. Ал сырты жермен тұйықталған ішкі ток жібергіштің оқшаулағышы құбыр аралық кеңістікке ток өткізбейтін сұйықтың толтырылуымен жүзеге асырылады. Бұрғылайтын коаксиальды екі құбырлы снарядқа жоғары кернеуді жеткізу үшін полиэтиленді жоғары вольтты қосқыш қолданылады (1.13 – 1.14 суреттер).

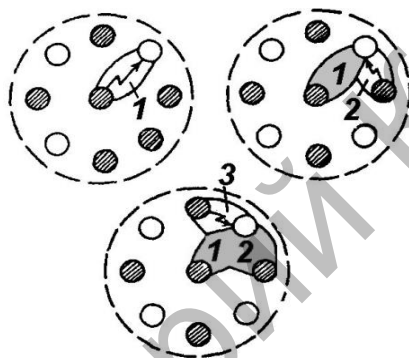


а – радиалдық; б, в, г, д – радиалды-тангенциалдық;  
е – пластиналық-тангенциалдық

Сурет 1.14 – Ұңғыма кенжарында қашау электродтарының орналасу сұлбасы

Бұрғы қашауы (ұшы) кенжар бойымен әртүрлі полярлы электродтар арасы бірдей шамаға бөлінген жоғары вольтты және жермен тұйықталған электродтардың бірдей құрылымдарын біріктіретін жүйені көрсетеді. Әдістің негізгі ерекшелігі тек қана электроимпульстік технологияға тән болатын разрядтардың автоматты түрде бірдей таралу механизмі болып табылады.

Ұңғыма кенжарында қашау электродтарының орналасу сұлбасы мен электродтар арасындағы разрядтардың тізбектеле өтуі 1.15 және 1.16 - суреттерде көрсетілген. Аралықтың бірін тесу кезінде разрядтың салдарынан ұсақталған жыныстардан пайда болған шұңқыр сумен толтырылып, оның электрлік орнығуын туғызады. Келесі разрядтар көрші аралықтарда кезектесе отырып, кенжардың барлық аумағын қамтитын аралықтардағы жыныстардың толығымен ұсақталғанына дейін жүреді [30].



Сурет 1.15 – Ұңғыма кенжарындағы жыныстардың ұсақталуы кезіндегі электродтар арасындағы разрядтардың тізбектеле өтуі

Барлық электродтар жыныстың бетінде электрлік беріктілігімен салыстырғанда бірдей шарттарда болса, бұрғы снаряды жаңа қалыпқа орналастырылып (қиратылатын жерге тереңдейді), жынысты ұсақтау циклы қайталанады.

Қашаумен ұңғымадан тау жынысын іріктеусіз бұрғылауға арналған ауқымды зерттеулер негізіндегі ең ұтымдысы кенжарға электродтарды радиалды-тангенциалды бағыттарда қирату импульстерін қалыптастыруға мүмкіндік беретіндей етіп орналастыру қажет болып табылады [31-33].

Тау жынысын іріктеусіз бұрғылауға арналған бұрғы ұштарының конструкциялары 1.16-суретте келтірілген.

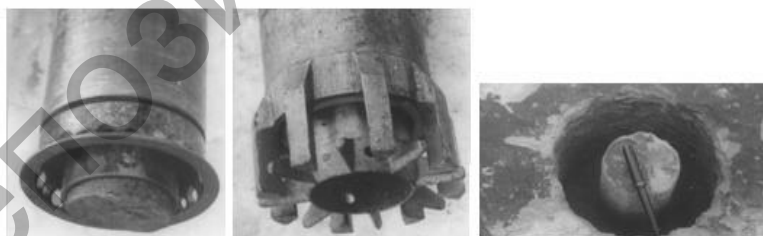
Бұл бұрғылау қондырғыларының көмегімен жер қойнауының жылуын алуға арналған ұңғымаларды жасау тиімді екендігі байқалады. Аз уақыт ішінде, көп энергия жұмсамай-ақ белгілі бір тереңдіктегі ұңғымаларды жасауға мүмкіндік береді. Алайда, бұл қондырғыларда орталық электродтың айналып тұруына қосымша энергия керектігі байқалды. Сондықтан энергия шығынын азайту мақсатында электрогидроимпульстік технология көмегімен жер қойнауын бұрғылауға арналған жаңа қондырғыларды ойластыру қажеттігі туындады.



а – радиальды- тангенциалдық; б, в – пластиналы-тангенциалдық

Сурет 1.16 – Ұңғымаларды бұрғылауға арналған бұрғы ұштарының конструкциялары

1.17-суретте ұңғымадан алынған тау жынысын іріктеп бұрғылауға арналған құралдарды сынақтан өткізу көрсетілген.



Сурет 1.17 – Бұрғымен тау жынысын іріктеу негізінде бұрғыланған ұңғыма

## 1.5 Жылуалмастырғыш ұңғыларын бұрғылаудың әдістері

Электрогидравликалық бұрғылау кезінде қазба бөлімінің электр энергиясы тікелей механикалық жұмысқа өтеді, тау жынысын қирату бұрғылау тәсілінің жаңа принципі болып табылады. Электрогидравликалық бұрғылау түрлері және түрлендірулер оны жүзеге асыру үшін арналған.

Конструкциялар және тағайындауға байланысты бұрғылау электродтардың бұрғылауында екі немесе бірнеше бола алады: олар қозғалыссыз, сонымен қатар айналмалы, тербелмелі қозғалыста болады. Электродтардың қозғалысы су энергиясының және электрогидравликалық соққылар күшінің әсерінен (қозғағыш) немесе бөтен электр көзінің есебінен іске асады. Бұрғыны қоректендіретін күштік құрылғы жүктемелі бұрғы бола алады.

Конструкциясының ерекшелігі бойынша бұрғылау қаптамасын тікелей шеген құбырда, бұрғылама су штангасында немесе оның ішінде, жай ғана ілінген тросста деп бөлуге болады. Жер бұрғылау құралы "торпедо" түрінде сонымен бірге, топырақтарды нығыздау үрдістері бар ұңғыманың пайда болуы және ұңғыманың қабырғаларының бекітуін орындайды [34-36].

Электрогидравликалық бұрғыны конструктивті төрт негізгі топтарға жіктеуге болады.

*Айналмалы орталық электроды бар электрогидравликалық бұрғы.* Кернеуі 70-100 кВ және сыйымдылығы 0,7-1,0 мкФ тең, тегіс кенжар бұрғысы диаметрі 450-500 мм дейінгі ірі ұңғымаларды тесе алатындығы тәжірибеде дәлелденді. Орталық электродтың айналу қозғалысы, мысалы, электромотор, турбинадан, бұрғы құбырына түсетін шаятын суын қозғалысқа келтіретін, сонымен қатар өздерінің электрогидравликалық соққыларының реактивті әсерінен әр түрлі әдістермен іске асады. Бұрғылар ол үшін бұрғылау қаптамасы тегіс немесе тісті шетімен орындай алады. Импульстің өте үлкен энергиясымен қаптама

иілгіш болып жасалуы керек (мысалы, жеке жұқа иілетін сымдардан).

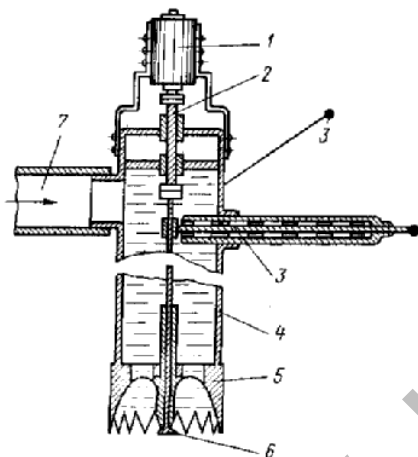
Айналмалы орталық таужынысты тегіс кенжар бұрғысына алғаш рет теріс электрод үшін су оқшаулағышы қолданылған. Ток өткізетін шланг дайындау үшін жұқа бүйірлі резенке қолданылады. Электроды ортаға дәл келтірілген шлангің остері бойынша саңылаудан кейін су еркін шыға алатындай болу керек.

1.18 - суретте электрогидравликалық бұрғылардың алғашқы нұсқасының бірі көрсетілген. Ішінде металдық құбыр - қаптамалар шетінде шаю сұйықтығы үшін саңылауы бар оқшаулағыш орналасқан. Құбырлы мойынтіректің оқшаулағыш орталығында оң электрод ешқандай кедергісіз еркін айналады, ток жылжымалы байланысумен тұжырымдалады. Электродтың төменгі ұшы тік бұрышпен 5-10 мм бұрылған. Құбырдың шетінде газдар және буларды шығару үшін тесігі бар. Құбырлы қаптамаға және электродқа ток беру кезінде соңғы және оған ең жақын қаптаманың тісінде разряд қалыптасады.

Бұл зарядтар электродтың айналуында құбырдың төменгі жылжымайтын шетінің периметрлерінен дәйекті түрде өтеді. Пайда болатын электрогидравликалық соққылардың әсерінен құбырға қойылған тау жынысы бүлінеді. Бұзылған тау жыныстары қабырға тесігі мен құбыр арасындағы саңылау арқылы, ықтиярсыз берілетін сумен құрылғы қуысынан шығады. [37-39].

Сақиналы кенжардың бұрғысы сызбасының тұтас кенжардың бұрғысына ұқсастығы орталық түтікті электродтың айналуы екеуінде бірдей әдістермен жүзеге асады. Бұрғының бұл түрі 50-80 кВ дейінгі кернеу кезінде бұрғыланатын сақинаның ені 30-50 мм болғанда кез келген диаметрлі дөңгелек ұңғыманы қалыптастырады.

Разряд ұшының ролін атқаратын астыңғы қисық кесіндісі бар ішкі цилиндрдің 10-15 айн/мин жиілікпен айналу арқылы коронканың жақын тістері мен цилиндрдің ұшы арасындағы коронканың астыңғы бүйіржағының периметрін разрядпен айналып шығу жүзеге асады.



1-ортаңғы электродты айналдыратын электр қозғалтқышы;  
 2-айналдыратын білік; 3-ток өткізгіш; 4-бұрғының құбырлық корпусы;  
 5-бұрғының қаптамасы - сыртқы электрод; 6-ортаңғы айналатын электрод; 7-су беретін саңылау

Сурет 1.18 – Айналмалы ортаңғы электроды бар электрогидравликалық бұрғы

Диаметрі 450-500 мм болатын тұтас кенжардың саңылауын алу үшін 70-100 кВ кернеу, 0,7-1,0 мкФ сыйымдылық қажет екендігі тәжірибелік жолмен анықталды.

*Жылжымайтын ортаңғы электродты электрогидравликалық бұрғылар.* Қозғалатын орталық электродты конструкцияда қолдану бұрғының сызбасын күрделендіреді. Ортаңғы электродтың дәл осьтік орналасуын сақтау мүмкін емес болғандықтан ортаңғы электродты айналмайтындай ету кезінде қиындықтар туындады.

Жылжымайтын ортаңғы электродты бұрғы жасау бойынша зерттеулер жүргізу барысында «лас кенжар» деп аталатын әдіспен сұйықтағы сынама кернеудің қандай да бір механикалық қоспалардың массалық үлесіне тәуелділігі анықталды, сонымен

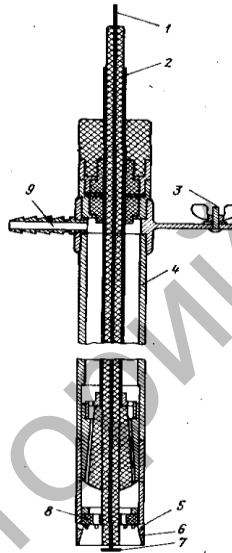
қатар осы әдісті қолданатын тұтас кенжардың бұрғысы жасалды. (1.19-сурет).

Бұрғының диаметрі 40 мм және энергия шығыны 25 Вт болған кезде ол бұрғылаудың келесі жылдамдықтарын береді:

гранит – 2 см/мин;

криворожск темір кені – 8 см/мин;

ірілігі 3-5 мм граниттік құмдағы бетон – 50 см/мин.



1-ортаңғы оң электрод; 2-теріс электрод; 3- жерге қосу клеммасы; 4-бұрғылау түтігі; 5-шламды шығаратын саңылаулар; 6- қаптама жиегі-разряд полюсы; 7-ортаңғы электродтың табақ тәрізді басы; 8-шағыстырушы; 9-сумен қамтамасыз ету

Сурет 1.19 – Жылжымайтын ортаңғы электроды бар тегіс кенжарлы электрогидравликалық бұрғы

Ортаңғы электрод ұшының формасын табақ тәріздес ету жолымен оқшаулауды деформацияламай бұрғының тұрақты жұмыс істеп тұруына қол жеткізілді. Электр күш өрістерінің

тәртібі мен таралуын бақылайтын тәжірибе жүргізу бұрғы құрылымында кері полярлық тәртібінде жұмыс істеу мүмкіндігінің алдын алуға және бұрғының жұмыс істеу мерзімін ұзартатын «табақ» пен оқшаулау арасындағы аз ғана саңылауды жасауға мүмкіндік береді.

Бұрғы жұмысының сенімділігін күшейту мақсатында электрогидравликалық соққының күшіне аса төзімді материалдар және оқшаулау үшін нейлон, полиэтилен, эскапон қолданылды. Сонымен қатар, аталған материалдардан фокустайтын шағылыстырғыш және ортаңғы электродты оқшаулайтын алдыңғы ұшы жасалады. Осы екі элемент ауыстырылып отырады, себебі осындай сызбадағы бұрғыда осы элементтер бұзылуға ұшырайды. Бұл типті бұрғылар қозғалатын бөліктері жоқ, тек дөңгелек қана емес, сонымен қатар ұңғыманың кез келген түрін де құруға қабілетті [40].

Кенжарға су жіберу ортаңғы электродты оқшаулаудан тыс орналасқан саңылау арқылы ғана емес түтік формалы ортаңғы электродтың қуысы арқылы да іске асады. "Лас кенжардың" әдісі бойынша орталық керні бар сақиналы кенжарды (сақиналы ойықты) қалыптастыру үшін ең аз дегенде 2 қозғалмайтын, бір-біріне коаксиалды құбырлы электродты, формалары әртүрлі, бірақ барлық үшкір бұрыштары бірқалыпты дөңгеленетін бұрғы құрастырылды (1.20-сурет). Электродтардың арасындағы қашықтық ойықтың берілген енімен анықталғандықтан (бұл жағдайда 30-50 мм аспайды), мұндай сызбадағы бұрғының жұмысы үшін 100 кВ-тан артық кернеу қажет емес. Сонымен қатар бұл сызбадағы бұрғыларда кері полярлық тәртіпте жұмыс істеу мүмкіндігі ескеріледі [41].

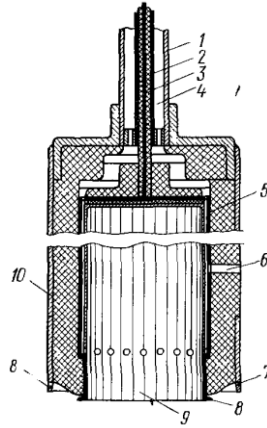
Бұл жағдайда суды екі жолмен беруге болады: ортаңғы электродтың қуысы арқылы немесе оқшаулағыштағы арналар арқылы. Су шығатын саңылау коронканың астында да, үстінде (шлам көп болғанда және оны көтергенде кенжарды «ластамас» үшін судың көп көлемін жұмсау қажеттігі бар кезде) де бар. Тұтас кенжардың бұрғылауы сияқты бұрғылаудың жылдамдығы осы бұрғылау режиміндегі разрядтардың жиілігін сипаттайтын

тұтынылатын қуаттың сызықтық функциясын білдіреді. Шахталардың, штолендердің, штректердің, тоннельдердің толық профилін үңгілеу үшін сақиналы кенжардың бұрғылары қолданылады.

«Лас кенжар» бұрғыларының екі түрін қоректендіруді кенжарға тиелетін күштік қоректену жабдығынан жүргізу тиімді. Белгілі бір сәтте контурдың разрядтық бөлігін ғана батыру мүмкіндігі бар, зарядтау бөлігі жер бетінде болуы мүмкін.

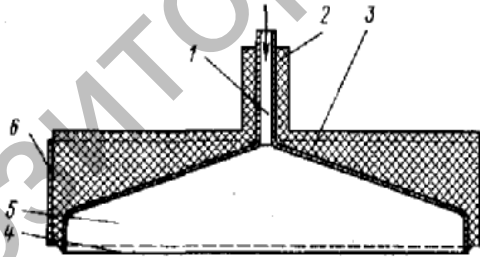
*Сызықтық бұрғылар.* Егер тұтас немесе сақиналы кенжардың бұрғысын қозғалмайтын ортаңғы электродпен «жалғаса», онда сызықтық бұрғылардың екі түрі конструктивтік түрде алынады. Ұзындығы кезінде орталық электрод арқылы су беретін желілік тауықтар

1-2 м тең кесу 50-80 кВ кернеуінде ені 8-10 мм-ге дейінгі жіңішке ойықтар тек түзу бойынша ғана емес, сонымен қатар кез келген қисықтар бойынша да түзілуі мүмкін. Ортаңғы электрод арқылы су беретін сызықтық бұрғылар кесу ұзындығы 1-2 м тең болған кезде, 50-80 кВ кернеуде ені 8-10 мм-ге дейін жететін тар тесіктерді (саңылауларды) тік сызық бойынша ғана емес, сондай-ақ кез келген қисық сызық бойынша жасай алады. Бірінші типті бұрғыларда ортаңғы электрод пластина түрінде жасалған, ал су диэлектриктегі тесіктер арқылы беріледі, ал екінші типті бұрғыларда қуысы арқылы су берілетін жазық түтік түрінде беріледі. (1.21-сурет). Бұл жағдайда орталық электрод түтік тәрізді сақиналы электродпен қоршалған. Электродтар бір-бірінен электрогидравликалық соққы әсеріне төзімді диэлектрикпен бөлінген. Электродтардың төменгі ұштары арасында коронка шетінің барлық периметрін қамтитын разрядтар пайда болады. Ортаңғы электродтың ішкі қуысы келте құбыр арқылы қандай да бір қысыммен келетін суға арна арқылы үздіксіз толтырылады.



1- бұрғы құбыры – ток өткізгіш полюсі; 2- сыртқы электрод-кабель орамасы; 3-ортаңғы электрод; 4- су өтетін қуыс; 5-бұрғылау қаптамасының ішкі құбыры (ток өткізгіш); 6- су өтетін саңылау; 7-газ бен шламдарды шығаратын саңылау; 8-разряд ұштары; 9- керн өту қуысы; 10-бұрғы қаптамасының корпусы, ток жібергіш

Сурет 1.20 – Қозғалмайтын орталық электроды бар сақиналы кенжардың электрогидравликалық бұрғысы



1- су беретін арна; 2-ортаңғы оң электрод; 3-диэлектрик; 4-ортаңғы электродтың төменгі жағы; 5-ортаңғы электродтың ішкі қуысы; 6-теріс электрод

Сурет 1.21 – Құбырлы электродты электрогидравликалық сызықтық бұрғы

Кенжардағы су мөлшері разрядтарды автоматты тарату әдісінің шарттарымен анықталады. Желілік бұрғыларды топтарға біріктіре отырып, ойықтарды кесу және әр түрлі конфигурациялы саңылаулар жасау, ал желілік бұрғылардың жұмысын сақиналы кенжардың бұрғыларымен біріктіре отырып, түзілетін ортаңғы керндерді тасымалдауға ыңғайлы блоктарға кесу мүмкін болады.

Осы типтегі бұрғылармен барлық тау жыныстарын, қатқан топырақты, мұзды, тұзды (сумен күшейтілген шаю кезінде) бұрғылауға, ағашты кесуге, түрлі су асты жұмыстарын орындауға болады – бетондағы температуралық тігістерді, бөгеттер негізіндегі шпунтқа арналған арна-саңылауларды кесуге, сондай-ақ бұрғы өзегінің бойлық қисығына сәйкес берілуімен қол жеткізетін кез-келген бойлық қисығы бар ұңғыманы бұрғылауға болады.

*Бұрғылардың басқа түрлері.* Көп электродты бұрғының ең қарапайым нұсқасы – екі электродты бұрғы-қашау. Металл емес материалдардың бұзылуын зерттеу үшін электрогидравликалық тәсілмен электрогидравликалық қашау деп аталатын құрылғы жасалды. Ол болат сымнан шығатын электродтары бар текстолит ұштықтан тұрады. Ұштығы ваннаның белтеміріне бекітілген төлкеде еркін қозғалатын текстолит өзегіне орнатылады. Қашауды азайту үшін әрбір соққыдан кейін текстолит өзегіне жүк салынады. Мұндай қашаумен минутына 50-60 импульс жиілігі және 100-200 Вт қондырғының тұтынылатын қуаты кезінде 3-тен 30 мм/мин-қа дейінгі жылдамдықпен әр түрлі материалдар сәтті қашалады. Тәжірибелік жолмен өткізгіш немесе жартылай өткізгіш қосындылармен тау жыныстары үлкен жылдамдықпен қашалып, ұсақ кристалды жыныстар мен қатты ерітінділер түріндегі заттар ірі кристалды, талшықты және кейбір қабатты жыныстардан жеңіл қашалатыны анықталды. Осылайша, тау жыныстарын бұзу үшін оның қаттылығы емес, нәзіктігі маңызды. Электродтардың санын көбейте отырып және оларды әртүрлі орналастыра отырып, көпэлектродты бұрғылардың бірнеше түрін алуға болады. Қашау электродтарының орналасуы сызықтық

(шеңбердің шеті бойынша бір, екі және одан да көп сақина қатарлары) немесе шахматтық тәртіпте болуы мүмкін.

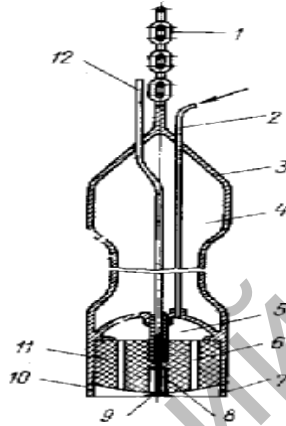
Бір агрегатта екі, үш және одан да көп сақиналы бұрғыны қозғалмайтын ортаңғы электродпен біріктіре отырып, көпэлектродты бұрғылардың әр түрлі нұсқаларын құруға болады. Бұл бұрғылар 100 кВ дейінгі кернеу кезінде ұңғымалардың кез келген диаметрін алуға мүмкіндік береді. [42].

Екі негізгі қоректендіргіш — электродтар арасында жақын орналасқан оқшауланған қосымша электродтарды енгізгенде, бағытталған бұрғылауды, яғни жынысты «аралауды» алуға болады. Мұндай бұрғылар жаңа құрылымдық класс болып табылады — олар сызықтық та, сақиналы да болуы мүмкін пиллоэлектродты бұрғылар.

Егер пиллоэлектродтық бұрғыда кенжарға салынған көптеген қозғалмайтын қосымша электродтарды ұсақ металл бөлшектермен ауыстырса, онда бытыралар жаңа класс — бытыралы-электродты бұрғыларды құра отырып, жекелеген қосымша электродтардың рөлін ойнай бастайды. Бұл бұрғылар жыныста өткір кесілген, өзін-өзі орталықсыздандыратын тік сызықты кесінді кеседі, демек, олардың негізінде көп қырлы бұрғылар жасауға болады.

Электрогидравликалық соққыларда пайда болатын қысым, су алып тасталатын тау жынысын қопсытып қана қоймайды, әлсіз тау жыныстары мен тығыз топырақты бұрғылау кезінде ұңғыманың қабырғаларын тығыздап, бұрғыланған жынысты немесе топырақты алып тастау міндетті емес болады. Бұл қысым ұңғыманың қабырғаларын да бекітетін болады. Осындай топырақтарда бұрғылау жұмыстарын жүргізу үшін кабельтросқа ілінетін торпеда түрінде орындалған электрогидравликалық бұрғы ұсынылды (1.22-сурет). Бұрғы ішіне тұтқыр ерітіндіні енгізеді. Электрогидравликалық соққылардың әсерінен кенжардағы жыныс қопсиды, ұңғыма қабырғаларына жылжиды және нығыздалады. Ұңғыманы қазу кезінде ерітінді топырақпен топырақ-бетон немесе топырақ-цемент қоспасына араласады. Бұрғылау артезиан ұңғымаларын бұрғылау кезінде су тұтқыш

қабатқа жеткеннен кейін немесе әлсіз тау жыныстарында көлденең ұңғымаларды бұрғылау кезінде ұңғыманың берілген тереңдігінде ток беру тоқтатылады және бұрғыны кабель-арқанмен сыртқа көтереді.



Сурет 1.22 – Электрогидравликалық бұрғы – «торпеда»

Бұрғы-торпедаларды кері бағытта тарту кезінде бұрғының сыртқы бетімен тегістеледі және тұтқыр ерітіндісі бар топырақ қоспасы тығыздалады. Мұнымен ұңғыма қабырғаларына берік қаптау жасалады. Мұндай түрдегі электрогидравликалық бұрғы тау-кен ісінде, мелиорацияда, сумен жабдықтауда және кәрізде пайдаланылуы мүмкін.

Электрогидравликалық бұрғылау кезінде топырақ бұрғылаумен және ұңғыма қабырғаларын нығыздаумен бір мезгілде жүзеге асыруға мүмкіндік берген жағдайда, оларды қалың болат шегендеу құбырларымен бекітудің қажеті жоқ болса, ұңғыма қабырғаларын металл таспамен бекітумен шектелуге болады. Бұл үшін алдын ала орамға салынған металл таспаны ұңғыманың кенжарына түсіреді. Лентаның сыртқы шеті орамнан тік бұрыштап астына бұрылады және топыраққа қыса отырып,

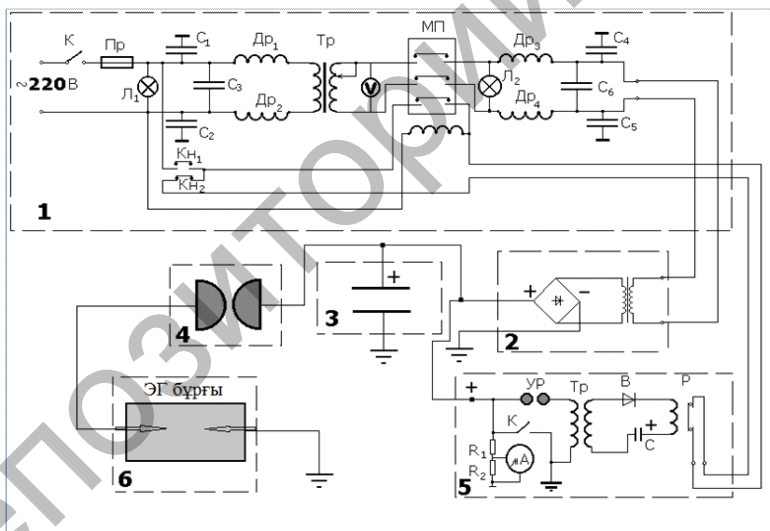
кенжарға бекітеді (немесе қандай да бір басқа тәсілмен) бекітеді. Содан кейін орам лентасының ішкі ұшын таспаны орауға қарама-қарсы бағытта, оны кенжардан осьтік жылжыту арқылы айналдырады.

Бұл ретте орамды ұзындықта созу және оны ұңғыма қабырғаларына дейін кеңейту жүргізіледі. Осылайша, металл таспа спираль бойымен құбырға салынады, ал құбыр судың құрғатылуына жол бермеу үшін лентаның жақын қабаттарын түйістіріп орналастырады. Лентаның сыртқы ұшын ішкі ұшы сияқты бекітеді. Мұндай технология шахталардың, штректердің, штольнелардың және басқа да құрылыстардың ұңғымаларын бекітуді жеңілдетеді.

## 2-БӨЛІМ. ТӘЖІРИБЕЛІК ЭЛЕКТРОГИДРОИМПУЛЬСТІК ҚОНДЫРҒЫ МЕН БҰРҒЫНЫ ДАЙЫНДАУ ЖӘНЕ СЫНАУ

### 2.1 Электрогидроимпульстік қондырғының негізгі блоктары

Зертханалық қондырғы келесі бөліктерден тұрады: басқару пультінен, қорғаныс жүйелі конденсатордан, электр қоректендіру блогы, ток шектеуші элементі, апаттық сөндіру жүйесі, жоғары кернеулі индикатор, коммутаторлы генератор, трансформатор жоғары вольтті түзеткіш, энергияны жинақтау блогы, қорғаныс жүйелі конденсатор, қалдық кернеуді алу жүйесі, қорғаныс жүйесі, разряд аралық, электродтық жүйе (2.1-сурет).



1 – басқару пульті, 2 - генератор, 3 - конденсатор, 4 - разряд аралық, 5 - қорғаныс блогы, 6 - электрогидравликалық бұрғы.

Сурет 2.1 - Электрогидроимпульстік қондырғының сұлбесі

*Жоғары вольтті генератор.* Импульстік токтың жоғары вольтті генераторы берілген қондырғының басты элементінің бірі болып табылады (2.2- сурет). Оның негізгі қызметі бірдей полярлы ток импульсін шығару. Сонымен қатар, импульсті энергия жинақтағыш конденсатордың зарядталуы тез арада жүзеге асуы үшін, импульстер жоғары кернеулі болуы қажет. Жоғары вольтті генератор келесі функционалдық блоктардан тұрады:

- күшейткіш трансформаторынан;
- жоғары вольтті түзеткіш көпірден.



Сурет 2.2 - Жоғары вольтті генератор

*Күшейткіш трансформатор.* Айнымалы токтың алғашқы жүйесін бір түрінен екінші өзгермейтін жиілікте басқа кернеуі мен тоғы бар түріне түрлендіруге арналған, статикалық электромагнитті аппаратты трансформатор деп атайды.

Трансформатордың жұмысы тізбектегі электр қозғаушы күшінің басқа тізбектегі токтың өзгеруі кезінде индуктивтік құбылысына негізделген. Ток бір шарғының орамдарымен жүруі барысында екінші шарғының орамдарын жанап өтетін магниттік ағынды тудырады, осылайша өзара индукцияның ілінісу ағыны пайда болады.

*Жоғары вольтті түзеткіш көпір.* Айнымалы жоғары кернеуді түзету үшін көпірлік сұлбе қолданылған. Көпірде қуатты шалаөткізгішті вентильтер (диодтар) қолданылады. Селенді вентильтер жиілігі 1000 Гц дейінгі айнымалы токты түзетуге арналған. Түзеткіштер бағанаға жиналған дөңгелек түзеткіш элементтерден тұрады. Бағананың әрбір элементінде токтың орташа тығыздығы  $50 \text{ mA/cm}^2$  және қайтымды кернеу 20-60В болады. Жоғары кернеуді түзету үшін бағанадағы түзеткіш элементтерді тізбектеп жалғайды.

*Импульстік ток генераторының принциптік сұлбесі.* Импульсті токтың жоғарғы вольтты блогының жұмысының мағынасы: электр энергиясы тоқ шектегіш элемент және қоректік блок арқылы энергия жинағыш – конденсаторға түседі. Конденсаторға жиналған энергия коммутирлеуші қондырғы – ауалы қалыптастырушы аралық көмегімен жинағыштың электрлік энергиясының бөлінуі жүретін сұйықтағы (немесе басқа ортадағы) жұмыстық аралыққа импульс түрінде беріледі, нәтижесінде электргидравликалық соққы пайда болады. Мұнда импульстік тоқтардың жоғарғы вольтты блогының разрядты тізбегі арқылы өтетін импульс түрі мен ұзақтылығы зарядты контурдың және өзіне жұмыстық ұшқынды аралықты қосатын разрядты контур параметрлеріне тәуелді болады.

*Импульсті энергия жинағыш.* Энергияны жинау үшін импульсті энергия жинағыш қолданылады. Ол бір немесе бірнеше импульсті жоғары вольтті конденсаторлардан тұрады (2.3-сурет).

Бірнеше конденсаторды қолданғанда олардың әр түрлі қосылуы мүмкін (параллель, тізбектей немесе параллель-тізбектей). Ол қажетті сыйымдылық пен жұмыс кернеуіне байланысты болады.

Конденсаторларды тізбектеп қосу арқылы жұмыс кернеуін максималды үлкейтуге болады, бірақ бұл жағдайда конденсаторлар жүйесінің ортақ сыйымдылығы азаяды. Конденсаторларды параллель қосу кезінде жұмыс кернеуін сақтай отырып, жүйенің ортақ сыйымдылығын ғана үлкейту

мүмкіндігі болады. Бірақ параллель қосылуда токтың сейілуі болады. Сондықтан мұндай жүйеде конденсаторлардың мөлшеріне шектеулер қойылады.

*Басқару пульті.* Қондырғы жұмысын бақылау мен басқару үшін басқару пульті құрастырылып жинақталды (2.4-сурет). Басқару пульті жұмыс атқару режимін қосу мен өшіруді қамтамасыз ететін, сонымен қатар импульстік разрядының жүру жиілігін реттеу мүмкіндігін, қондырғының негізгі параметрлерін бақылауды қамтамасыз ететін қондырғы. Оның көмегімен қондырғының әр түрлі жұмыс режимін орнатуға болады, сонымен қатар жұмыс үрдісінің өзін де бақылауға болады.



Сурет 2.3 - Импульсті энергия жинағыш және басқару пульті

*Қорғаныс жүйесі.* Ұйымның қауіпсіздігін және қондырғының сақталуын қамтамасыз ету үшін қорғаныс жүйесі құрастырылып жинақталған. Бұл жүйе жұмыс разрядтаушысында шамадан тыс жұмыс істеген жағдайда қондырғыны автоматты түрде сөндіруге мүмкіндік береді [43].

*Реттелетін разряд аралық қашықтық.* Реттелетін разряд аралық қашықтық жоғары вольтті алмастырудың ең басты элементі болып табылады (2.4-сурет).



Сурет 2.4 – Реттелетін разряд аралық қашықтық

Берілген жабдықтағы элемент әр түрлі жұмыс тәртібінде қондырғының тұрақты жұмысын қамтамасыз етеді (кернеу мен жиілік бойынша). Оны қолданудағы қажеттілік, жұмыс ортасының (техникалық су) тесу кернеуі жұмыс құрылғысына қажетті кернеуге қарағанда әлдеқайда төмен болуында. Ауа аралық тесілгеннен кейін үлкен кернеу лезде жұмыс аралығына беріледі. Мұнда жұмыс аралығына қажетті кернеуді беру мүмкіндігі туады. Реттегіш разряд аралық қашықтықта ауа аралығын үлкейту және кішірейту арқылы жұмыс кернеуін қажетті дәлдікпен реттеуге болады.

## **2.2 Жер асты жылуалмастырғыштарында қолданылатын полиэтилен құбырлардың ерекшеліктері**

Қазіргі уақытта геотермалды жер қойнауына орналастыратын жылуалмастырғыштарда ПЭ-63, ПЭ-80 және

ПЭ-100 маркалы полиэтилен құбырлар қолданылады. Бұл құбырлар болат, мыс және поливинилхлоридті құбырлармен салыстырғанда жоғары технологиялық мүмкіндіктерімен және өндірісті автоматизациялауда ерекше орын алады. Полиэтилен құбырларды пайдалану аса қажеттілік тудыратын материалдарды үнемдеуге, сонымен бірге оның кейбір түрлерін бірнеше рет қолдануға болады.

Полиэтилен құбырлар даттануға ұшырамайды. Болат құбырлармен салыстырғанда, полиэтилен құбырлар физикалық және химиялық қасиеттеріне сәйкес герметикалығы жағынан және пайдалану мен орнату кезінде жер қыртысындағы агрессивті заттардың әсеріне төзімділігімен ерекшеленеді. Сондықтан полиэтиленді құбырларға арнайы катодтық қорғаныс қажет емес, яғни құбыр желілерін орнату мен пайдалану жұмыстарында қосымша үнемдеуге мүмкіндік береді.

Полиэтилен құбырлардың физика - техникалық сипаттамалары 1-кестеде көрсетілген.

Кесте 1 – Полиэтилен құбырлардың физика-техникалық сипаттамалары

Көрсеткіштер	Мәндері		
	ПЭ-63	ПЭ-80	ПЭ-100
Тығыздық (меншікті масса), г/см <sup>3</sup>	0,953-0,959	0,940-0,957	0,952-0,961
Үзілу кезіндегі салыстырмалы ұзару, %	350 – 800	350-850	350-681
Созылу кезіндегі аққыштық шекарасы, МПа	20 - 23	18-23	23-25
Созылу кезіндегі серпімділік модулі, МПа	800	1000	1300-1400
Жылуөткізгіштік коэффициенті, Вт/(м·К)	0,38	0,38	0,38
Сызықты жылулық ұлғаю коэффициенті, мм/(м·К)	0,19	0,18 – 0,19	0,19
Сыңғыштық температурасы, °С	<-100	<-100	<-100

Ішкі диаметрлерін үлкейту арқылы қажетті жұмыс істеу қарқындылығын арттыруға болады. Құбырдың массасы мен қабырғасының қалыңдығын азайту арқылы көшіру мен құрастыру жұмыстарының шығынын азайтуға болады.

Полиэтилен құбырлар болат құбырлардан 3-7 есе жеңіл болғандықтан құрастыру кезінде белгілі бір қашықтыққа ауыстыруда, жүк көтергіш механизмдерді пайдалануды қажет етпейді. Бір ғана транспорт болат құбырларға қарағанда полиэтилен құбырларды 3-5 есе артық тасымалдайды. Осыдан полиэтиленнің орамын тасымалдау шығынын анағұрлым азайтатындығын көруге болады. Сонымен бірге, дәнекерлеу жұмыстарының санын да 50-100 есе азайтады. Бұл полиэтиленді құбырларды орнату мен құрастыру жұмыстарының құнын төмендетеді.

Полиэтиленнің жылуөткізгіштігінің төмендігі жылу шығынын төмендетумен қатар, құбыр бетінде конденсаттың пайда болуын азайтады.

Сұйықтың қатуы кезінде полиэтиленді құбыр желілері бұзылмайды, өйткені құбырдың диаметрі ұлғайып, сұйық еріген кезде қайтадан өз пішініне оралады. Серпімділік модулінің аздығының салдарынан су соққыларының қауіптілігі анағұрлым төмендейді.

Полиэтилен құбырлар – микроағзалар мен жай көзге ілінбейтін, микроскоппен ғана көруге болатын өте ұсақ, бір жасушалы микроағзалардан қорғайтын сенімді қалқан, оның ішкі қабаты суға ешқандай зиянды қоспаларды жібермейді.

Полиэтилен құбырларды дәнекерлеу ауыр техникаларды пайдалануды қажет етпейді. Полиэтилен құбырлардың түйіндерін дәнекерлеу толығымен автоматтандырылған, арзан және қосымша материалдардың шығынын болдырмайды. Полиэтилен құбырларды дәнекерлеуге 1-2 адамнан тұратын бригада да жеткілікті. Болат құбырларды дәнекерлеумен салыстырғанда электр энергиясын анағұрлым аз тұтынады.

Полиэтилен құбырларды пайдалану дәстүрлі әдістермен салыстырғанда шығындалатын құралдарды 40% -ға үнемдеуге мүмкіндік береді. Кепілдендірілген қызмет мерзімі – 50 жыл.

Жоғарыда келтірілген полиэтилен құбырлардың сипаттамаларынан жер қойнауының химиялық әсерлеріне төзе алмайтын металл құбырларға қарағанда жылуалмастырғыштарда пайдалану анағұрлым тиімді, әрі өзекті деп есептеуге болады.

### **2.3 Жылу сорғы қондырғысын жұмыс тәртібіне дайындау**

Ұсынылып отырған электрогидроимпульстік технологияның басқа бұрғылау әдістерінен ерекшелігі орталық кабель электродты айналдыруға қосымша энергияны қажет ететін қозғалтқыштың болмайтындығы болып табылады. Сонымен бірге, электрогидравликалық бұрғының теріс электрод қызметін атқаратын металдық қаптамасының ішкі бөлігінің эллипстік параболоид түрінде болуы импульстік қысымның бір нүктеге шоғырлануына мүмкіндік береді. Соның салдарынан тастың бетіне разрядтық соққы берілген кезде өте үлкен қысым пайда болады да, тастың ұсақ бөлшектерге үгітілуіне әкеледі. Тастың үгітілуі электродтың астында көбірек болып, жұмыс бұрғысының қабырғасына жақындаған сайын азая бастайды. Тасқа берілетін соққы санын арттырған сайын қысымның үстіне қысым түсіп, тасты тереңірек үгітуге тырысады.

Профессор Ж.С. Ақылбаев атындағы инженерлік жылуфизикасы кафедрасының «Дәстүрлі емес энергия көздерін зерттеу» зертханасында электрогидравликалық бұрғылауды жүзеге асыруға арналған тәжірибелік қондырғы құрастырылды (2.5-сурет).

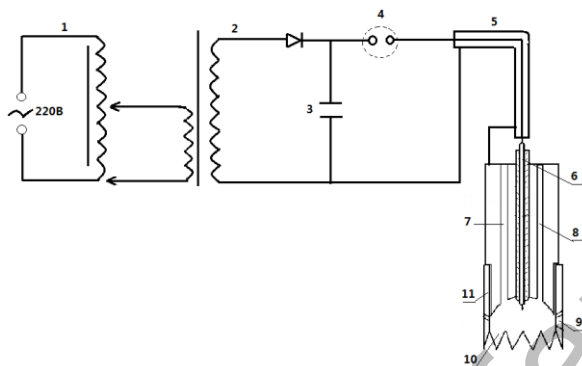


Сурет 2.5 - Тәжірибелік электрогидравликалық қондырғы

Сұйықтағы разряд аралыққа берілетін импульстарды туғызатын кернеу үшін газ разряднигі қолданылады, ал белгілі бір импульс энергиясын қалыптастыруда электр жинақтаушы конденсатор қолданылады.

Бұрғылауға арналған электрогидравликалық қондырғы мен жұмыс ұяшығы құрастырылып, практикалық түрде тәжірибеден өтті. 2.6-суретте электрогидравликалық қондырғы мен электрогидроимпульстік бұрғының сұлбасы көрсетілген [44].

Орнату келесідей жұмыс істейді: импульсті конденсатор (3) реттелетін ток көзінен қоректенетін (1) жоғары вольтты генератордан (2) зарядталады. Берілген кернеуге жеткенде ажыратқыштың (4) сынамасы жүреді және конденсатордағы барлық қосалқы энергия кабель – электрод арқылы электрогидроимпульстік бұрғының жұмыс аралығына беріледі. Қуатты механикалық соққы толқындарының көзі болып табылатын сұйықтықтағы импульстік электр разряды жүреді, ол бұрғының тәжіне шағылысып, өңделетін тау жыныстарына әсер етеді де, ұсақ бөлшектерге бұзады.



1 – қорек көзі, 2-жоғары вольтты генератор, 3 - импульстік конденсатор, 4 - ажыратқыш, 5 - коаксиальды кабель – электрод, 6 - орталық электрод, 7 және 8 – сұйық жіберілетін каналдар, 9 – бұрғының сыртында газдарды сыртқа шығарып тұратын саңылаулар, 10 – бұрғы тістері, 11 – бұрғының сыртқы бөлігі

Сурет 2.6 – Электрогидравликалық қондырғы мен электрогидроимпульстік бұрғы сұлбасы

Электрогидроимпульстік бұрғының сыртқы көрінісі 2.7-суретте көрсетілген.



Сурет 2.7 – Электрогидроимпульстік бұрғының сыртқы бейнесі

Қондырғының жұмыс істеу қызметі мынандай ретпен жүреді. Импульстік конденсатор реттеліп отыратын ток көзінен қоректенетін жоғары вольтты генератордан зарядталады. Белгілі бір кернеуге жеткенде разрядтаушыда ұшқын пайда болады да, конденсаторда жинақталған энергия кабель-электрод арқылы электрогидроимпульстік бұрғының жұмыстық аралығына беріледі. Осының салдарынан сұйықта импульстік электр разрядтары қуатты механикалық соққы толқындарын қаптамаға шағылған толқындар фокусталып алынған табиғи тасқа әсер етіп, оны бірнеше ұсақ бөліктерге бөледі.

Электрогидравликалық құбылыс кезінде жоғары импульсті кернеу берілген электродтар арасында жарылыс туып, әр түрлі физикалық құбылыстың кең көлемін қамтитын күрделі үдерістер өтеді.

Сұйық ортадағы электр разряды кезінде өтетін физикалық үрдістер жеткілікті көлемде қиын және әр түрлі. Оларды зерттеу қазіргі уақытта әлі де шегіне жетпеген.

Электрогидравликалық жұмыстың түбірі гидравликалық құбылыстағы импульстік қысымның тез артуы мен гидродинамикалық эффектiлер және амплитуданың соққылы әрекеттері импульсті электр разрядынан пайда болады.

Тау-кен жыныстарын үгіту кезінде электр энергиясы механикалық жұмысқа айналады. Бұл электрогидравликалық бұрғылаудың жана әдістерінің бірі болып табылады. Оны жүзеге асыруда электрогидравликалық бұрғылаудың әртүрлі типтері мен модификациялары қолданылады.

Бұрғылаудың құрылымы мен жұмыс істеу принциптеріне байланысты электрод бір немесе бірнеше болады. Олар қозғалмайтын, айналмалы және тербелмелі қозғалыста болуы мүмкін. Электродтың қозғалысы сыртқы күштің әсерінен (қозғалтқыштың), судан өтетін энергия есебінен немесе электрогидравликалық соққының әсерінен болады. Бұрғыға ток беретін құрылғыны жерге орнатуға немесе жер астына орнатуға болады. Су ұңғыға кабель өтетін металл құбыр арқылы барып, сонымен қатар осы су жұмыстық орта және жуғыш сұйықтықтың

ретінде қолданылады. Бұрғының төменгі бөлігінде қаптама бар, осы қаптама ішіндегі оқшаулағыш арқылы орталық электрод жіберіледі. Ол қоректендіру кабелімен жалғанған. Сызбаның теріс полюсі бұрғы корпусына және жерге қосылған, ал оң полюсі орталық электродқа берілетін кабельге жалғанған. Разрядтың алып отырған аймаққа берілетін соққысы күшті болу үшін қаптаманың төменгі бөлігі тісті түрде жасалған (2.8-сурет).



Сурет 2.8 – Қаптаманың тісті түрде жасалған бейнесі

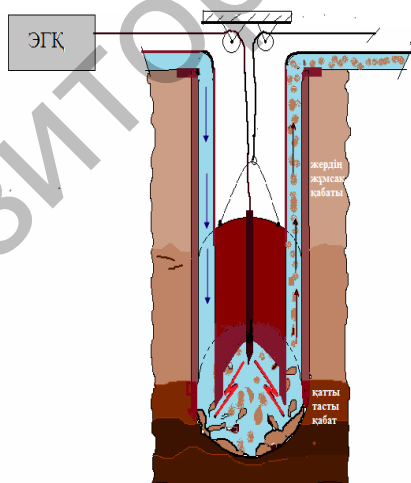
Сонымен, электрогидравликалық бұрғы орталық электродтан, сұйық жіберілетін арналардан, бұрғының сыртында газдарды сыртқа шығарып тұратын саңылаулардан, астыңғы жағы тістер түрінде болатын қаптамадан тұрады.

2.9-2.10-суреттерде зертханалық алаңдағы шағын көлемді бұрғылау қондырғысы мен бұрғылауға арналған ұяшық көрсетілген [45]. Бұл ойлап шығарылған құрылғы электрогидроимпульстік әдіспен, сұйықтықтың көмегімен ұңғымаларды бұрғылауға арналған техникалық құралдардың қатарына жатады. Мұндай құрылғыны жоғары қысым мен аққыш ортаның бағытталған қозғалысын тудыруды қажет ететін жер

қойнауының жылуын алу кезіндегі жылуалмастырғыштарды орнатуға арналған ұңғымаларды жасау кезінде қолдануға болады.



Сурет 2.9 – Зертханалық алаңдағы шағын көлемді бұрғылау қондырғысы



Сурет 2.10 – Бұрғылауға арналған ұяшық

## 2.4 Тәжірибелік-сынақ полигонын құру

Полигонды ұйымдастыру бойынша белгіленген жұмыстарды университет басшылығымен және геологиялық басқармасымен келіскеннен кейін университеттің №2 корпусының жанында жалпы ауданы жүз жиырма шаршы метр учаске таңдалды.

Осы учаскенің геологиялық кесіндісі мен гидрогеологиясын зерттеу жұмыстары алдын ала жүргізілді. Зертханалық корпуста орналастыру және байлау схемасын жоспарлау, эзірлеу, металл бағаналарды орнату үшін шұңқырларды дайындау бойынша жұмыстар жүргізілді.

Содан кейін бұрыштық және аралық бағаналар мен металл қоршаулар құрастырылды. Полигонның қоршауы металл материалдан жасалған, сонымен қатар бұрыштық бағаналарды дайындау және қақпаларды орнату үшін қолданылды: профильді құбыр, сондай-ақ аралық бағаналар мен қалитқаларға арналған ұсақ профиль; периметрі бойынша қоршау үшін биіктігі екі метр рабица торы, бұрыштық бағаналардың биіктігі төрт метр. Бұрыштық және аралық бағандардың негіздері цемент ерітіндісімен құйылған.

Монтаж жүргізілгеннен кейін металл беттерін тазалау және сырлау, сондай-ақ қақпалар орнату, тәжірибелік-сынақ полигонын жарықтандыру жүргізілді.

Сонымен қатар, жылу сорғы қондырғының сыртқы контурын монтаждауға арналған тәжірибелік-сынау полигонының алаңы, бақылау камерасы және полигонды жарықтандыруға арналған прожектор, бейнебақылау жүйесі іске асырылды (2.11-сурет).



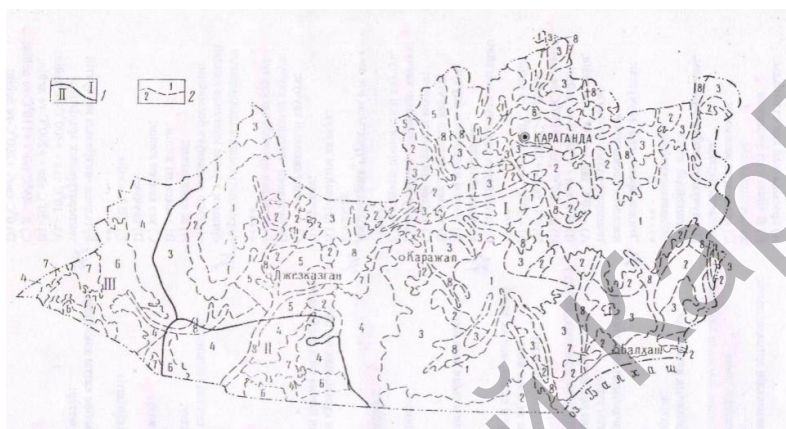
Сурет 2.11 – Тәжірибелік-сынақ полигонының алаңы

*Тік жер асты ұңғымаларының геологиялық құрылымы.* Берілген схемада Қарағанды облысының инженерлік-геологиялық аудандастыру (2.12-сурет) екі шекара бойынша бөлінген: 1 - инженерлік-геологиялық аймақтар бойынша және 2 - инженерлік-геологиялық облыстар бойынша.

Осылайша, өңірлер аумақты аудандастырудың ең ірі элементтері болып табылады және аймақтық ерекшеліктердің өзіндік ерекшелігін көрсетеді: формацияның белгілі бір түрінің таралуы, олардың тиісті құрылымдық кешенге жататындығы, шөгіндінің қуаты және жер асты сулары бойынша негізгі деректер.

Аймақтар ішінде орналасқан облыстар ірі геоморфологиялық бірліктерге жауап береді және рельеф пен оның генезисінің негізгі ерекшеліктерін көрсетеді. Рельеф тік жағдайлардың ішінара бір тектілігі бірнеше өңірлерде белгілі бір облыстар мен белгілі бір өңірде олардың жоқ болуына әкеп соғады. Ең бөлшекті инженерлік-геологиялық бірлік болып табылатын аудандар картада инженерлік-геологиялық

кешендердің таралу ауданын көрсетеді, олардың сипаттамасы бөлінген аудандарды сипаттау кезінде келтіріледі.



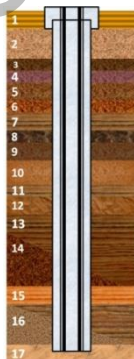
Сурет 2.12 – Қарағанды облысының инженерлік-геологиялық аудандастыру схемасы

Өңірдің солтүстігінде, батысында және оңтүстігінде шартты контуры Қарағанды облысының әкімшілік шекарасы болып табылады, өйткені ол сипатталған аумақтан тыс тарайды. Оңтүстік-батысы мен батысында аймақ Бетпак дала шөлімен және Торғай қиылысымен шектеседі. Өңір рельефтің әртүрлі түрлерімен сипатталады — солтүстік-шығыстағы төменгі таудан оңтүстіктегі және оңтүстік-батыстағы цокольді және қабаттық жазықтарға дейін. Барлық жерде күндізгі бетке шығатын допалеозойлық және палеозойдық түзілімдер негізінен интрузивті, эффузивті, метаморфикалық және эффузивті-шөгінді формациялармен және салынған мұльдтарды құрайтын кем дегенде терригендік және карбонатты формациялармен ұсынылған. Сүйекті алқаптар түрінде палеоген мен неогеннің жоғарғы түрленген (қызыл түсті және жасыл түсті) формациясындағы құм-сазды жыныстар сақталған. Төрттік шөгінділердің өте шектеулі таралуы бар және тек межсопочных

төмендеулерде, өзен алаптары мен ірі көл шұңқырлары бойынша кездеседі.

Тамыр тұқымдары бойынша жел қабығының сынық-сазды түзілімдері кең таралған. Олар көбінесе депрессияларда, қиылысатын төмендеулерде және әртүрлі гипсометриялық деңгейлерде жас шөгінділердің жабыны астында жазықтарда кездеседі. Олардың максималды қуаты 100м және одан жоғары. Су бөліністерінде және ежелгі өзен алаптарының шегінде (Сарысу, Нұра, Атасу өзендері) желді қабығының жыныстары толығымен шайылып, тек ауданы бойынша шағын учаскелерде сақталған. Олар эрозиялық кемерлерде және су бөлу шағын адырының баурайларында тіркеледі.

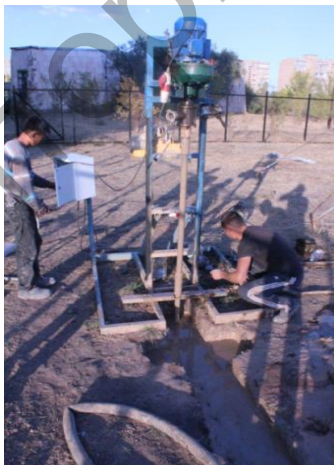
Жер асты сулары жату жағдайлары, химиялық құрамы және минералдануы бойынша әртүрлі. Протерозой және палеозой тау жыныстарында көбінесе жарықты және аз дәрежеде жарықты-карсталы жер асты сулары, жартылай кесекті жыныстарда – қаттық арынды, ал жабынды кайнозой шөгінділерінде – кеуектік дамыған. Химиялық құрамы бойынша, жалпы өңір бойынша төмен минералданған гидрокарбонатты-сульфатты натрийлі-кальцийлі және кальцийлі-натрийлі сулар басым. 2.13-суретте ұңғыманың литологиялық қимасы көрсетілген.



Сурет 2.13 – Ұңғыманың литологиялық қимасы

*Полигонда жылу алмасу ұңғымаларын дайындау.* Шағын көлемді қондырғыны құрастырғаннан кейін учаскелердегі бұрғылау ерітіндісіне арналған шұңқырлар, бұрғылау штангалары дайындалды, шлангтарды қосу жүргізілді. Содан кейін ұңғыманың литологиялық қимасына байланысты әр түрлі тереңдікке иірімдік бұрғылауға кірісті.

Жыныстары бар аймаққа жеткеннен кейін одан әрі бұрғылау электрогидравликалық бұрғының көмегімен жүзеге асырылды, бұл тұқымға электрогидроимпульстік әсер ету арқылы оны бұзуға және радиалды бағытта топыраққа соққы толқындарымен әсер ете отырып, ұңғыма бойынша тереңдетуге мүмкіндік берді. Электрогидравликалық бұрғылау нәтижесінде ұңғыманың кенжар аймағында жыныстың тиімді бұзылуы және шламды жою орын алады. Бұл технологияны қолдану тасты жыныстары бар топырақ жағдайында ұңғымаларды бұрғылау процесін айтарлықтай жеңілдетеді. 2.14-суретте жұмыс барысында тәжірибелік-сынақ полигонындағы шағын көлемді бұрғылау қондырғысы көрсетілген.



Сурет 2.14 – Тәжірибелік-сынақ полигонындағы шағын көлемді бұрғылау қондырғысы

Дайындалған теспе негізінде қашауастарды және электрогидравликалық бұрғыны қолдана отырып, 28 метрге дейін тереңдікте ұңғымалық бұрғылау жүзеге асырылды.

Ұңғыманың тереңдігі, беретін және кері тармақтары бойынша жылу тасығыштың температурасын өлшеу жүйесін әзірлеу.

Әзірленген жүйе жылу алмасу контурының әр түрлі нүктелерінде температураларды өлшеуге мүмкіндік береді. Жүйе алдын ала сатыларда көлденең және тік зертханалық стендтерде сыналды. Дайындалған ұңғымаларға жылу алмастырғыштар орнатылды. Жылу алмастырғыштар мен орталық құдықтағы температураны өлшеу жүйесі түпкілікті құрастырылды.

Пайдаланылған термодатчиктер, әрқайсысы өз сериялық нөмірі бар, Dallas Semiconductor өлшенетін температура диапазоны  $-55 \div +125$  °C, өлшеу дәлдігі  $0,1^{\circ}\text{C}$  (2.15-сурет). Сонымен қатар, 10 датчиктер беру құбырларына, кері қайтуға және топыраққа құбырдан кейбір алыста орнатылған.



Сурет 2.15 – Орнатылған термодатчиктері бар температураны өлшеу жүйесі

Датчиктер әр түрлі тереңдікте ылғалдан қорғайтын қаптамада ұзындықтағы U-тәрізді жылу алмастырғыштардың барлық контурына орнатылды. Мұнда 3, 7, 17 және 22 метр

тереңдіктерде бір-бірден 9 температуралық датчиктер, сондай-ақ беру және кері қайтару құбырларында және топырақта құбырдан кейбір алыста 12 метр тереңдіктегі орта бөлікте 5 дана орнатылған.

Орталық құдықта температура датчиктері жылуалмастырғыштардың берілетін және кері тармақтарының кіре берісінде орнатылған, термодатчиктер арнайы термопастаны пайдалана отырып, герметикалық корпусқа салынған, бұл жақсы байланыс пен оқшаулауды қамтамасыз етеді. Барлық термодатчиктер компьютерге "паразиттік" қоректендірумен, екі сымды схема бойынша қосылған.

Бұл схема қарастырылып отырған үдерістерге талдау жүргізуге мүмкіндік беретін, өлшеу уақытын көрсете отырып, алынған ақпарат массивін жүйелеу және сақтау мүмкіндігін қамтамасыз етеді.

## **2.5 Электрогидравликалық бұрғылау қондырғысымен тәжірибелік-сынақ жұмыстарын жүргізу**

Ұңғымаларды бұрғылау кезінде жұмыстар толық механикаландырылған, яғни кенжарда тастарды қирату, оны тиеу және жер бетіне шығару, ұңғымаларды жоғары жылдамдықпен жасауды қамтамасыз етеді. Бұл кезде жұмыстың қауіпсіздігі артып, еңбек шарты жақсаратындығы сөзсіз. Шурф ұңғымаларын жасау кезінде жер бетіне көтерілетін жыныстардың көлемі артады, бұл геологиялық құжаттамалар мен сынақтар өткізуге үлкен мүмкіндік береді. Қондырғы дінгектен, қозғалмалы ротордан, шығырдан, гидравликалық беріліс механизмінен және басқару пультінен тұрады. Шурфты бұрғылау жұмыстары оны металл шегендеуші құбырларға бекіту жұмыстарымен қатар жүреді. Шегендеу жұмыстары ротор мен гидравликалық беріліс жүйесінің құбырлардың айналмалы-ілгерілемелі орын ауыстыруы кезінде жүзеге асырылады.

Ұңғымаларды дайындау мақсатында сынау алаңына шағын бұрғылау қондырғы әкелініп, құрастырылды. Бұрғылау жұмыстары жаз және күз айларында жүзеге асырылды. Бір ғана жермен шектелмей, бұрғылау жұмыстары алдын ала геологиялық қималары жасалған әртүрлі жерлерде жүргізілді.

Шағын бұрғылау қондырғысын құрастырғаннан кейін, бұрғы суларына арналған шұңқыр дайындалып, шлангаларды жалғау жұмыстары жасалды (2.16-сурет).



Сурет 2.16 – Бұрғылау суларына арналған шұңқырды дайындау

Ұңғымалардың литологиялық қималарына сәйкес әртүрлі тереңдікте шнекті бұрғы көмегімен шурфтарды бұрғылау жұмыстары жүргізілді. 2.17-суретте жұмысқа дайындалған бұрғы қондырғысы көрсетілсе, 2.18-суретте бұрғы штангалары мен бұрғыланған шурф келтірілген.

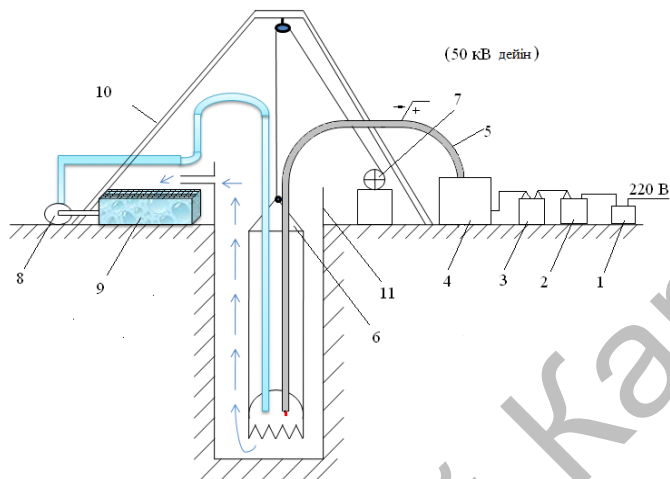


Сурет 2.17 – Сынақ орнындағы бұрғы қондырғысы



Сурет 2.18 – Бұрғы штангалары мен шурф

Қатты жынысты жерлерге келгенде электрогидравликалық бұрғының көмегімен бұрғылау жүргізілді, тура циркуляциялы шаю сұйықтығы бар ұңғымаларды қазуға арналған қондырғының сұлбасы 2.19-суретте келтірілген.

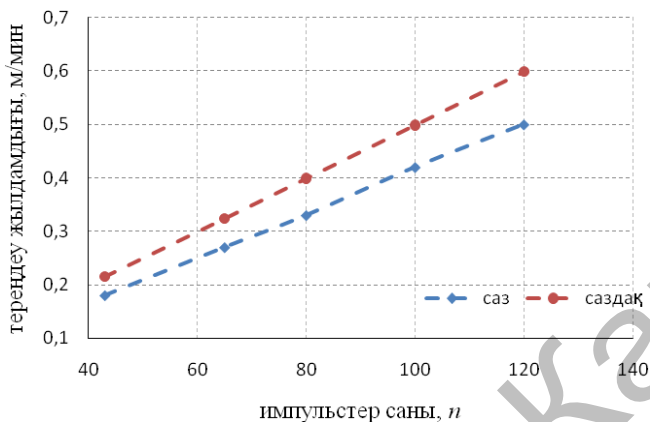


- 1 – жоғары вольтты трансформатор; 2 – түзеткіш; 3 – дроссель;  
 4 – импульстік кернеу генераторы; 5 – жоғары вольтты ток жеткізгіш; 6 – электрогидроимпульстік бұрғы; 7 – шығыр; 8 – бұрғылау сорғысы; 9 – шаю сұйықтығы бар бак; 10 – бұрғы мұнарасы;  
 11 – бағытталған шегендеуші құбыр

Сурет 2.19 – Тура циркуляциялы шаю сұйықтығы бар ұңғымаларды қазуға арналған қондырғының сұлбасы

Жер қойнауының қатты тасты жерлерін электрогидроимпульстік әсермен тікелей ұсақтап, әрі қарай ұңғымаларды қазу жұмыстары жүргізілді. 2.20-суретте электрогидроимпульстік бұрғымен бұрғылау кезі көрсетілген.





Сурет 2.21 – Электрогидроимпульстік бұрғының тереңдеу жылдамдығының импульстер санына тәуелділігі

2.22-суретте сынақтан өткізу орындарында пайдаланылған бұрғы қондырғысының электрлік берілісі мен моторлы сорғы бұрғылау сұйықтығын сору кезі көрсетілген.



а) бұрғы қондырғысының электрлік берілісі; б) моторлы сорғының бұрғылау сұйықтығын сору кезі

Сурет 2.22 – Бұрғы қондырғысының жабдықтары

2.23-суретте қондырғыны электрмен қамтамасыз ететін бензинді генератор көрсетілген.



Сурет 2.23 – Қондырғыны электрмен қамтамасыз ететін бензинді генератор

Бұрғылау үдерісі мен бұрғылау кезінде жер қойнауын визуальды бақылау жұмыстарын 2.24 және 2.25-суреттерден көруге болады.



Сурет 2.24 – Бұрғылау үдерісі



Сурет 2.25 – Әртүрлі тереңдіктегі жер қойнауының құрамы

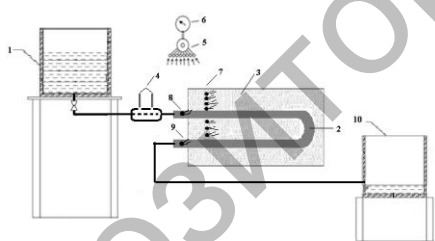
Электрогидравликалық бұрғылау нәтижесінде жер қойнауының жылуын алуға арналған жылуалмастырғыш ұңғылары дайындалды. Ұңғымаларға орналастырылатын жылуалмастырғыш құбырларда жүретін жылу беру үдерістерін зерттеу қажеттілігі туды [45].

### 3-БӨЛІМ. ЗЕРТХАНАЛЫҚ АЛАҢДАҒЫ ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ

#### 3.1 Тәжірибелік зерттеу нәтижелері

Қойылған мақсатқа жету үшін жылу сорғысының жылу алу элементтеріндегі жылу алмасу үрдістерін модельдеу үшін тәжірибелік стенд құрастырылды.

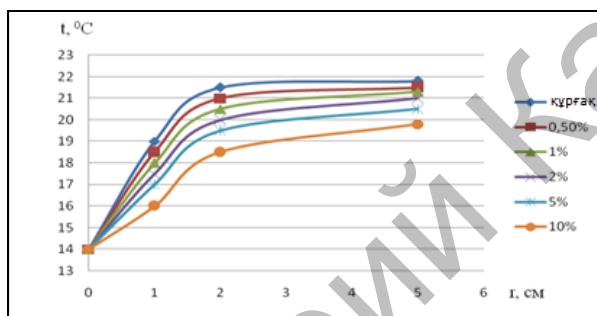
Тәжірибені есептеу үшін шекаралық шарттар: кірістегі суық судың температурасы  $t_k=100^{\circ}\text{C}$ , зерттелетін құбырдың кіру учаскесіндегі құм температурасы  $t_k=23^{\circ}\text{C}$ . Қоршаған ортаның температурасы  $23^{\circ}\text{C}$  құрады. Параллеліпипед түріндегі сыйымдылық алдымен құрғақ құммен толтырылды, содан кейін оны судың әртүрлі массалық концентрацияларында ылғалдандырды. Құмдағы судың жаппай шоғырлануы 0,5%, 1%, 2%, 5% және 10%. Тәжірибе сұйықтықтың гидродинамикалық тұрақтануы жүргізілетін учаскеде жүргізілді. Зертханалық қондырғы және оның блок-схемасы 3.1-суреттерде көрсетілген.



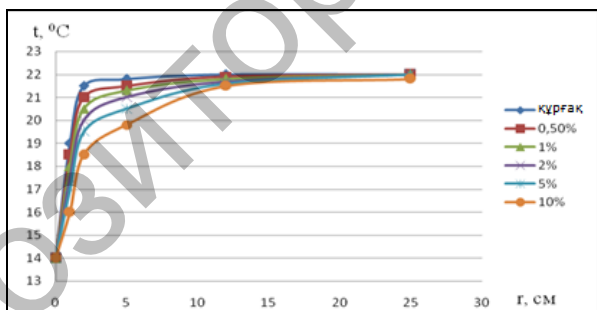
1-суы бар бак; 2 - жылу алынатын құбыр; 3 - құммен жылу беретін учаске; 4 - дифференциалды манометр; 5 - терможұпты ауыстырып қосқыш; 6 - ЭҚК терможұпты өлшеуге арналған потенциометр; 7, 8, 9 - терможұптар; 10-қалалық кәріздің ағызу келте құбыры

Сурет 3.1 – Зертханалық қондырғы және оның блок-схемасы

Тәжірибе нәтижелері бойынша U-тәрізді топырақ жылуалмастырғыштың төңірегіндегі температуралардың өзгеруіне байланысты әртүрлі тәуелділіктер алынды. 3.2, 3.3 (а) - суреттерінде құбырдың шетіндегі әр түрлі ылғалдылықпен топырақтағы температураның таралуы және U-тәрізді жылу алмастырғыш түтікшелерінің арасындағы топырақтағы температураның таралуы көрсетілген.



а)

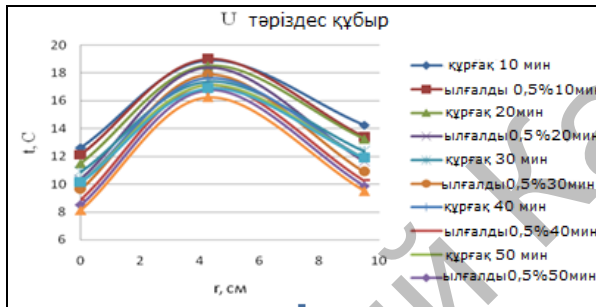


б)

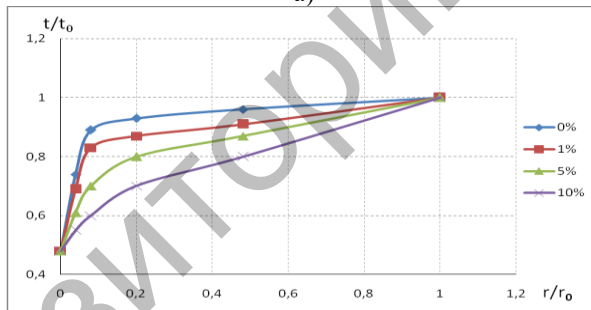
Сурет 3.2 – а) Құбыр маңайындағы топырақта температураның таралуы, б) құбыр маңайындағы ылғалдылығы әр түрлі топырақта температураның таралуы

Алынған зерттеу мәліметтері бойынша 3.3 (б) және 3.4 (а) - суреттерде көрсетілген әмбебап тәуелділік графиктері салынған.

3.3 (б) - суретте әр түрлі радиалды арақашықтықта температураның графикалық өзгерістері бейнеленген. Құмдағы температура құбыр бетінен есептелетін қашықтықтың ұлғаюымен азаяды.



а)



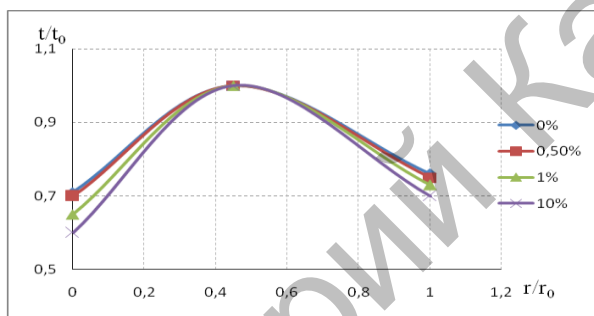
б)

Сурет 3.3 – а) U-тәрізді жылу алмастырғыш түтікшелерінің арасындағы топырақтағы температуралардың өзгерісі, б) құбыр айналасындағы құмдағы температуралар таралуының әмбебап графигі

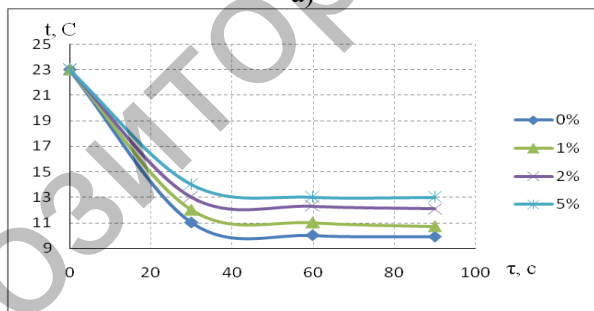
Кесте бойынша әртүрлі ылғалдылықта құмдағы температураның өзгерісі жақын қашықтықта тез ұлғаяды, ал құбырдан ара қашықтық ұлғайған кезде температураның өзгерісі

баяу болады. Кейбір сәтте құм температурасы қоршаған ортаның температурасымен салыстырылады.

3.4 (а) - суретте U тәрізді жылу алмастырғыштың түтіктері арасындағы түрлі ылғалдылықта құмдағы температураның өзгерісі көрсетілген. Сұйықтықтың кіріс ағысында температура сұйықтықтың қозғалысының қарама-қарсы бағыты бар түтікке қарағанда көп өзгереді. Құм жылу беру арқылы салқындатылады. Құм температурасының өзгеруі құмның жылу қасиеттеріне байланысты.



а)



б)

Сурет 3.4 – а) U-тәрізді жылу алмастырғыш түтікшелерінің арасында құмдағы температуралар өзгерісінің әмбебап графигі, б) уақыт бойынша температураның өзгерісі

3.4 (б) - суретте әр түрлі ылғалдылықпен құм температурасының уақытқа тәуелділігі көрсетілген. Құрғақ құмда температура бір сағат бойы  $12^{\circ}\text{C}$ , ал ылғалды құмда  $7^{\circ}\text{C}$  және  $9^{\circ}\text{C}$  өзгереді. Жарты сағаттан кейін температураның өзгерісі тұрақтанады. Құм температурасының айырмашылығы ылғалдылықтың ұлғаюымен азаяды.

Геотермалды жылу сорғылары үшін пайдаланылатын жер асты жылу алмасу аппараттарында жылу алмасу процесі зерттелді. Арнайы құрылған топпен зерттеу қондырғысында тәжірибелер жүргізілді және ылғалданған құмның жылу-физикалық көрсеткіштерінің жақсарғанын растайтын есептер орындалды. U-тәрізді жер асты жылу алмастырғыштың төңірегіндегі температураның таралу заңдылықтары эксперименталды түрде анықталған.

Қазіргі уақытта топырақтан жылу алу үшін стандартты жылу алмастырғыштар жоқ болғандықтан, мұндай жүйелер әрбір нақты нысан үшін жеке жобалануы тиіс. Жылуфизика тұрғысынан топырақ өте күрделі жүйе болып табылады. Тәжірибелік стендтерде зерттеулер жүргізу арқылы құрғақ және ылғалды құмдардың температурасының мезгілінен өзгеруіне және полиэтилен құбыры төңірегіндегі құмдағы температураның таралуына байланысты жұмыс алынды. Жүргізілген тәжірибелер құрғақ топырақта температураның өзгерісі ылғал топырақтағы температурадан артық болатынын растады.

Осылайша, капиллярлы-кеуекті жүйелерде жылу жинау жүйесінің топырақ массиві болып табылады, ылғалдың болуы жылудың таралу процесіне елеулі әсер етеді. Ылғалданған құмның эквивалентті жылу өткізгіштігінің мәні ылғалданған топырақтан жоғары және ылғалдылығы 5-тен 15% - ға дейін ұлғайған кезде өседі. Ылғал топырақтың жылу өткізгіштігі 2-ден  $4 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$  дейін өзгереді, ал құмда ол  $5 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$  және одан да көп.

### 3.2 Құмды топырақ температурасы өзгерісінің уақытқа тәуелділігін зерттеу

Тәжірибе жүргізу барысында академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті физика – техникалық факультетінің ғимаратының жанына тік жылжымалы жылусорғы орнатылды.

Осындай жердегі жылуалмастырғыштарды пайдалану қол жетімді аумақтың өлшемімен шектеледі. Тік жылу алмастырғышы төменгі жылу өткізгіштігі бар топырақтан басқа, мысалы, құрғақ құм немесе құрғақ қиыршық тастарды қоспағанда, барлық геологиялық орталарда тиімді жұмыс істейді. Тік жылу алмастырғыштары бар жүйелер кеңінен таралған.

Электрoгидроимпульс технологиясымен дайындалған жылу алмастырғыштардың ұңғымалары жылу алмастырғыштардағы жылу алмасу үдерістерін жақсартуға және жылуды жоғарылатуға мүмкіндік береді. 3.5 - суретте тік жылу алмастырғыштардағы жылу тасымалын зерттеу үшін тәжірибелік сынақ стенді көрсетілген.

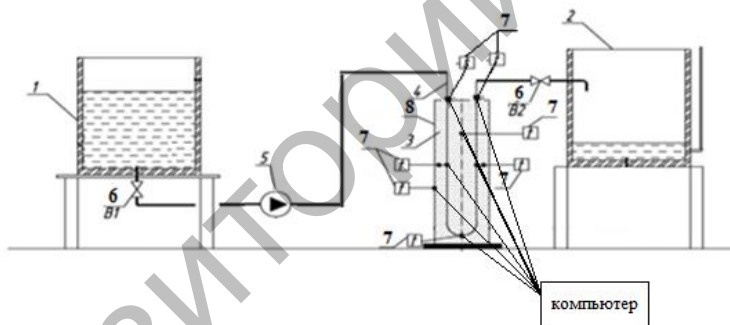


Сурет 3.5 – Тәжірибелік сынақ стенді

3.6-суретте топырақ жылу алмастырғыштарындағы жылу алмасу үрдістерін зерттеу үшін тәжірибелік стендтің сұлбасы көрсетілген.

Зертханада зерттеуге арналған тәжірибелік стенд бойынша есептеулер жүргізілді. Қиыршық құмның бастапқы температурасы:  $t=19^{\circ}\text{C}$ , бөлме температурасы:  $t=20^{\circ}\text{C}$ , судың температурасы:  $t=11^{\circ}\text{C}$ , қоршаған ортаның температурасы  $23^{\circ}\text{C}$ .

Тәжірибелер жүргізу барысында алынған нәтижелерге сәйкес әртүрлі тәуелділік графиктері тұрғызылды. Параллелпипед түріндегі контейнер алдымен құрғақ құммен толтырылған, содан кейін ол судың әртүрлі массалық концентрациясында ылғалдандырылған. Құмдағы судың массалық концентрациясы 1%, 3% және 7% құрады. Тәжірибелер сұйықтықтың гидродинамикалық тұрақтануы орын алатын жерде жүргізілді.

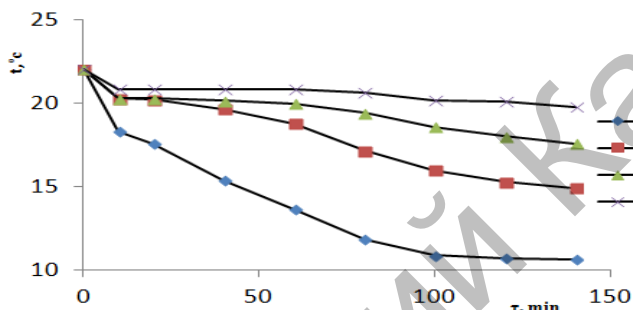


- 1 – су сақтау резервуары; 2 – өлшегіш бак; 3 – топырақ;  
 4 – U-тәрізді тік жер асты жылу алмастырғышы; 5 – циркуляциялық сорғы; 6 – вентиль (B1, B2); 7 – температураны бақылауға арналған электрондық датчиктер; 8 – ағаш корпус

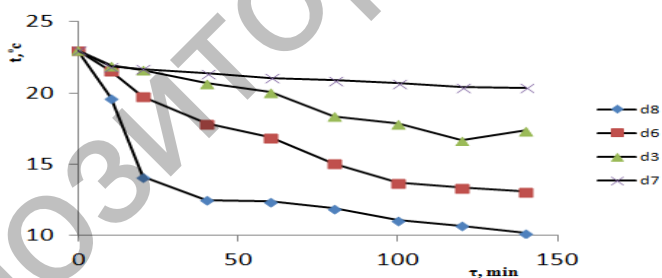
Сурет 3.6 – Жер асты жылу алмастырғыштарының жылу алмасу процестерін зерттеу үшін тәжірибелік стенд сұлбасы

Тәжірибе барысында 2 сағат уақыт аралығындағы температура өзгерісі бақыланды. Әр түрлі ылғалдылықта температура өзгерісі әр түрлі болатынына көз жеткізілді.

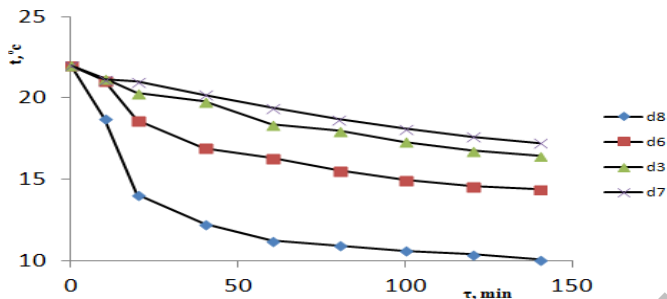
Ылғалдылығы 1%, 3% және 7% болатын құмға тік орналастырылған U тәріздес жылуалмастырғыштың кіріс құбырының манайындағы құм температура өзгерісінің уақытқа тәуелділігін келесі суреттерден көруге болады (3.7-3.9-суреттер).



Сурет 3.7 - Ылғалдылығы 1% топырақтағы температура өзгерісінің уақытқа тәуелділігі



Сурет 3.8 - Ылғалдылығы 3% топырақтағы кіріс құбырының температуралық өзгерісінің уақытқа тәуелділігі



Сурет 3.9 - Ылғалдылығы 7% топырақтағы температура өзгерісінің уақытқа тәуелділігі

Графиктен байқағандай, уақыт өткен сайын құбырға берілген жылу құмның температурасын біртіндеп өзгертіп, жоғарылағанын көруге болады [48].

## 4-БӨЛІМ. ЖЫЛУАЛМАСТЫРҒЫШТАРДЫҢ ЖЫЛУАЛМАСУ ҮРДІСТЕРІН МОДЕЛЬДЕУ

### 4.1 Аргументтерді топтастырып санау әдісінің теориялық негізі

Гидромеханика және жылуалмасудағы тез өзгермелі, бейсызықты, стационар емес процестердің физикалық шамалары үлкен градиентпен өзгертіндіктен оларды дифференциалды теңдеулердің көмегімен сипаттау мүмкін емес. Осы процестерді сипаттау үшін көп тұрақты константтары бар жартылай эмпирикалық формулалар қолданылады, алайда оларды тар ауқымда ғана қолдануға болады. Бірақ та, соңғы кезде кең көлемде дамыған есептеуіш техникалары мен қолданбалы бағдарламалардың жаңа пакеттерінің пайда болуы, тәжірибеден алынған шамаларды жылдам, әрі жоғары дәлдікпен өңдеуге мүмкіндік береді. Осындай әдістердің біреуі ретінде, кең көлемде қолданылып жүрген А.Г. Ивахненко ұсынған *аргументтерді топтастырып санау әдісін* атап өтуге болады [49].

Аргументтерді топтастырып санау әдісі есептеуіш машинасының математикалық тұрғыдан қамтамасыз ету негізі болғандықтан, тәжірибелік мәндердің аз мөлшерінде күрделі жүйелерді модельдеуге мүмкіндік береді. Қолданылған әдістің ерекшелігі, ол құбылыстың нақты бейнесін өте жоғары дәлдікпен көрсететін нысанның моделін полиномиалдық формулалар арқылы құру болып табылады. Аргументтерді топтастырып санау әдісінің көмегімен үрдістерді модельдеу үшін, таңдалып алынған селекция критерийлері мен тірек функциялары бойынша ерекшеленетін әртүрлі алгоритмдер жасалынып шығарылды.

Аргументтерді топтастырып санау әдісінің алгоритмі массалық селекция сұлбелерін тудырады. Селекция бойынша қатардан қатарға жақсы реттелген айнымалы сандарының қажеттілерін ғана өткізеді. Реттеу дәрежесі жоғарылаған сайын

селекция қатары өседі, ал қателігі минимумға жеткен кезде, селекцияны тоқтату керек. Осының нәтижесінде реттеуші бір ғана күрделі тиімді модельді алады.

Аргументтерді топтастырып санау әдісінің көмегімен:

– үрдістерде жүретін механизмдерді толық, әрі міндетті түрде білу қажет емес шарты тұрғысында, көпжақтылы маңызды жағдайында, бақылаудан алынған шектелген мәліметтік көлемде сызықты емес өзара үйлесімді күрделі модельдер құралады;

– технологиялық процесті сипаттайтын ізделіп отырған шаманың айқын емес синергетикалық эффектілері табылып, осы эффектілердің айнымалы шамалардағы үлесі бағаланады;

– пайдаланушыға есептерді болжауға және басқаруға қолдану жарамдылығын бірден, әрі тез анықтайтын синтезделетін модельдердің сапалық критерийлері есептелінеді.

Жоғарғы градиентті, бейсызықты процестерді сипаттау үшін аргументтерді топтастырып санау әдісін мақұлдау мақсатымен дисперсті ортада жоғары вольтты электр разрядымен жағалай өтетін соққы толқынның шебіндегі импульстік қысым амплитудасына тәуелділігінің полиномиальды модельдерін құру мүмкіндіктері қарастырылған. Көптеген технологиялық процестерде гидравликалық соққы кезіндегі соққытолқын қысымының энергиясы престоу, бөлшектеу және жылуалмасу беттеріндегі қатты қақтарды тазалау үшін кеңінен қолданылады.

Соққы толқын шебіндегі қысым импульсінің жоғарғы амплитудасы  $\sim 10^8 \div 10^9$  н/м<sup>2</sup>, сонымен қоса оның тым қысқа мерзімді ұзақтығы  $\sim 10^{-3} \div 10^{-4}$  с болғандықтан оларды өлшеу өте қиын, тіптен олардың динамикасын дифференциалдық теңдеулерді шешу негізінде сипаттау мүмкін емес.

*Аргументтерді топтастырып санау әдісі.* Күрделі нысанның немесе үрдістің математикалық моделін құру техникалық кибернетиканың барлық негізгі міндеттерін шешу үшін қажет, яғни, болжау, бейнелерді танып білу және автоматты түрде жіктеу, сипаттамаларды сәйкестендіру, сондай-ақ автоматты түрде оңтайлы басқаруды жүзеге асыру мақсатында қолданылады. Нысанды сипаттайтын теңдеулердің жүйесі немесе

неғұрлым күрделі жағдайда, шартты логикалық ауысулармен байланысқан бірқатар теңдеулердің жүйесі (әдетте, бұл күрделі нысанның алгоритмі деп аталады) жоғарыда аталған міндеттердің математикалық моделі болуы мүмкін.

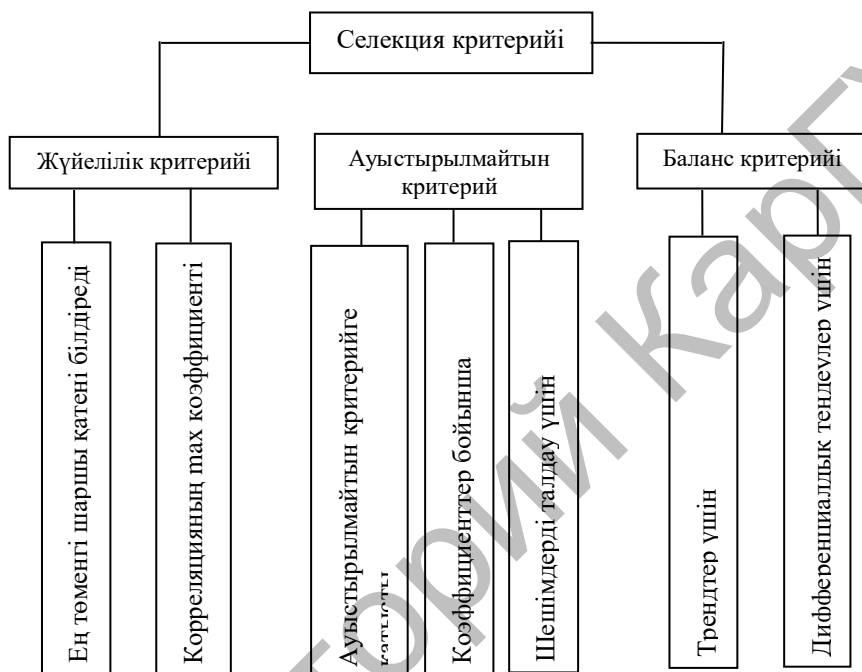
Neuro Shell қолданбалы бағдарламасы өте қуатты сәулеттен тұрады, оның негізі аргументтерді топтастырып санау әдісі (АТСӘ) немесе ауыстырылмайтын желілер деп аталады. Негізінде, АТСӘ желісі тікелей байланысы бар кәдімгі желіге ұқсамайды және бастапқыдан бұл сәулет әдетте желі түрінде берілген жоқ. АТСӘ желісінің құрамында ауыстырылмайтын өрнектер және кейбір мағынада генетикалық алгоритмға ұқсас қанша қабат салу керек туралы шешім қабылдау механизмі бар. Дайындық нәтижесі ауыстырылмайтын функцияның шығуы немесе бөліктердің кірісі ретінде көрсету мүмкіндігі болып табылады.

Физикалық үлгі, сондай-ақ болжам мен басқару үшін, алайда басқа тәсілмен, бірнеше рет қайталанатын болжам деп аталатын алгоритмдер бойынша қолданылады. Сонымен қатар, физикалық үлгі теңдеуі (дифференциалды немесе алгебралық) үлкен алдын алынған ұзақ мерзімді болжамдар алу үшін қолданылады.

Ең көп ұсынылатын іріктеу өлшемдері 2-кестеде көрсетілген.

Өзін-өзі ұйымдастыру және осы теорияға негізделген АТСӘ бізді анағұрлым шынымен күрделі жүйелерді үлгілеу есептерді дәлме-дәл шешу аймағына алып келеді. Ол оны кемімелік талдау әдісін жақсартуға және тәжірибелік берілгендердің аз ғана саны бойынша күрделі жүйелерді тура үлгілеуге бейімдейді. АТСӘ кемімелік талдау мен ретке келтіру тәсілдерін құрауды көрсетеді. Маңыздылығы әр берілген көптеген кіру дабылдары үшін АТСӘ бойынша алынған математикалық үлгінің бірыңғайлық принципі болып табылады. Сонымен қатар, математикалық үлгілердің оңтайлы күрделілігін пайдалану маңызды болып табылады (оған сәйкес үлгі көбіне тура болады).

Кесте 2 – Көп ұсынылатын іріктеу өлшемдерін топтастыру



*АТСӘ алгоритмдерінің құрылымының жалпы сызбанұсқасы.* АТСӘ алгоритмдері арқылы шешілетін кибернетиканың көптеген интерполяция есептері оның нүктелерінің (интерполяция нүктелері) аздаған сандық берілгендері бойынша функцияның тікелей қайта қалпына келуіне әкеледі. Мәселен, сәйкестендіру есебінде тәжірибелік нүктелер қатары бойынша зат сипаттамасын қалпына келтіру қажет (оның «жауап гипербеті»). Берілген есептің ерекшелігі тек барлық аргументтерге «сүйеуді» қамтамасыз ету қажеттілігі ғана болып табылады.

Үлгілерді болжау мен тану есептерінде, керісінше, кез келген сүйеу эффективтілікті төмендетеді. Мұнда «ауыспалы

сүйемелсіз» АТСӘ алгоритмдері қолданыс табады. АТСӘ алгоритмдерін оңтайлы басқару мен нормативті болжау үшін теңдеулердің реттеуші әсерін сақтау қажет. Осылайша, есептеулердің шамалы айырмашылықтары АТСӘ сәйкес алгоритмдерде аздаған өзгешеліктерге алып келеді. Барлық осы алгоритмдер ортақ негіздеуге ие – іріктелу немесе өзін-өзі басқару принципі.

АТСӘ алгоритмдері жаппай іріктеу сызбасын жаңғыртады. Олардың қиыстырулары қатар бойынша күрделенетін генераторлары және олардағы үздік деңгейлі өзін-өзі таңдаулары бар. «Толық» деп аталатын заттың сипаты

$$\varphi = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_m),$$

мұндағы:

$f$  – біршама қарапайым функция.

Мысалы, дәрежелі полином бірнеше «жеке» сипаттамалармен ауыстырылады:

Селекцияның 1-қатары:

$$y_1 = f(x_1 x_2), y_2 = f(x_1 x_3), \dots, y_s = f(x_{m-1} x_m),$$

Селекцияның 2-қатары:

$$z_1 = f(y_1 y_2), z_2 = f(y_1 y_2), \dots, z_p = f(y_{s-1} y_s),$$

мұндағы  $s = c^2$ ,  $p = c_s^2$  және т.б.

Оңтайлы күрделіліктің жалғыз үлгісі алынбайынша, кіру аргументі мен аралық ауыспалылар жұптасып ұштасады, және әр қатарда ақпаратты өңдеп, құрамалар күрделілігі артады (жаппай іріктеудегідей).

Әрбір жеке сипаттама тек қана екі аргументтің функциясы болып табылады. Сондықтан оның коэффициенттерін интерполяция түйіндерінің саны аз болғандағы оқыту реттілігінің

берілгендері бойынша оңай анықтауға болады. Аралық айнымалыларды қоспағанда (егер мүмкін болса), толық сипаттаудың «аналогін» алуға болады. Математикада бұл екі амалға да тыйым салынбайды. Мысалы, интерполяцияның он түйіні арқылы жүздік дәрежедегі және т.б. полином коэффициентін бағалау нәтижесінде алуға болады.

Іріктеу қатарында ең тұрақты айнымалылардың кейбір саны ғана өткізіледі. Тұрақтылық дәрежесі бөлек тексерілетін берілгендер реттілігіндегі орташа квадраттық қателіктер санымен (әр айнымалылар буынында барлық таңдалғандар үшін немесе бір нақты айнымалы үшін орташа) бағаланады. Кей жағдайда тұрақтылық көрсеткіш санында корреляция коэффициенті қолданылады.

*АТСӘ негізгі алгоритмдері. Сызықтық алгоритмдер.* Әр түрлі АТСӘ алгоритмдері қолдау функциясы жағынан бір-бірінен ерекшеленеді. Алгоритмдерде сызықтық полиномдар жеке түрлерін сипаттау үшін қолданылады

$$y_k = a_0 + a_1 x_1 + a_2 y_j, \quad 0 < i \leq m$$

Мұндағы  $m$ -кіріс аргументтердің саны

Моделді қиындату аргументтердің санын ұлғайту арқылы жүреді: екіншіде - үшеуден және төртеуден, үшіншіде – сегіз аргументке дейін және т.б. Жолдар санын  $S = m - 1$  дейін ұлғайтуға болады. Одан әрі іріктеудің мағынасы жоқ. Алгоритімді қолдану нәтижесінде регрессияның сызықты алгебралық теңдеулерінің санын есепке алғанда кешіктірілген балық аргументтер саны 1000.

Ең тұрақты және ең объективті жұпты таңдау «патронат айнымалымен» жүзеге асырылады. Бұның не екенін анықтап кетсек, АТСӘ алгоритмдері белгілі болғандай аргументтердің барлық ықтимал жұптары үшін жасалған жеке полиномдары қозғалады.

Егер барлық жұптардың ішінен (іріктеу критерийі бойынша) үздігін таңдасаңыз, онда кейбір аргументтер «түсіп қалады» өзін-өзі ұйымдастыру алгоритмі болады және шығу шегіне түспейді.

Егер кез келген аргументті “мәжбүрлеп” қалдыратын болсақ, онда кем дегенде аргумент желісіндегі ең үздік бір жұпты таңдау қажет.

Соңғы  $x_3 x_4$  комбинациясы осылайша іріктеуден өтеді және таңдау еркіндігінің төмендеуіне байланысты дәлдік азаюы тиіс .

АТСӘ алгоритімдерінде айнымалы іріктеуді қалыпқа келтіру нәтижеге әсер етпейді.

Іріктеу қорытындысы жоқ алгоритмдер ортаға келтіру және қалыпқа келу әдісіне байланысты әр түрлі болуы мүмкін. Сондықтан, айнымалы қорғауы жоқ

нысанды  $x_i = \frac{x_i - x_{i\min}}{x_{i\max} - x_{i\min}}$  формуласымен нормалап «тұрақты

белгісін» қолданылуы тиіс абсолюттік айнымалы санын (егер матрицаның жеткілікті шарттылығы болса) қалдыруға болады.

*Квадраттық және бірлескен түрлендірмелі сипаттамасы бар алгоритм.* Бұл алгоритмді қолданудың жекеленген сипаттамасы келесі түрде көрсетілген:

$$y_i = a_0 + a_1x_i + a_2x_j + a_3x_ix_j;$$

$$y_k = a_0 + a_1x_i + a_2x_j + a_3x_ix_j + a_4x_i^2 + a_5x_j^2.$$

Модель күрделілігі аргументтерді есепке ала отырып дәрежесі бойынша ұлғаяды. Толық сипаттамалы дәрежесі қарқынды дамып келе жатыр. Бірінші қатарда – квадраттық сипаттама, екінші қатарда- төртінші дәрежелі, үшінші қатарда – сегізінші дәрежелі т.б.

Осыған байланысты, ең төменгі іріктеу өлшемдері тез бірақ дәл болмауы мүмкін. Сонымен қатар маңызды аргументтерді жоғалтып алу қауіпі де бар, әсіресе бұндай қауіп бірінші жолдағы селекцияда кездеседі.

Арнайы АТСӘ теориясы теоремалары алдына белгілі бір шарт қояды. Онда селекция нәтижесі толық іздеу модельдерінен еш айырмашылығы болмайды. Барлық бұл айнымалы қорғау мәселелері жоғарыда айтылған және жекеленген квадраттық ішінара сипатталынуымен қоса АТСӘ алгоритмінде қолданылады.

*Комбинаторлық алгоритм.* Үлгіні толық асып кетуде негізделген. Мұнда аргументті қалдырып кету немесе аргументті жоғалту қаупі жоқ. Бірақ толық асып кету көлемі іс жүзінде мынадай, яғни төрт-жеті аргументтерде ол мүмкін емес болады. АТСӘ комбинаторлық алгоритмдері жасалды, онда асып кету көлемін қысқарту үшін жүйелі (немесе ығыстырылмаған) үлгілердің іріктеу принципі қолданылады.

*Дәйекті бөлу үрдістеріндегі алгоритм.* Ол метеорологияда пайдаланылатын «қалдық» экстраполяция әдісін, идеясын дамыту болып табылады.

Әдетте  $y = y(t)$  уақыты бір аргументті қисық регрессия деп аталады. Осындай алгоритмдер төменде кеңінен қарастырылған. Аталатын үрдіс регрессия тендеуі деп аталады, қандай да бір аргументке сәйкес:

$$f(x_1), f(x_2), \dots, f(x_m).$$

Сипатталған алгоритмнің жеке үрдістері қосындылар классында ішінара пайдаланылады.

$$y = a_0 + a_1 f(x_1) + a_2 f(x_2) + \dots + a_m f(x_m).$$

Әрбір тренд полиномы кез келген дәрежедегі бір аргумент бола алады. АТСӘ алгоритмін құру кезінде ең алдымен бірінші тренд белгіленеді, содан соң (алғашқы қалған) арасындағы айырмашылықты және трендтің шынайы құндылықтарын есептейді.

Содан кейін, осы қалдық екінші трендпен жуықталып, екінші айырма (екінші қалдық) болып табылады және т.б. болады. Практикалық тұрғыда бес алты трендтерге дейін белгілеп алуға

болады және бұл үдерісті селекция критерийі төмендегенге дейін (сыртқы қосымша ) жалғастыра береді.

*Іріктеу критерийі.* АТСӘ үшін жобалау модулінде орнатылған ең маңызды параметр. Іріктеу критерийі жүлдегерлерге үміткерлердің қайсысы нақты жүлдегер болып, келесі қабатқа өтетінін анықтайды. Бұл модельдің кез келген сатысында сапасын анықтайтын объективті функция. Критерийдің алты түрі бар. Бірінші болып *PSE* анықтамасы келтіріледі. Аргументтерді топтастырып санау әдісінің критерийлері:

*PSE* – Prediction Squared Error – Болжамды квадраттық қате;

*TSE* – Training Squared Error – Квадраттық жаттығу қателігі;

*FCPSE*– Толық күрделі болжамды квадраттық қате;

*MDL* – Minimum Description Length – Ең төменгі сипаттама ұзындығы;

*GCV* – Generalized Cross Validation – Жалпыланған тоғысқан тексеріс;

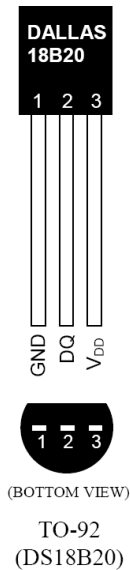
*FPE* – Final Prediction Error – Болжаудың соңғы қатесі.

#### **4.2 Жылыту жүйесіне орнатылған термодатчиктің уақытқа тәуелділігін модельдеу нәтижелері**

Жылуалмастырғыш ұңғының тереңдігі, жылуалмастырғыш құбырдың ұңғыға кірісі мен шығысындағы температураны өлшеуге арналған жүйе және жылуалмастырғыш бетіне термодатчиктерді бекіту технологиясы құрастырылды.

DallasSemiconductorc DS18B20 термодатчигі алдын ала баламалы үлгілеуден өткізілді. Термодатчик жүйесін TempKeeper бағдарламасына компьютерге қосу үшін контроллер жиналды.

Құрастырылған жүйе жылуалмастырғыш контурдың кез келген нүктесіндегі температураларды өлшеуге мүмкіндік береді және де алдын ала көлбеу және тік зертханалық стендтерде қолданылып көрінді (3.10-сурет).



Сурет 3.10 – DS18B20 термодатчигі

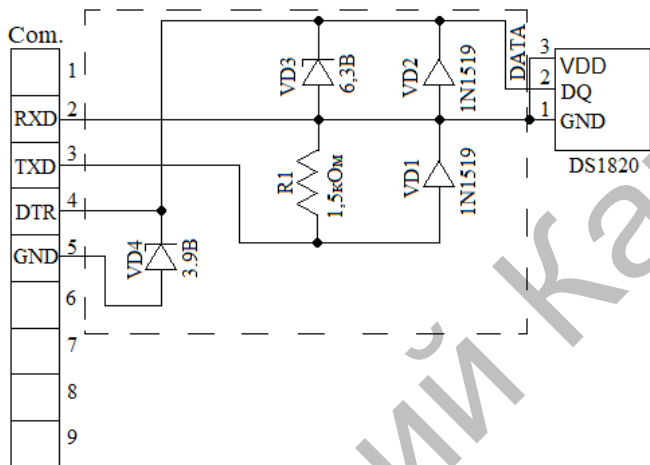
Әр DS18B20 термодатчигі 64-битті ретті бірегей кодтары бар. Бұл бір шинада орналасқан бірнеше термодатчиктермен жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

DS18B20 термодатчигінің тағы бір ерекшелігі – сырттан тыс қоректену, яғни қатайту резисторы арқылы жүзеге асады. Шинаның жоғары дабылы құрылғыны қоректендіретін конденсаторды зарядтайды. Бұл әдіс «паразитті қоректену» деп аталады.

Термодатчиктің шығыстық температура мәліметтері Цельсий градусында калибрленген. Температура мәліметтері 16-биттік белгісі бар сан ретінде сақталады.

Ұңғыда датчиктер ылғалдан сақтайтын қаптамада термопастасымен бірге орналасқан. Барлық термодатчиктер екі сымдық жүйе бойынша «паразиттік қоректену» арқылы компьютерге қосылған.

Термодатчик жүйесін TempKeeper бағдарламасына компьютерге қосу үшін контроллер жиналды. Контроллердің сұлбасы келесі 3.11 - суретте берілген.

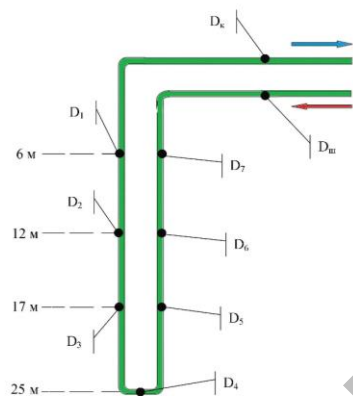


VD4, VD3 – стабилитрон, VD1, VD2 – диод, VDD – GND – DQ –  
Com. – компорт, R1 - резистор

Сурет 3.11 – Контроллердің сұлбасы

Контроллер стабилитрон, тұрақтандырғыш, диодтардан тұрады. Термодатчиктердің минимум қателікте жұмыс істеу қашықтығы 300 метрге дейін жетеді. Дабыл тасығыш ретінде қос талшықты мыс сым алынды.

Келесі 3.12 - суретте термодатчиктерді жылуалмастырғыш ұңғыға орнату суреті берілген.

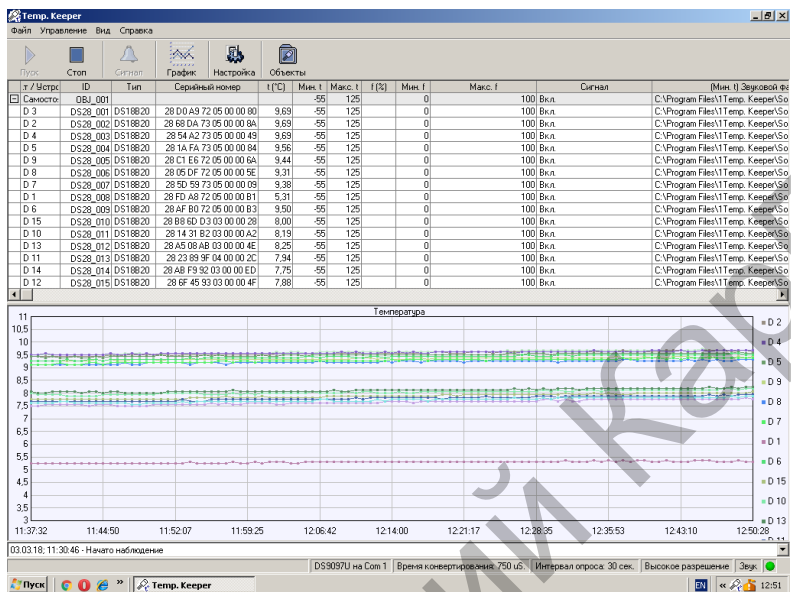


Сурет 3.12 – Термодатчиктерді жылуалмастырғыш ұңғыға орнату

Ұңғыға жылуалмастырғыш құбырларға жанаса тоғыз термодатчик орнатылды. D1, D7 термодатчиктері 6 метр, D2, D6 термодатчиктері 12 метр, D3, D5 термодатчиктері 17 метр, D4 термодатчигі 25 метр тереңдікке және құбырдың кірісі мен шығысына Dк, Dш термодатчиктері орналастырылды.

Осы термодатчиктерді пайдалана отырып TempKeerер бағдарламасы арқылы жылуалмастырғыш ұңғыдағы әр уақыттағы температура көрсеткіштері алынды (3.13-сурет)

Жылу сорғысының бір сағат жұмысы кезіндегі, жылуалмастырғыш ұңғысының контурындағы жылу тасымалдағыштың жылдамдығының өзгерте отырып, термодатчиктер көмегімен температуралар өзгерісі алынды (3-кесте).

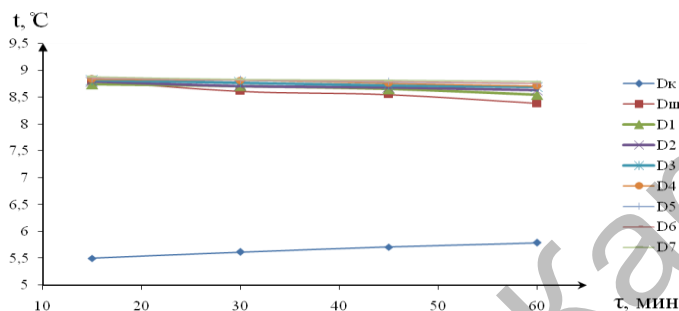


Сурет 3.13 – TempKeeper бағдарламасындағы температуралар өзгерісінің көрсеткіштері

Кесте 3 - Термодатчиктердегі температура көрсеткіштерінің өзгерісі

Уақыт	D <sub>к</sub>	D <sub>ш</sub>	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
15	5,5	8,8	8,89	9,01	8,94	8,81	8,81	8,81	9,06
30	5,62	8,61	8,81	8,94	8,81	8,69	8,79	8,81	8,94
45	5,71	8,57	8,79	8,81	8,81	8,71	8,69	8,71	8,81
60	5,79	8,56	8,81	8,94	8,81	8,69	8,79	8,81	8,94

3.14-суретте жылутасымалдағыштың жылдамдығы 0,22 м/с кезіндегі температураның уақытқа тәуелділігі берілген.



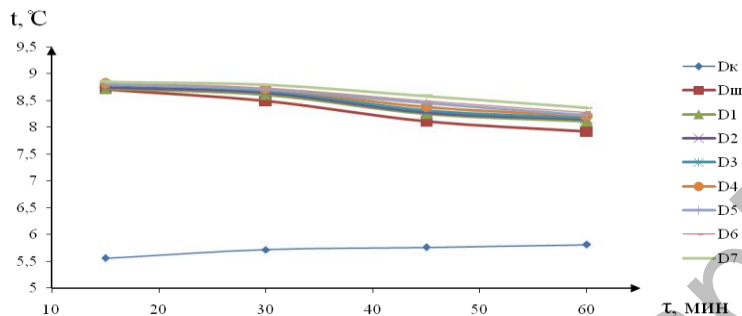
Сурет 3.14 – Жылутасымалдағыштың жылдамдығы 0,22 м/с кезіндегі температураның уақытқа тәуелділігі.

Жылутасымалдағыштың жылдамдығы 0,22 м/с кезінде бір сағаттың ішінде ұңғыдағы температуралар мен шығыстағы температуралар көрсеткіштері аз шамаға төмендеді.

4 - кесте мен 3.15 - суретте жылутасымалдағыштың жылдамдығы 0,28 м/с кезіндегі температураның уақытқа тәуелділігі берілген.

Кесте 4 – Термодатчиктердегі температура көрсеткіштерінің өзгерісі

Уақыт	Dк	Dш	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
15	5,56	8,75	8,81	8,89	8,81	8,75	8,79	8,75	8,89
30	5,72	8,69	8,78	8,81	8,82	8,68	8,69	8,71	8,81
45	5,81	8,61	8,71	8,74	8,76	8,64	8,65	8,68	8,79
60	5,89	8,56	8,64	8,68	8,69	8,58	8,59	8,62	8,71



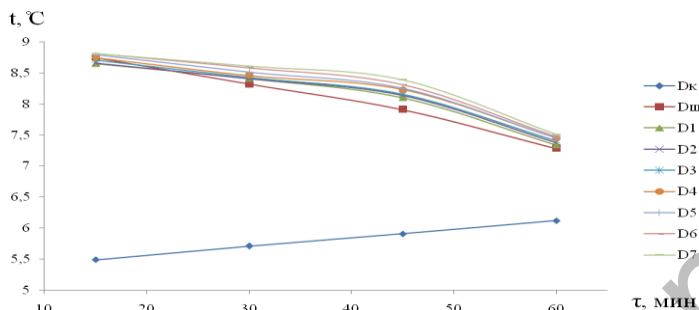
Сурет 3.15 – Жылу тасымалдағыштың жылдамдығы 0,28 м/с кезіндегі температураның уақытқа тәуелділігі.

Жылу тасымалдағыштың жылдамдығы 0,28 м/с кезінде бір сағаттың ішінде ұңғыдағы температуралар мен шығыстағы температуралар көрсеткіштері біршама төмендегені байқалды.

5-кесте мен 3.16 - суретте жылу тасымалдағыштың жылдамдығы 0,32 м/с кезіндегі температураның уақытқа тәуелділігі берілген.

Кесте 5 – Термодатчиктердегі температура көрсеткіштерінің өзгерісі

Уақыт	$D_k$	$D_{ш}$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D_5$	$D_6$	$D_7$
15	5,49	8,75	8,79	8,85	8,79	8,75	8,79	8,81	8,81
30	5,75	8,61	8,75	8,81	8,82	8,68	8,69	8,71	8,75
45	5,86	8,41	8,69	8,72	8,75	8,65	8,62	8,65	8,61
60	6,12	8,32	8,47	8,51	8,49	8,55	8,51	8,47	8,45



Сурет 3.16 – Жылу тасымалдағыштың жылдамдығы 0,32 м/с кезіндегі температураның уақытқа тәуелділігі.

Жылу тасымалдағыштың жылдамдығы 0,32 м/с кезінде бір сағаттың ішінде ұңғыдағы температуралар мен шығыстағы температуралар көрсеткіштері айтарлықтай төмендегені байқалды.

Осы алынған эксперименттік нәтижелерді, яғни, температураның уақытқа тәуелділігін аргументтерді топтастырып санау әдісі арқылы NeuroShell бағдарламасымен модельдейміз. Модельдеу үрдісі бойынша ерекше селекция және іріктеу критерийлері таңдап алынады. Таңдалынған параметрлер бойынша есептеулер жүргізілді:

- критерийдің ең жақсы мәні – 0,000000.
- Іріктеу критерийі – FPE (Final Prediction Error).

Тәжірибе нәтижелерін АТСӨ көмегімен сипаттап, жылу тасымалдағыштың жылдамдығы 0,22 м/с, 0,28 м/с, 0,32 м/с кезіндегі температураның уақытқа тәуелділік өрнегі алынды:

$$Y = 1.2E-002 * X8 - 19 + 0.48 * X5 + 7.8E-002 * X5^2 + 1.1E-002 * X5^3 + 4.2E-014 * X1^5 * X2 * X3^2 * X5^2 * X6^7 * X9 - 1.2E-012 * X1^3 * X2 * X3^2 * X5^2 * X6^7 * X9 - 1.4E-003 * X8^2 - 7.8E-008 * X1^2$$

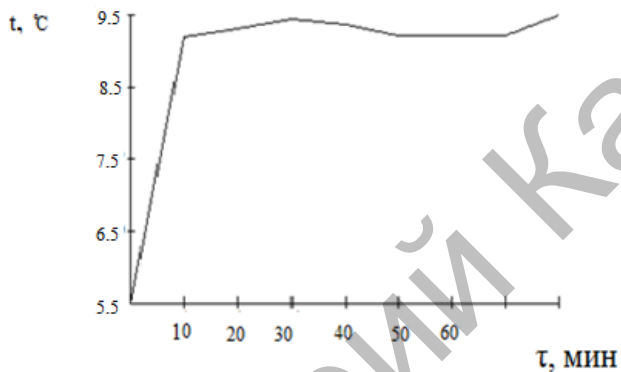
мұндағы:

Y – уақыт,

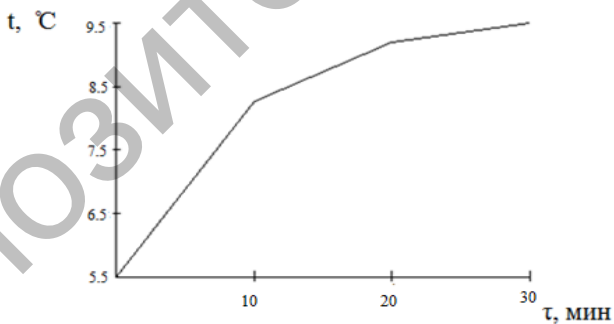
X1 – кірістегі датчик,

X2 – шығыстағы датчик,

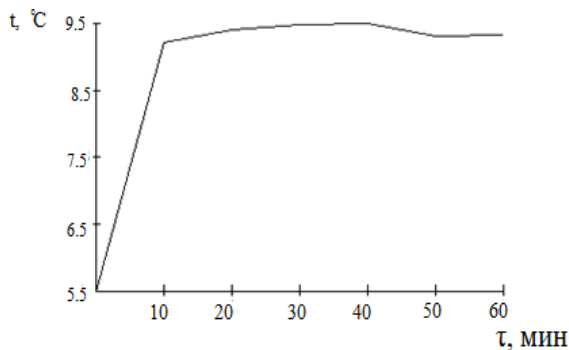
3.17 – 3.19 суреттерде көрсетілгендей, температураның уақытқа тәуелділік өрнегі тәжірибелік тәуелділікті жақсы сипаттайды.



Сурет 3.17 - Жылутасымалдағыштың жылдамдығы 0,22 м/с кезіндегі температураның уақытқа тәуелділігінің моделі



Сурет 3.18 - Жылутасымалдағыштың жылдамдығы 0,28 м/с кезіндегі температураның уақытқа тәуелділігінің моделі



Сурет 3.19 - Жылутасымалдағыштың жылдамдығы 0,32 м/с кезіндегі температураның уақытқа тәуелділігін моделі

Сонымен, аргументтерді топтастырып санау әдісі негізінде полиномиалды тәуелділіктерді құруда алынған нәтижелер оның шекті шарттарының ең кең диапазонында жылуалмасу үрдістерін үлгілеу үшін қолданылуын дәлелдейді.

Осы жылутасымалдағыштың жылдамдықтарын өзгерте отырып, ұңғыдағы жылу беру үрдісі жылутасымалдағыштың жылдамдығына тәуелді болатынын көреміз. Полиномдардың айырмашылығы тек қана жылу алмасу қарқындылығы мен турбуленттілік әсерінің бірлескен синергетикалық әсерін көрсететін коэффициенттердің сандық мәндерінде ғана болады. Қалған параметрлер өзгермейді, бұл үрдістің физикасы барлық режимдер үшін бірдей екенін растайды. Барлық ықтимал модельдерді іріктеуге негізделген ең жақсы модельді іздеу әдісі әдетте АТСӘ комбинаторлық алгоритмі деп аталады. Ол кейде қарапайым тапсырмаларды шешу үшін немесе пайдаланушының тірек функциялары қалай көрінуі керек деген априорлы ақпараты бар жағдайларда қолданылады.

Температура датчигі температураны бақылау үшін, түтік бойымен және U-тәрізді жылуалмастырғыштың ортасында тік орнатылған. Олар жердегі және құбырдың маңайындағы температураны көрсетеді. Құбырдың ішіндегі температура

датчиктерінің көрсеткіштері TempKeeper бағдарламасын қолдану арқылы анықталды. Temp Keeper бағдарламасы сенсорлар орналастырылатын әртүрлі нысандардың немесе орталардың температурасы мен ылғалдығын бақылауға арналған. Бұл бағдарламада пайда болған өзгерістерді көзбен көруге, сондай-ақ осы параметрлердің нормадан табылғанын бақылауға мүмкіндік береді, егер қажет болса, естілетін дабыл арқылы ескертеді.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Адамзаттың өмірі үшін энергия маңызды қызметтер атқарады. Жылыту, суыту, жарықтандыру, тұрмыстық құралдар, көлік сияқты қызметтерге күннен күнге сұраныс артуда. Энергия негізгі мұқтаждықтарды қанағаттандырады және экономикалық өсу мен әлеуметтік дамудың маңызды бөлігі болып табылады. Қазіргі таңда Қазақстанда жиі қолданылатын жылу және электр энергиясы тек қана жылу электр станцияларында органикалық отынды жағу арқылы жүзеге асырылуда. Отын энергетикалық ресурстарды үнемдеу және қоршаған ортаны қорғау үшін дәстүрлі емес энергия көздерін, екіншілік энергетикалық ресурстарды қолдану, сонымен қатар жылу электр орталықтарына кері қайтарылатын су мен ақаба сулардың төмен потенциалды жылуын қолдану арқылы көзделген мақсатқа қол жеткізуге болады.

Күнделікті тұрмыс - тіршілікте электр энергиясы мен жылулық энергияның алатын орны өте зор. Энергияны үнемдеу және энергия үнемдеуші технологияларды қолдану еліміздің экономикасының өнеркәсіптік артықшылығы болып табылады. Елімізде дәстүрлі емес энергия көздерін қолдану әлі толық дамыған жоқ. Қазіргі таңдағы негізгі мәселе – энергия үнемдегіш технологиялардың көмегі арқылы меншікті энергия тұтыну көрсеткішін барлық салаларда төмендету.

Жылулық және электр энергиясын өндіру және тарату жүйесін тиімдендіру, әрі энергияны үнемдеу, сонымен қатар энергетикалық және су теңдестігіне түзету енгізу, жылуэнергетиканың дамуын және технико-экономикалық көрсеткіштерін арттырады.

Әрине, әзірге жылу үнемдеудің альтернативі әлі дамыған жоқ. Сондықтан жылуэнергетикалық қондырғыларды пайдалану және есептеу, олардың жұмыс істеу принциптерін білу арқылы ненің қайда, қандай мөлшерде, не үшін шығындалатынын анықтауға болады.

Қазіргі таңдағы негізгі мәселе – энергия үнемдегіш технологиялардың көмегі арқылы меншікті энергия тұтыну мөлшерін өндірістің барлық салаларында, тасымалдауда және тұрмыстық коммуналды шаруашылықта төмендету.

Әлем және Қазақстан бойынша бір біріне тығыз байланысты екі мәселені шешу алға қойылған мақсаттардың бірі, ол: отын энергетикалық ресурстарын үнемдеу және қоршаған ортаның ластануын төмендету.

Отын энергетикалық ресурстарын үнемдеудің тиімді жолдарының бірі дәстүрлі емес жаңғыртылатын энергия көздерін қолдану. Жылумен жабдықтау жүйесінде жылу сорғыларын қолдану арқылы аталған мәселелерді шешуге болады.

Жылуалмастырғыштардың қазіргі таңда кең көлемде қолданылуына байланысты, әр жылуалмастырғыш түріне байланысты жер қойнауына орналастырылуы мен жылумен толық қамтамасыз ете алатын жылу сорғы және оның жылуалмастырғыштары жобаланды. Олардың геометриялық өлшемдері, материалының түрлері және қажетті параметрлері анықталды.

Жылу сорғылары - жылыту және ыстық сумен жабдықтаудың энергия көзі, сонымен қатар кондиционер жүйесі үшін де қызмет етеді. Жылу сорғы - өте ыңғайлы, экономикалық жағынан тиімді және экологиялық таза жылыту жүйесі. Басқа жылу энергиясын шығаратын генераторлардан, мысалы, электрлік, газды және т.б. басты артықшылығы жылуды өндіру кезінде 75% энергия қоршаған ортадан алынады, ал қалған 25% энергия жылу сорғының компрессорының жұмысына арналған электрлік энергия. 1 кВт электр энергияны жұмсау арқылы одан 3 – 4 кВт жылу энергиясын алуға болады.

Жылу сорғы қондырғыларын қолдану - бұл қайта қалпына келмейтін энергия ресурстарын сақтау, және қоршаған ортаны қорғау, соның ішінде ауаға шығарылатын көмірқышқыл газын азайту.

Сондықтан, жылумен қамтамасыз ету үшін жылу сорғы орнатылуы керек ғимараттың геометриялық және

жылу техникалық сипаттамалары келтірілген. Технопаркты жылытуға кететін энергия есептелінді және одан жоғалатын жылудың есептелген нәтижелері келтірілді.

Жұмыс нәтижелері бойынша жылу сорғыларының жылуалмастырғыштары құмды топырақта орнату арқылы құмды топырақтың температурасының өзгерісі модельденді.

Монографияны қорыта келе, жылу сорғы ұңғымаларынан жылу алудың тиімді технологиясы әзірленді, жылу алу және жылу беру әдісті бірге қолдану арқылы, жылуалмастырғыштың тиімді екені көрсетілді. Дәстүрлі энергия көздерін пайдалану электрэнергиясын пайдаланған уақыт жағынан ұтымды, энергия шығыны аз болып келеді. Тәжірибе қондырғысы шағын көлемді болғандықтан жабық ғимараттарда бұрғылау жұмыстарын жүргізуге болады. Сол себепті жаңа әдіс дәстүрлі бұрғылау тәсілдеріне қарағанда біршама ұтымды болып табылады. Жұмыс нәтижесінен жылуалмастырғыш көмегімен құмды топырақтан жылу алуға болатынын анықталды. Алынған жеткілікті жылумен ғимаратты қамтамасыз етудің тиімді әрі экологиялық таза әдістерін қарастырған кезде дәстүрлі емес энергия көздерінің бірі болып табылатын жылу сорғылармен жылыту әдісі қарастырылды.

## ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Рей Д., Макмайкл Д. Тепловые насосы /пер. с англ. – М.: Энергоиздат, 1982. – 224 с.
2. Попель О.С. Тепловые насосы - эффективный путь энергосбережения //Проблемы энергосбережения, 2001. – 180 с.
3. Амерханов Р.А. Тепловые насосы и их роль в решении проблем энергосбережения и защиты окружающей среды //Менеджер-эколог. – 2008. – №1. – С.15-20.
4. Сканави А.Н., Махов Л.М. Системы отопления //Издательство Ассоциации строительных вузов, 2002. – 576 с.
5. Падалка Д.Г. Отопление от А до Я. //Диалог – Пресс, – 2008.
6. Ливчак И.Ф. Квартирное отопление. – М.: Стройиздат, 2002.
7. Обзор рынка тепловых насосов в Швеции, Финляндии //АВОК. – 2002.
8. Доброхотов В.И., Поваров О.А. Использование геотермальных ресурсов в энергетике России //Теплоэнергетика. – 2003.
9. Алимгазин А.Ш., Иванов И.К. Применение теплонасосных установок в регионе Восточного Казахстана – одно из перспективных направлений энерго- и ресурсосбережения и использования, альтернативных экологически чистых видов энергии //Проблемы промышленной теплотехники: Труды международной конференции. – Киев, 2003.
10. Басок Б.И., Беляева Т.Г., Рутенко.А.А., Лунина А.А. Анализ экономической эффективности при реализации теплонасосных систем для теплоснабжения //Пром. Теплотехника, – 2008. – Т.30, №4. – С. 56-63.
11. Бахтиярова С.Г. Применение новых энергосберегающих технологий на основе теплонасосных установок для автономного теплоснабжения различных объектов в Республике Казахстан // Тр. Братск. гос. техн. ун-та. – 2006. – №2. – С. 115-117.

12. Беляев В.Е., Косой А.С., Соколов Ю.Н. Теплонасосные установки нового поколения и их использование в качестве высокоэффективной энергосберегающей и экологически чистой энерготехнологии для горячего водоснабжения // Новости теплоснабжения. – 2006. – №8. – С. 43-48.

13. Руководство по применению тепловых насосных установок с использованием нетрадиционных возобновляемых источников энергии и вторичных энергетических ресурсов, утверждено Постановлением НТС Агентства Республики Казахстан по делам строительства и ЖКХ 4.11. 2009.

14. Амерханов Р.А. Тепловые насосы. – М.: ЭАИ, 2005. – 160 с.

15. Кабашев Р.А., Қадырбаев А.К., Кекилбаев А.М. Жылу техникасы. Алматы: Бастау, 2008. – 425 б.

16. Сотникова К.Н. Повышение эффективности энергоснабжения потребителей в системах с нетрадиционными источниками теплоты // Вестн. Воронеж. гос. техн. ун-та. – 2009. – Т.5, №4. – С. 66-71.

17. Бубялис Э., Марцинаускас К., Шкема Р. Возможности и перспективы применения тепловых насосов в производстве низкопотенциальной теплоты // Пром. теплотехника. – 2000. – Т.22, №3. – С. 53-56.

18. Хайнрих Г. и др. Теплонасосные установки для отопления и горячего водоснабжения /пер. с нем. Н. Л. Кораблевой, Е. Ш. Фельдмана; под ред. Б. К. Явнеля. – М.: Стройиздат, 1985. – 351 с.

19. Бридант А. Тепловые насосы в жилых помещениях //АВОК. – 2001. – №5. – С.24-32.

20. Андрищенко А.И. Возможная экономия топлива от использования утилизационных ТНУ в системе энергоснабжения предприятий //Пром. энергетика. – 2003. – №2. – С. 7-10.

21. Алимгазин А.Ш. Перспективы применения теплонасосных технологий на городских объектах в Республике Казахстан // Вестник НАН Республики Казахстан. – 2009. – №3. – С. 32-37.

22. Перяла Р. Тепловые насосы / Пер. – СПб.: Алфамер Пабблишинг, 2011. – 108 с.

23. Алимгазин А.Ш. Применение новых экологически чистых и энергосберегающих теплонасосных технологий для теплоснабжения объектов бюджетной сферы в г. Астане и других климатических регионах Республики Казахстан // Вестник НАН Республики Казахстан. – 2009. – N 3. – С. 28-31.

24. Васильев Г.П. Геотермальные теплонасосные системы теплоснабжения зданий и сооружений // Наука и техн. трансп. – 2006. – №1. – С. 78-87.

25. Васильев Г.П. Геотермальные теплонасосные системы теплоснабжения // Теплоэнергетика. – 2004. – №6. – С.33-41.

26. Инновационный патент № 20835 РК “Теплонасосная установка для отопления и горячего водоснабжения” РГКП “Национальный центр интеллектуальной собственности Министерства юстиции РК” //Алимгазин А.Ш., Тян Р.Н., Алимгазинов Д.Ш.; опубл. 16.03. 2009.

27. Гомелаури В.И., Везиришвили О.Ш. Эффективность внедрения теплонасосных установок // Теплоэнергетика. – 1986. – №11. – С. 28-30.

28. Гомелаури В.И., Везирашвили О.Ш. Опыт разработки и применения теплонасосных установок //Теплоэнергетика. – 1978. – №4. – С. 22-25.

29. Мартыновский В.С. Тепловые насосы. – М.: Госэнергоиздат, 1975. – 192 с.

30. Васильев Г.П. Геотермальные теплонасосные системы теплоснабжения и эффективность их применения в климатических условиях России //АВОК: Вентиляция. Отопление. Кондиционирование. – 2007. – №5. – С. 58-60, 64, 66-68.

31. Танатаров Т. Суға ұңғыларды бұрғылау: оқулық. – Алматы: Республикалық баспа кабинеті, 1997. – 372 б.

32. Миснер А.В. Теплопроводность твердых тел, жидкостей, газов и их композиций. – М.: Мир, 1968.

33. Исаченко В.П. и др. Теплопередача. – М.: Энергия, 1981. – 415 с.

34. Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности. – Л.: Машиностроение, 1986. – 253 с.

35. Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект. – М.; Л.: Машгиз, 1955. – 52 с.

36. Шаймерденова К.М., Шууюшбаева Н.Н., Нурғалиева Ж.Г., Омаров Н.А. Исследование теплообмена трубчатых элементов грунтовых теплообменников. //Энергоэффективность – 2014: Матер. междунар. науч.-техн. конф. – Минск, 2014. – С. 146-149.

37. Kussaiynov K., Shuyushbayeva N.N., Stoev M., Shaimerdenova K.M., Ospanova D.A., Akhmadiev. B.A. Research the Processes of Heat Exchangers of the Soil of Different Humidities // Mathematics and natural science: Proceedings of the Fifth International Scientific Conference. – Blagoevgrad, 2015. – Vol. 2. – P. 59-65.

38. Кусаиынов К., Шууюшбаева Н.Н., Оспанова Д.А., Нурғалиева Ж.Г., Ахмадиев Б.А. U-тәрізді жер асты жылуалмастырғышындағы жылуалмасу үдерістерін зерттеу // Бейсызықты жүйелердегі хаос және құрылымдар. Теория және тәжірибе: 9-шы халық. ғыл. конф. матер. – Қарағанды, 2015. – Б. 280-28

39. Кусаиынов К., Сакипова С.Е. Динамика гетерогенного потока при электрогидроимпульсном воздействии // Матер. VII междунар. конф. – Новосибирск, 2001. – С. 99-101.

40. Кусаиынов К.К., Турдыбеков К.М., Кужуханова Ж.А., Саденова К.К. Разработка электрогидроимпульсной технологии подготовки грунтовых каналов для использования теплообменников // Актуальные проблемы современной физики: матер. междунар. науч. конф., посвященной 80-летию профессора Исатаева С.И. – Алматы, 2012. – С. 59-63.

41. Кусаиынов К., Турдыбеков К.М., Ахмадиев Б.А., Шууюшбаева Н.Н. Электрогидроимпульсная технология разрушения природных минералов при бурении теплообменных

скважин //Деформация разрушения материалов и наноматериалов: V Междунар. конф. – Москва: ИМЕТ РАН, 2013. – С. 660 – 662.

42. Мусанов Ә. Ұңғыларды бұрғылау: оқулық / Ә. Мусанов. – Алматы: Дәуір, 2013. – 372 б.

43. Филатов С.О. Исследование работы грунтового теплообменника теплового насоса // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: Труды междунар. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск, 2011. – Т. 2. – С. 19-22.

44. Шаймерденова К.М, Наушарбан Ж.К, Тусыпбаева А.С, Секербаева Г. Дәстүрлі емес энергия көздерін жылу мен қамтамасыз етуде қолдану // Жылуэнергетика және қолданбалы жылуфизиканың өзекті мәселері: Проф. Ж.С. Ақылбаевтың 80 жылдарн Респ. ғыл-тәжір. конф. материалдары. – Қарағанды: ҚарМУ, 2018. – Б. 250-253.

45. Дмитриев А.Ю. Основы технологии бурения скважин. - Томск: Издательство ТПУ, 2008. – 216 с.

46. Ахмадиев Б.А., Татыбеков А., Булкаирова Г.А., Наушарбан Ж. К. Исследование теплообменных процессов U-образного грунтового теплообменников/ // Известия КГТУ. – Бишкек, 2018. – №3(47). – С. 200-206.

47. Ахмадиев Б.А., Татыбеков А., Булкаирова Г.А., Бактыгулова А.Б., Наушарбан Ж. К. Расчет теплообменных процессов U-образных грунтовых теплообменников / // Известия КГТУ. – Бишкек, 2018. – №3(47). – С. 206-212.

48. Шаймерденова К.М., Шрагер Э.Р., Тусыпбаева А.С. Наушарбан Ж.К. Investigation of heat exchange processes in vertically arranged heat exchangers. – Қарағанды: ҚарМУ, 2019. – № 2(94). – С. 66-73.

49. Ивахненко А.Г. Долгосрочное управление и прогнозирование сложными системами. - Киев: Техника, 1975. – 312 с.

## МАЗМҰНЫ

<b>КІРІСПЕ</b>	3
<b>1-БӨЛІМ. ЗАМАНАУИ ЖЫЛУ СОРҒЫЛАРЫН ПАЙДАЛАНУДЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ</b>	7
1.1 Әлемде жылу сорғыларының қолдану аясы	7
1.2 Қазіргі заманғы жер қойнауына жылу алмастырғыштарды орналастыруға байланысты жаңа инновациялық технологиялар	17
1.3 Жылуалмастырғыштарды көлденең және тік бағытта орналастыру ерекшеліктері	21
1.4 Электрогидроимпульстік бұрғылаудың ерекшеліктер	26
1.5 Жылуалмастырғыш ұңғыларын бұрғылаудың әдістері	33
<b>2-БӨЛІМ. ТӘЖІРИБЕЛІК ЭЛЕКТРОГИДРОИМПУЛЬСТІК ҚОНДЫРҒЫ МЕН БҰРҒЫНЫ ДАЙЫНДАУ ЖӘНЕ СЫНАУ</b>	44
2.1 Электрогидроимпульстік қондырғының негізгі блоктары	44
2.2 Жер асты жылуалмастырғыштарында қолданылатын полиэтилен құбырлардың ерекшеліктері	48
2.3 Жылу сорғы қондырғысын жұмыс тәртібіне дайындау	51
2.4 Тәжірибелік-сынақ полигонын құру	57
2.5 Электрогидравликалық бұрғылау қондырғысымен тәжірибелік-сынақ жұмыстарын жүргізу	63
<b>3-БӨЛІМ. ЗЕРТХАНАЛЫҚ АЛАҢДАҒЫ ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ</b>	71
3.1 Тәжірибелік зерттеу нәтижелері	71
3.2 Құмды топырақ температурасы өзгерісінің уақытқа тәуелділігін зерттеу	76
<b>4-БӨЛІМ. ЖЫЛУАЛМАСТЫРҒЫШТАРДЫҢ ЖЫЛУ-АЛМАСУ ҮРДІСТЕРІН МОДЕЛЬДЕУ</b>	80
4.1 Аргументтерді топтастырып санау әдісінің теориялық негізі	80
4.2 Жылыту жүйесіне орнатылған термодатчиктің уақытқа тәуелділігін модельдеу нәтижелері	88
Қорытынды	99
Қолданылған әдебиеттер тізімі	102

**Шаймерденова Кулжан Мейрамовна**

**ЖЫЛУ СОРҒЫ ҰҢҒЫМАЛАРЫНАН  
ЖЫЛУ АЛУДЫҢ ТИІМДІ ТЕХНОЛОГИЯСЫ**

**Монография**

*Е.А.Бөкетов атындағы  
Қарағанды мемлекеттік университетінің  
Ғылыми Кеңесінде ұсынылды*

---

---

Басуға 03.12.2019 ж. қол қойылды. Пішімі 60x84 1/16. Офсеттік қағаз.  
Көлемі 6.75 б.т. Таралымы 500 дана. Тапсырыс №431

---

---

«Типография Арко» ЖШС баспасы  
Қарағанды қаласы. Сатпаев көшесі, 15