

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты институты

Металлургиялық процестер және арнайы материалдар технологиясы  
кафедрасы

Қоғабаев Жансерік Шуақбайұлы

«Диатомит негізіндегі химиялық байланыстырғышты жылу оқшаулаушы  
материалдар»

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

5B070900 – Металлургия

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургиялық процестер және арнайы материалдар технологиясы  
кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**

МГДЖ және АМТ кафедра  
меңгерушісі PhD докторы,

техн. ғыл. кандидаты,

қауымдас-ған профессор

*Т.А. Чепуштанова* Чепуштанова Т.А.

« 02 » 05 2019 ж.

### ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

«Диатомит негізіндегі химиялық байланыстырғышты жылу оқшаулаушы  
материалдар»

5B070900 – Металлургия

Орындаған

Қоғабаев Ж.Ш.

ҚазҰТУ-да ғылыми жетекші

техн. ғыл. кандидаты,

*С.С. Қоныратбекова* Қоныратбекова С.С.

« 19 » мамыр 2019 ж.



Алматы 2019

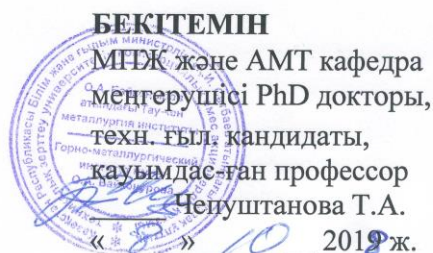
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургиялық процестер және арнайы материалдар технологиясы  
кафедрасы

5В070900 Металлургия



Дипломдық жұмысты орындауға  
**ТАПСЫРМА**

Білім алушы Қожабаев Жансерік Шуақбайұлы

Тақырыбы: «Диатомит негізіндегі химиялық байланыстырғышты жылу оқшаулаушы материалдар»

Университет Ректорының 2018 жылғы « 08 » қазан № 1113-б бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2019 жылғы « 15 » мамыр

Дипломдық жұмыстың бастапқы белестері: Қоспаларды араластырып үлгілерді дайындау, үлгілерді күйдіру, тығыздықтары мен жылу өткізгіштіктерін анықтау.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

а) критикалық талдауда жұмыстың өзектілігі, оның тәжірибеде маңыздылығы қарастырылды

б) эксперименталды бөлімінде диатомит негізінде құрамына химиялық байланыстырушылар кіретін жылу оқшаулаушы материалдар үлгілерін жасап, физика-химиялық қасиеттерін зерттеу

в) жұмыстың экономикалық тиімділігін есептеу

г) еңбекті қорғау бөлімінде қауіпті және зиянды факторлар қарастырылды

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)



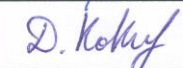
Сызба материалдарының 14 слайдта көрсетілген

Ұсынылған негізгі әдебиет 17 атаудан тұрады


Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау  
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен, кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Кіріспе	5.02.2019	
Критикалық талдау	19.02.2019	
Тәжірибелік бөлім	9.04.2019	
Экономикалық бөлім	27.04.2019	
Еңбекті қорғау	27.04.2019	
Қорытынды	23.04.2019	
Норма бақылау	14.05.2019	

Дипломдық жұмыс (жоба) бөлімдерінің кеңесшілері мен норма  
бақылаушының аяқталған жұмысқа (жобаға) қойған  
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Экономика бөлімі	С.С. Кобыратбекова т.ғ.к., сениор-лектор	14.05.2019	
Еңбекті қорғау бөлімі	С.С. Кобыратбекова т.ғ.к., сениор-лектор	14.05.2019	
Норма бақылау	Көккөзов Д.Қ. техника және технология магистрі	14.05.2019	

Ғылыми жетекші \_\_\_\_\_  Кобыратбекова С.С.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  Қоғабаев Ж.Ш.

Күні «11» 02 2019 ж.

## АҢДАТПА

Дипломдық жұмыстың құрамы 4 басты бөлімнен тұрады, одан өзге жұмысты орындауға берілген тапсырма, кіріспе және жұмыс нәтижелері бойынша қарастырылған қорытынды бар.

Қолданылған әдебиеттер тізімі 17 атаудан тұрады.

Дипломдық жұмыстың жалпы көлемі 36 бетті құрайды, оның ішінде 7 сурет, 22 кесте келтірілген.

Жұмыстың мақсаты – жаңа техникалық қасиеттері бар жылу оқшаулаушы материалдарды әзірлеу.

Жұмыста диатомит негізіндегі , перлит, асбест және басқа да қоспалары бар жылу оқшаулаушы материалдарды алу әдістемелері келтірілген.

## **АННОТАЦИЯ**

Дипломная работа состоит из задания, введения, 4 глав, заключения, списка использованной литературы. Работа изложена на 36 страницах компьютерного набора, включает 7 рисунков, 22 таблиц. Список использованной литературы содержит 17 наименований.

Целью дипломной работы является получение высококачественных, высокопористых теплоизоляционных материалов с добавкой связующих химических компонентов.

В работе представлена методика получения теплоизоляционных материалов на основе диатомита с перлитовыми, асбестовыми и другими добавками.

## ANNOTATION

Degree work consists of the task, introduction, 4 heads, the conclusion, the list of the used literature. Work is stated on 36 pages of a computer set, includes 7 drawings, 22 tables. The list of the used literature contains 50 name.

The purpose of degree work is reception high-quality, high-porosity, heat-insulation materials with the additive of binding chemical components.

In work the reception technique heat-insulation materials on a basis diatomit with perlit, asbestine and other additives is presented.

## МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	9
1	Критикалық талдау	11
2	Тәжірибелік бөлім	14
2.1	Үлгілерді дайындауға жалпы қолданылған материалдар	14
2.2	Үлгілерді дайындау	14
2.3	Жылу өткізгіштікті анықтау	26
2.4	Атомды- күшті микроскопы арқылы үлгі құрылымдарын анықтау	28
3	Экономикалық бөлім	31
3.1	Зерттеулер жүргізуге кеткен шығындарды есептеу	31
3.1.1	Негізгі және көмекші материалдарға кеткен шығынды есептеу	32
3.2	Зерттеу жұмысының экономикалық эффектілігін есептеу	32
4	Еңбекті қорғау	34
4.1	Еңбекті қорғау заңдары мен зиянды және қауіпті өндірістік факторлардың анализі	34
	Қорытынды	35
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	36



## КІРІСПЕ

**Мәселенің қазіргі жағдайы.** Соңғы жылдары Қазақстан Республикасының экономикасының өсуі халық пен өндірістің жылу мен электр энергиясына деген сұраныс өсіп отырғанын көрсетті. Осыған орай электр энергиясы өндірісінде және оның халыққа жарық және үйлерге жылу ретінде жеткізетін өндірістерге салмақ түсіп отыр. Бұл, өз кезегінде негізгі қондырғылардың тозуына әкеліп соғады. Ол әртүрлі мәліметтерге қарағанда 70-80 % құрайды. Жөндеу, жанарту, жылу-энергетика өндірісіндегі құрал-жабдықтарды ауыстыру әр энергия өндірушінің приоритеті-мақсаты болып табылады. Жылу-энергетика өнеркәсібіндегі пеш құбырларын, өткір бу құбырларын, турбин және жылу желілерін жөндеуге ең көп тараған материалдар, жылуокшаулаушы материалдар болып табылады. Осыған байланысты, үлкен мағынадағы Қазақстанның жылу-энергетикасының актуалды мәселесі жергілікті арзан өнімдерден шығарылатын жылуокшаулаушы материалдарды жергілікті жерде қолдану болып табылады. Бірден-бір актуалды, бірнеше ерекше мәселесі, жартылай цилиндр, сигменттер, плита түрінде ортақ труба құбырларын және бұл өткір турбин үшін қолданылатын жылуокшаулаушы заттар өндірісін жолға қою.

Әртүрлі жылулық агрегаттарды қолданумен жүретін қазіргі уақыттағы технологиялық процестер, сол агрегаттардың шегенделу жағдайларына үлкен талаптар қояды. Жоғарыда айтып өткендей, шегенге әсер ету, әдеттегі, кешенді жоғары температура мен қысыммен шектеліп қоймай, сонымен қатар шеген материалдарына сұйық және газтәрізді агрессивті орталар әрекеті, сызу және бұзу әсерлері, динамикалық, соққылық және термоциклды күштер, электр кернеуі әсер етеді. Кейбір жағдайларда дәстүрлі отқа төзімді материалдар шегендерге қойылатын барлық талаптар кешеніне сәйкес келе бермейді.

Технологиялық процестерді қарқындыру және металлургиялық, химиялық, мұнай өңдеуші өнеркәсіптердің, энергетиканың, цемент өндірісінің салаларының өркендеуінің инновациялық даму жолдары, құрылыс материалдары ретінде жоғары температуралы агрегаттарды шегендеуге қолданылатын отқа төзімді бұйымдарға қатал талаптар қояды. Балқыту, күйдіру және термиялық пештердің жұмысшы кеңістігінің шегенделуіне, негізінен, алюмосиликатты және хромомангнетитті отқа төзімділер қолданылады: шамотты, жоғары глиноземді және т. б.

Жоғары температуралы техниканың дамуына, жылулық агрегаттардың жұмыс кеңістігінің температурасының жоғарылауына байланысты алюмосиликатты және жоғарыглиноземды шикізат негізіндегі отқа төзімділерді қолдану бұрынғыданда арту үстінде. Отқа төзімді сазбалшықтар, каолиндер, бокситтер – алюмосиликатты және жоғары глиноземды отқа төзімділер дайындау үшін қолданылатын негізгі шикізаттық компоненттер – тапшылықты материалдарға айналды. Осының нәтижесінде машина жасау

және металлургия зауыттары үшін, қатаң түрде қорландырылатын материал болатын отқа төзімділер шикізатының қажетті мөлшерін қамтамасыздандыру қиындық тудырады.

Ішкі және сыртқы нарықтағы отқа төзімділердің тапшылығы, оларды қолданудың металлургия (ААҚ «Қазмырыш», АҚ «Қазақмыс») және цемент өндірісінде өсуі, қасиеттері алдын – ала берілген немесе араласқан материалдарға мүдделіліктің артқандығын байқатады. Осыған байланысты, қазіргі уақытта отқа төзімді бұйымдардың синтезінің оңтайлы жағдайларын (құрылымдық, фазалық өзгерістердің физика-химиялық негізін құру және көпкомпонентті жүйелердегі әрекеттесулер) және олардың физика-химиялық, оның ішінде термодинамикалық және термохимиялық қасиеттерін келешекті технологияларды модельдеу үшін, бірыңғай кешенді ғылыми зерттеу жүргізу басты мәселе болып табылады. Мұндай зерттеулер жоғары температура кезінде, көрсетілген материалды дәл беріктендіру үшін бастапқы көрсеткіштермен қамтамасыз етіп қана қоймай, Қазақстандағы отқа төзімді материалдар өндірісін дамытудың ғылыми базасыда болып табылады. Сондықтан бірыңғай кешенді ғылыми зерттеу (теориялық және технологиялық зерттеулер) толық жұмыс циклын жүргізуге мүмкіндік береді, атап айтқанда, технологиялық процестерді басқару теориясын жобалаудан бастап отқа төзімді материалды өнеркәсіпте өндіруге дейін. Осы арқылы көрсетілген қиындықты тиімді шешу жолын көрсетеді.

**Жұмыстың мақсаты.** Жылу оқшаулаушы материалдардың жаңа түрлерін қарастыру. Отқа төзімділердің қажеттігін толығымен қанағаттандыру мақсатында республикада келесідей шараларды іске асыру қажет. Біріншіден: Амангелді кен орынының негізінде, өнімділігі жылына 1 миллион тонна жететін отқа төзімді сазбалшық пен бокситті жыныстар өндіретін карьерді іске қосу; Алексеевский кен орынының негізінде өнімділігі жылына 300 мың тонна жететін доломит өндіретін карьерді іске қосу; Салынатын Қарағанды отқа төзімді зауытында келесі цехтардың құрылысын қарастыру: жылдық өнімділігі 400 мың тонна шамот, жоғары глиноземді және жеңіл салмақты отқа төзімділер өндіретін цех; өнімділігі 100 мың тоннаға жететін доломит өндіретін цехты қарастыру және ұнтақ пен толтырғыш массалар өндіретін цехтың құрылысын қарастыру.

Екіншіден: зауыттар мен карьерлердің өнімділік қуатын ұлғайту: отқа төзімді сазбалшық карьерлерінің қуаттылығын жылына 1,5-2 миллион тоннаға жеткізу; хромитті кеніштерде фракциялық ұнтақтар алу мақсатында ұсатушы және байытатын фабрикалар салу; Қостанай облысындағы шамот күйдіруші цех базасында алюмосиликатты отқа төзімділер өндірісін ұйымдастыру. Бұл шараларды іске асыру үшін кешенді геологиялық және технологиялық зерттеулер мен жобалау жұмыстарын жүргізу қажет.

## 1 Критикалық талдау

Жылу оқшаулаушы материалдар (ЖОМ) – жылуды жоғалтпау жолындағы күресте, отын мен энергияны үнемдеуді қамтамасыз ететін ең маңызды фактор болып табылады.

Барлық қоршаған материалдар ішінде жылу өткізгіштігі өте төмен материал ауа болып табылады, өйткені оның жылу өткізгіштік коэффициенті  $0,023 \text{ Вт/ (м}\cdot\text{К)}$  тең. Бұл ауасыз кеңістікті ескермеген кездегі жағдай. Ауаның бұл қасиеті кеуекті материалдарда, аз қозғалыста айқын байқалады. Егер кеуектердің мөлшерлері ірі және сыртқы ортамен жалғасқан болса, кеуектер арасында ауа қозғалысы (конвекция) пайда болады және материалдың жылу өткізгіштігі жоғарылайды.

Осыған орай жылу оқшаулаушы материалдарды (ЖОМ) жоғары кеуекті, олардың мөлшерлері мүмкіндігінше ұсақ кеуекті етіп, сонымен қатар жеңіл салмақты түрде дайындайды. Бұдан басқа кеуектердің арасындағы қатты заттарды (каркасты) кристалдық емес құраушысы бар заттардан жасауға тырысады, себебі, шынылы құрылымның жылу өткізгіштігі төменірек болып келеді. Әдетте жылу оқшаулаушы материалдардың, кеуектігі 50 % жоғары, ал анағұрлым әсерлі жылу оқшаулаушы материалдардың, мысалы, ұяшықты пластмассаның кеуектілігі 90-98 % қамтыса, кеуек құраушы қабырғалар жалпы көлемнің тек 2-10 % ғана ие болады. Жылу оқшаулаушы материалдар ұяшықты, түйірлі, жолақты және талшықты құрылымды бола алады. Қажетті кеуектілік түрлі технологиялық әдістермен алынады.

Құрылымы ұяшықты болып келетін материалдарда кеуектер біртекті және бірқалыпты сфералы болады. Мұндай құрылымы ұяшықты материалдарды (ұяшықты бетон, көбік шыны, газ толтырылған пластмассалар) алуда газ бөлу және көбіктену әдістері қолданылады. Ал, түйірлі құрылымға, сеппелі материалдар ие болады. Сеппелі массаның кеуектілігі түйір өлшеміне байланысты. Өлшемі мен формасы неғұрлым біртекті болғанымен, соғұрлым түйірлер арасындағы кеңістік көп, ал сеппелі материал жоғары кеуекті болып келеді. Ұнтақ тәріздес сеппелі жылуоқшаулаушы материалдарды дайындау мақсатында, механикалық ұсақтау және шикізатты ұнтақтау арқылы, дәндері бір өлшемді өнім алынады. Талшықты құрылымға, минералды немесе органикалық талшықты материалдар (асбест, минералды және шынылы мақта, табиғи талшықтар) ие болады. Мұндай жоғары кеуекті құрылымды материалдарды алудың негізгі әдісі, жұқа ауалы қабаттармен талшықтарды бөліп тұратын талшықты қаңқа құру болып табылады [1-4].

Жылу оқшаулаушы материалдардың айырмашылығын материалдардың негізгі сыныптамасы арқылы анықтай аламыз.

Барлық жылу оқшаулаушы материалдар бастапқы шикізатқа, түрі мен формасына, температуралық аймақта қолданылуына, эффективтілік дәрежесіне, қолдану әдісіне байланысты бірнеше топтарға бөлінеді.

Барлық жылу оқшаулаушы материалдарды дайындау барысында қолданылуына байланысты бастапқы шикізатты таңдауға негізделеді. Олар өз кезегінде, минералды шикізаттан жасалған материалдар және органикалық шикізат негізінде жасалған материалдар болып екіге бөлінеді. Ал, минералды шикізаттан жасалған материалдар шикізаттың жеке түріне байланысты қосымша топтарға бөлінеді:

- асбест – талшық негізінде;
- асбест-диатомитті (табиғи кеуекті шикізат – диатомит және асбест талшықтарының қосылысы негізінде);
- асбест-магнезиалды материалдар (тау жыныстарын өңдеу нәтижесінде алынған жеңіл магнезиалды қосылыстар – магнезит және доломит, болмаса түрлі табиғи ерітінділер және өндірістік қалдықтардың асбест талшықтарымен қосылысы);
- шумақталып жасалған материалдар (өз құрамында ұшқыш компоненттерді ұстап, қыздырған кезде бірден көлемі кеуекті құрылымға айнала отырып ұлғаяды);
- керамикалық материалдар (балшық шикізаттарын күйдіру нәтижесінде алынады);
- гидросиликатты жайылғыш (кальций гидроксиді мен кремнезем құрайтын компоненттердің әрекеттесуімен алынады);
- материалдар (минералды құймалардан: шлак, таулы қазбалар және олардың қоспасынан алынатын);
- аралас материалдар (әр түрлі минералды шикізаттың қоспасынан алынған).

Жылу оқшаулаушы материалдарды сыртқы түрі мен формасына қарай екі негізгі топқа бөлінеді:

- белгілі формасы мен өлшемі бар үлпілдек материалдар;
- өзіндік формасы мен өлшемі бар үштік заттар.

Өз кезегінде, аталған топтар қосылысынан басқа да түрлері болады. Олар, түйір тәрізді қоспадағы сырғушы материалдың негізгі массасы ұнтақталған қоспа түрінде сонымен қатар талшықты қоспадағы массасы тәртіпсіз орналасқан жіптермен белгілі.

Барлық дара заттар үш түрге бөлінеді:

- жанған кезде алынатын қатты заттар;
- салмақ түсіру арқылы нығыздалатын, бірақ салмақты алып тастағанда бастапқы көлеміне жартылай келетін қатты заттар;
- көлемін өзгертпей- ақ түрлі формаға ие бола алатын иілгіш заттар.

Жылу оқшаулаушы материалдарды энергетика құрылғыларындағы температуралық аймақтарда қолдануына байланысты бөлінеді:

- төменгі температура аймағы (100 °С дейін интервалда).
- орташа температура аймағы (100 °С – 500 °С дейін интервалда);
- көтеріңкі температура аймағы (500 °С жоғары температурада).

Эффективті дәрежесіне сонымен қатар жылу өткізгіш коэффициентіне байланысты жылу оқшаулаушы материалдары бірнеше түрге бөліп көрсетуге болады:

1 бастапқы жылу өткізгіштік коэффициенті  $0,05 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$  төмен болатын өте жоғары эффективті материалдар;

1 жылу өткізгіштік коэффициенті  $0,05$ -тен  $0,1 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$  дейін жоғары эффективті материалдар;

2 жылу өткізгіштік коэффициенті  $0,1$ -ден  $0,12 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$  дейін орташа эффективті материалдар;

3 жылу өткізгіштік коэффициенті  $0,15$ -тен  $0,25 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$  дейін болатын орташа эффективті материалдар;

Пайдалану қабілетіне қарай барлық жылу оқшаулаушы материалдар келесідей бөлінеді:

– жинап, құруға ыңғайлы дайын бөлшектер (изоляцияланатын бетке бекітуді керек ететіндер);

– формалы материалдар (арнайы формалар беру арқылы алынады);

– иілгіш, орайтын материалдар (изоляцияланатын бетті орау);

– талшықты және дәнді себілетін масса (бос кеңістікті толтыру арқылы изоляциялау үшін қолданылады);

– тығыздаушы ұнтақ тәрізді масса (тығыздаушы зат алу мақсатында сумен араластырылып, оқшауланатын бетке қапталады).

Мемлекеттік стандартқа сәйкес жылу оқшаулаушы материалдарды классификациялау келесі белгілеріне қарай орындалады: құрылысына, формасына, бастапқы негізгі шикізаттың түріне, көлемдік массасына, сығылуына, жылуөткізгіштігіне [5].

Жылу оқшаулаушы материалдарды ең негізгі параметріне байланысты жіктейтін болсақ, аз жылу өткізгіштердің  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  температурада жылу өткізгіштік коэффициенті –  $0,05 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$  – тен артық емес,  $125 \text{ }^\circ\text{C}$  температурада, жылу өткізгіштік коэффициенті  $0,07 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$  және  $300 \text{ }^\circ\text{C}$  температурада, жылу өткізгіштік коэффициенті –  $0,11 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ -ге тең.

Өндірістік қондырғыларда және труба-құбырларын оқшаулау кезінде, осы параметрлерге сүйене отырып, төменгі өткізгіштікке ие материалдар қолданылады [6-9].

## **2 Тәжірибелік бөлім**

Тәжірибелік жұмысты жүргізудің негізгі мақсаты экономикалық тұрғыдан, сапа жағынан өте тиімді болатын, байланыстырғыш қоспалар қосылған жоғары кеуекті, тығыз әрі жеңіл диатомит негізіндегі жылу оқшаулаушы материалды алу. Жоғарыда аталған барлық талаптарға сүйене отырып бірнеше зерттеу жұмыстары жүргізілді.

### **2.1 Үлгілерді дайындауға жалпы қолданылған материалдар**

Тәжірибелік жұмыста үлгілерді жасау үшін өндірістерде пайдаланылған өнімдер мен компоненттер қолданылды. Олар:

- Мұғаджар кен орнынан диатомит;
  - Жетіқара асбест зауытында АО «Қостанай асбест» өндірген МЕСТ 12871-93 сәйкес А-6-40 маркалы асбест-хризотил;
  - минералды ұнтақ;
  - натрий карбонаты;
  - құм.
- Ал, ерітінді ретінде:
- су;
  - Жамбыл фосфор зауытында АО «Қазфосфор» өндірілген натрий үш полифосфаты;
  - 5 % аммоний хлориді ерітіндісі;
  - 5 % тұзды ерітінді қолданылды.

### **2.2 Үлгілерді дайындау**

Үлгілерді дайындау жалпы массасы 50 г болатындай етіп, негізгі құрамы диатомиттен тұратын массаны әзірлеуден тұрады.

Шыны ыдысқа қажетті мөлшерде өлшеніп алынған диатомитті ұнтақ күйінде салып, асбестті сумен немесе сулы ерітіндімен қажетті мөлшерде алдын ала араластырып, ұлғайтып, диатомитпен араластырады. Массаға тәжірибеге байланысты қажетті мөлшерде қалған қоспаларды қосып, мұқият араластырылады.

Стақан тәрізді формаларды алын ала маймен майлап, алынған массаны стақанға салып қалыптаймыз. Дәл осындай әдіспен қалған үлгілер дайындалады.

Қалыпталған үлгілер сақаннан түсіріліп, қалыпты температурада екі күн кептіріледі. Жартылай кептірілген үлгілер кептіргіш шкафына-СНОЛ-4 жіберіледі. Кептіргіш шкафтың қуаты - 1,6-2,4 кВт, көлемі - 35x35x40 см. Кептіргіш шкафында температурасы 60 °С шегінде болатындай етіп, 4 сағат бойы кептіреміз. Кейін үлгілерді шығарып, СНОЛ-4 муфельді пешіне күйдіруге жібереміз, күйдіру температурасын 800 °С деп аламыз. Толықтай кептірілген, яғни ылғалсыздандырылған үлгі массасының биіктігі,

беткі диаметрі, табан диаметрі өлшенеді. Ал, көлемі мен материалдың негізгі көрсеткіші – тығыздығы арнайы тендеулермен анықталады.

Бастапқы дайындалған үлгілердің құрамдары мен параметрлерін 2.1-кестесінен байқай аламыз. Зерттеу үшін үш түрлі үлгілер алынды, бұл осы қарастырылған үлгілер ішінен ең оңтайлысын таңдау мақсатында жүргізілді.

## 2.1 Кесте – Үлгілерді кептіргеннен кейінгі нәтижелері

Үлгілер,	Құрамы, %	Кептіргеннен кейінгі нәтижелер					
		үлгі массасы, г	беттік диаметр, см	табан диаметрі, см	биіктігі, см	көлемі, см <sup>3</sup>	тығыздығы, г/см <sup>3</sup>
1	Диатомит, 70 Асбест, 15 Перлит, 11 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 4 HCl ерітіндісі, 50 мл	46,02	4,7	4	3,8	56,5	0,81
2	Диатомит, 70 Асбест, 15 Құм, 11 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 4 HCl ерітіндісі, 40 мл	44,13	4,5	4	2,8	39,7	1,11
3	Диатомит, 70 Асбест, 15 Перлит, 11 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 4 Mg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ерітіндісі, 40 мл	44,86	4,7	4	3,7	54,3	0,83

Кептіргеннен кейін үлгі массасы, тығыздығы және басқа да параметрлері шамалы түрде ғана өзгерсе, муфельдік пешке 800 °C температура беріп, үлгілерді күйдіруге жіберу, ылғалды толықтай жоғалту нәтижесінде, анағұрлым жақсы нәтижелерді ала аламыз. Үлгілерді күйдіргеннен кейінгі алынған нәтижелер кептірген үлгілерден алынған нәтижелермен салыстырмалы талдауын жүргізу үшін 2.2-кестеде көрсетілген деректер қолданылды.

## 2.2 Кесте – Үлгілерді күйдіргеннен кейінгі нәтижелері

Үлгілер,	Құрамы, %	Күйдіргеннен кейінгі нәтижелер					
		үлгі массасы, г	беттік диаметр, см	табан диаметрі, см	биіктігі, см	көлемі, см <sup>3</sup>	тығыздығы, г/см <sup>3</sup>
1	Диатомит, 70 Асбест, 15 Перлит, 11 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 4 HCl ерітіндісі, 50 мл	40,57	4,7	4	3,8	56,5	0,7
2	Диатомит, 70 Асбест, 15 Құм, 11 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 4 HCl ерітіндісі, 40 мл	39,96	4,5	4	2,8	39,7	1
3	Диатомит, 70 Асбест, 15 Перлит, 11 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 4 Mg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ерітіндісі, 40 мл	39,15	4,7	4	3,7	54,3	0,7

Үлгілердің көлемдері келесі формуламен анықталады:

$$V = 1/3 \cdot 3,14 \cdot h \cdot ((r_1^2 + r_2^2) + (r_1 + r_2)) \quad (2.1)$$

мұндағы  $h$  – үлгі биіктігі, см;

$r_1$  – үлгі бетінің радиусы;

$r_2$  – үлгі табанының радиусы;

$\pi = 3,14$ .

Егер кептіргеннен кейін, келтірілген формула бойынша бірінші үлгі көлемін анықтайтын болсақ,

$$V_1 = 1/3 \cdot 3,14 \cdot 3,8 \cdot ((2,35^2 + 2^2) + (2,35 + 2)) = 56,5 \text{ см}^3 \quad (2.2)$$

Дәл осы жолмен қалған екі үлгілердің көлемдерін табамыз. Егер екінші үлгі көлемі келесідей мәнге ие болса,

$$V_2 = 1/3 \cdot 3,14 \cdot 2,8 \cdot ((2,25^2 + 2^2) + (2,25 + 2)) = 39,7 \text{ см}^3 \quad (2.3)$$

Үшінші үлгі көлемі,



$$V_3 = 1/3 \cdot 3,14 \cdot 3,7 \cdot ((2,35^2 + 2^2) + (2,35 + 2)) = 54,3 \text{ см}^3 \quad (2.4)$$

Осылайша анықталған көлемдер және кептірілгеннен кейінгі массалары арасындағы қатынас арқылы, ең негізгі көрсеткіш – тығыздықтары анықталынады. Ол келесідей формуламен көрсетілген,

$$\rho = m_{\text{п.с}} / V, \quad (2.5)$$

мұндағы  $m_{\text{п.с}}$  – үлгінің кептірілгеннен кейінгі массасы, г;

$V$  – үлгінің кептірілгеннен кейінгі көлемі,  $\text{см}^3$ .

Үлгілердің тығыздықтарын анықтайтын болсақ:

$$\left. \begin{aligned} \rho_1 &= 46,02 / 56,5 = 0,81 \text{ г/см}^3, \\ \rho_2 &= 44,13 / 39,7 = 1,11 \text{ г/см}^3, \\ \rho_3 &= 44,86 / 54,3 = 0,83 \text{ г/см}^3 \end{aligned} \right\} \quad (2.6)$$

Анықталған мәндер жоғарыда 2.1-кестесінде келтірілген.

Дегенмен, егер муфелдік пеште  $800 \text{ }^\circ\text{C}$  температура беру арқылы күйдіретін болсақ, үлгілердің тығыздықтары, құрамындағы тұзды ерітіндінің жоғары температура әсерінен ұшып, ылғалды жоғалтып, орнына кеуектер түзу нәтижесінде азаяды.

Күйдіру процесінен кейін үлгі массалары, диаметрлері және биіктіктері қайта өлшеніп, үлгілер көлемдері және тығыздықтары қайта есептеуге алынады. Қайта өлшеу нәтижесінде үлгілердің тек массаларының азайғандығы байқалады, оны 2.2-кестесінен көре аламыз. Егер, диаметрлері мен биіктіктері өзгермей қала беретін болса, көлемдерінің де өзгеріссіз қалатыны анық. Мұны 2.1 және 2.2- кестелерін салыстыра отырып, байқай аламыз.

Ал, үлгі тығыздықтарының өзгерісі үлгі массаларына да байланысты болғандықтан, (2.5) формула бойынша есептейміз [10]:

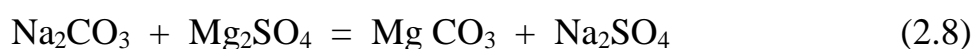
$$\left. \begin{aligned} \rho_1 &= 40,57 / 56,5 = 0,7 \text{ г/см}^3, \\ \rho_2 &= 39,96 / 39,7 = 1 \text{ г/см}^3, \\ \rho_3 &= 39,15 / 54,3 = 0,7 \text{ г/см}^3 \end{aligned} \right\} \quad (2.7)$$

Күйдіру процесінен кейінгі анықталған тығыздықтарды кептірілгеннен кейінгі анықталған тығыздықтармен салыстыратын болсақ, күйдірілгеннен кейінгі үлгілер тығыздықтары азайғаны байқалады.

Дегенмен екінші номерлі үлгі тығыздығы өзгеріске ұшырай қоймағаны байқалады. Мұның себебі, құрамындағы құмның болуы. Осыған байланысты екінші үлгідегі құм мен қалған бірінші және екінші үлгідегі перлит тығыздықтары арасындағы айырмашылық өте үлкен. Құмға қарағанда перлит жеңілдеу болып келеді. Ал егер, пайыздық

мөлшеріне келетін болсақ, құмның алынған мөлшері перлиттің алынған мөлшерімен бірдей, мұны 2.1-кестесінен байқай аламыз. Күйдіру процесінен кейінгі алынған нәтижелер қажетті оңтайлы нәтижелерді көрсете алмады. Бұл жағдайда құмды ары қарай тәжірибелік жұмыста қолдануға деген сенімсіздік байқатты, дегенмен перлитті құмды қолдану нұсқау екенін көрсетті.

Зерттеу жұмыстарын жүргізу кезінде құмның массаға және тығыздыққа тікелей әсерін келесідей үлгілер дайындап, тексеруден өткізу нәтижесінде анықталды. Келесі үлгілерді дайындағанда, диатомиттің проценттік мөлшерін арттырып, асбест мүлдем ескерілмеді. Ерітінді ретінде тұз қышқылы – HCl (0,1 м) және 5 % магний сульфаты – Mg<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ерітіндісі алынды. Үлгі құрамындағы натрий карбонатымен реакцияға түсу нәтижесінде, яғни



түзілген MgCO<sub>3</sub> 500 °С температурада ұшып, орнына кеуектер түзеді.

Кестеден көріп отырғандай, құрамында құмы бар үлгілер тығыздықтары жоғары, бірақ, екінші номерлі үлгі массасы жеңіл. Осыдан үлгі массалары, үлгі құрамына қосылатын ерітінділерге байланысты екені байқалады. Егер құрамында перлит құмы бар бірінші және үшінші үлгілерді салыстыратын болсақ, массасы және тығыздығы төмен үлгі - бірінші үлгі болып табылады. Үлгілердің құрамдары 2.3-кестесінде көрсетілген.

### 2.3 Кесте – Үлгілерді кептіргеннен кейінгі нәтижелер

Үлгілер,	Құрамы, %	Кептіргеннен кейінгі нәтижелер					
		үлгі массасы, г	беттік диаметр, см	табан диаметрі, см	биіктігі, см	көлемі, см <sup>3</sup>	тығыздығы, г/см <sup>3</sup>
4	Диатомит, 85 Перлит, 11 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 4 HCl ерітіндісі, 50 мл	42,9	4,8	4	4,3	65,5	0,65
5	Диатомит, 85 Құм, 11 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 4 HCl ерітіндісі, 40 мл	39,8	4,5	4	2,9	41,16	0,9

### 2.3-кестенің жалғасы

Үлгілер,	Құрамы, %	Кептіргеннен кейінгі нәтижелер					
		үлгі массасы, г	беттік диаметр, см	табан диаметрі, см	биіктігі, см	көлемі, см <sup>3</sup>	тығыздығы, г/см <sup>3</sup>
6	Диатомит, 85 Перлит, 11 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 4 Mg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ерітіндісі, 40 мл	43,8	5	4	3,9	62,2	0,7
7	Диатомит, 85 Құм, 11 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 4 Mg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ерітіндісі, 40 мл	45,1	4,7	4	3,1	46,1	0,97

Дәл осылай екінші және төртінші үлгілерді өзара салыстыратын болсақ, екінші үлгі жеңіл әрі тығыздығы төмен. Бірінші және екінші үлгілер құрамына HCl ерітіндісі қосылғанын ескерсек, Mg<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ерітіндісі күткен нәтижені көрсете алмады. Нақты көз жеткізу мақсатында үлгілер муфелдік пеште, 800 °C температураға дейін қыздырып, күйдіру процесінен өтті. Нәтижелері 2.4-кестесінде келтірілген.

### 2.4 Кесте – Үлгілерді күйдіргеннен кейінгі нәтижелері

Үлгілер,	Құрамы, %	Күйдіргеннен кейінгі нәтижелер					
		үлгі массасы, г	беттік диаметр, см	табан диаметрі, см	биіктігі, см	көлемі, см <sup>3</sup>	тығыздығы, г/см <sup>3</sup>
4	Диатомит, 85 Перлит, 11 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 4 HCl ерітіндісі-50 мл	39,1	4,8	4	4,2	59,6	0,6
5	Диатомит, 85 Құм, 11 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 4 HCl ерітіндісі-40 мл	36,8	4,5	4	2,8	38,8	0,9

## 2.4-кестенің жалғасы

Үлгілер,	Құрамы, %	Күйдіргеннен кейінгі нәтижелер					
		үлгі массасы, г	беттік диаметр, см	табан диаметрі, см	биіктігі, см	көлемі, см <sup>3</sup>	тығыздығы, г/см <sup>3</sup>
6	Диатомит, 85 Перлит, 11 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 4 Mg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ерітіндісі-40 мл	39,2	5	4	3,8	59,2	0,6
7	Диатомит, 85 Құм, 11 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 4 Mg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ерітіндісі-40 мл	38,5	4,7	4	3	30	1,2

Салыстыру нәтижелерінен, құрамына құм қосылған үлгілер дайындау тиімсіз екенін көрсетті, себебі үлгі тығыздықтары төмен нәтижелер көрсетуде.

Үлгі тығыздығының диатомиттің мөлшеріне байланысты өзгеруі, берілген диатомиттің мөлшерін өсірген сайын үлгілердің тығыздықтары бір қалыпты өседі. Мұндай жағдайда заттың тығыздығы белгілі мөлшерде көп, стандартты түрде ол 0,5-0,6 г/см<sup>3</sup> құрау қажет.

Егер байланыстырушы химиялық қоспа ретінде натрий үш полифосфатының 5 % ерітіндісін жаңадан дайындалатын массаға қосатын болсақ, кеуектердің түзілуіне және массаның бірігіп, өзара тістесуіне әсер етуі мүмкін. Бұл жағдайда диатомит мөлшерін жалпы массаның 75 % құрайтындай етіп, ал құмның орнына кеуек түзуге әсер ететін минералды ұнтақтың 11 % мөлшерін және жылу оқшаулағыш материал—асбесттің 10 % мөлшерін қосып, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> мөлшерін 4 % етіп қалдырып үлгі дайындалды. Осы құраммен қатарлас диатомиттің, асбесттің және натрий карбонатының мөлшерлері өзгертілмей, тек минералды ұнтақтың жалпы массаның 10 % құрайтындай етіп және байланыстырушы ретінде судың 40-50 мл мөлшері қосылып үлгі дайындалды [11].

Үлгі массаларын дайындау жоғарыда айтылып кеткен әдістеме бойынша әзірленді. Диатомиттің қажетті мөлшерін алып, алдын ала асбестті Натрий үш полифосфаты (5 %) ерітіндісімен араластырып, минералды ұнтақ пен соданы қосып араластырамыз, стақан тәріздес формаларға салып, кептіреміз. Егер екі үлгіні жоғарыда жасалып кеткен үлгілермен салыстырсақ, бұл үлгілердің массаларына байланысты тығыздықтары жоғары. Ары қарай үлгілерді 900 °С температурада күйдіретін болсақ, су 110 °С температура-сында ұшып кетіп, кеуектер түзілуіне мүмкіндік туғызады және үлгі

салмағының төмендеуіне тікелей әсер етсе, бірінші үлгідегі натрий үш полифосфаты үлгі массасының бірігу процесін жылдамдатады. 430-650 °С температура аймағында көміртекті қосылыстардың жануы әсерінен салмақтың төмендеуі байқалады. Үлгілерді кептіргеннен кейінгі нәтижелері 2.5-кестесінде анық көрсетілген.

2.5 Кесте – Үлгілерді кептіргеннен кейінгі нәтижелер

Үлгілер,	Құрамы, %	Кептіргеннен кейінгі нәтижелер					
		үлгі масса–сы, г	беттік диаметр, см	табан диаметрі, см	биіктігі, см	көлемі, см <sup>3</sup>	ты–ғыз–дығы, г/ см <sup>3</sup>
8	Диатомит, 75 Асбест, 10 Минералды ұнтақ, 11 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 4 Натрий үш полифосфаты (5%) ерітіндісі, 50 мл	39,38	4,5	3,5	3	37,8	1,04
9	Диатомит, 75 Асбест, 10 Минералды ұнтақ, 11 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 4 Су, 50 мл	40,88	4,5	4	2,8	39,7	1,03

Екі үлгінің күйдіру процесінен кейінгі алынған нәтижелерін 2.6-кестесінен көріп, өзара салыстыруға болады.

2.6 Кесте – Үлгілерді күйдіргеннен кейінгі нәтижелер

Үлгілер,	Құрамы, %	Күйдіргеннен кейінгі нәтижелер					
		үлгі масса–сы, г	беттік диаметр, см	табан диаметрі, см	биіктігі, см	көлемі, см <sup>3</sup>	ты–ғыз–дығы, г/ см <sup>3</sup>
8	Диатомит, 75 Асбест, 10 Минералды ұнтақ, 11 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 4 Натрий үш полифосфаты (5%) ерітіндісі, 50 мл	35,68	4,2	3,3	2,9	32,16	1,1

## 2.6-кестенің жалғасы

9	Диатомит, 75 Асбест, 10 Минералды ұнтақ, 11 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 4 Су, 50 мл	37,31	4,1	3,7	2,6	33,46	1,1
---	---	-------	-----	-----	-----	-------	-----

Күйдіру процесінен кейінгі нәтижелер бойынша анықтайтын болсақ, үлгілер өлшемдері бойынша кішірейіп, өте тығыз әрі салмақты, кеуектері өте аз екені байқалды. Бұл жерде минералды ұнтақтың өте көп мөлшерде алынуы, үлгі салмағының жоғары болуына тікелей әсерін тигізді.

Дегенмен қажетті кеуектілікті және тығыздықты алу үшін перлит құмының қажет екені анықталды. Перлит құмы өте жеңіл, әрі кеуектер түзуші компонент ретінде өте ыңғайлы және жақсы жылу оқшаулаушы материал болып табылады.

Асбест- диатомитті материалдардың структурасы негізінен оның құрамына кіретін диатомит немесе трепел және асбесттің талшығынан құралған қарқасқа байланысты. Байланыстырғыш ретінде заттың керекті механикалық мықтылығын арттыратын диатомит және кейбір біріктіруші заттар қолданылады. Қарапайым асбест- диатомитті композициясына байланыстырушы қоспа ретінде минералды ұнтақ, балшық не цемент қосу арқылы формалы заттар дайындауға болады, біздің жағдайда минералды ұнтақ қолданылды.

Қажетті жеңіл, ұсақ кеуекті әрі тығыздығы 0,5-0,6 г/ см<sup>3</sup> көрсеткішінен аспайтын жылу оқшаулаушы материалды алу мақсатында келесідей жаңа үлгі массалары дайындалды. Үлгі төрт түрлі құрамнан тұрады. Соңғы екі үлгіні дайындауда жіберілген қателіктерді ескере отырып, минералды ұнтақ мөлшері 4 % болатындай етіп, ал диатомит мөлшерін жалпы масса мөлшерінің 71 % құрайтындай етіп, асбест мөлшерін 10 % етіп қалдырып жаңа үлгілер массасы дайындалды. Байланыстырғыш ерітінді ретінде аммоний хлоридінің 5 % ерітіндісі алынды. Су мен ерітінді арасындағы айырмашылықты анықтау үшін, екі үлгі ерітінді орнына сумен араластырылды. Мөлшерлері бірдей 50 мл етіп алынды.

Төрт түрлі құрамды үлгілер массалары әзірленіп, жоғарыдағы үлгілерді дайындаған әдістер арқылы жүзеге асты. Яғни, үлгі массалары алдын ала майланған стақан тәріздес формаларға, толығымен форма көлемін қамтитындай етіп салынды.

Қалыпты бөлме температурасында екі күн бойы кептіріліген үлгілер, стақан тәріздес формалардан оңай түсіріліп, кептіргіш шкафында 60 °С температурада 4 сағат бойы ұстау нәтижесінде жартылай кептірілді. Пешке күйдіруге жіберер алдында үлгілер массалары, биіктіктері, беттік диаметрлері, табан диаметрлері, өлшеніп алынды. Өлшенген параметрлер

бойынша үлгі көлемдері жоғарыда көрсетіліп кеткен (2.1) формуласына сүйене отырып анықталды [12].

Егер кептіргеннен кейін, (2.1) формуласы бойынша бірінші үлгі көлемін анықтайтын болсақ,

$$V_1 = 1/3 \cdot 3,14 \cdot 4 \cdot ((2,5^2 + 2^2) + (2,5 + 2)) = 63,8 \text{ см}^3 \quad (2.9)$$

Дәл осы жолмен қалған үш үлгілердің көлемдерін табамыз. Егер екінші үлгі көлемі келесідей мәнге ие болса,

$$V_2 = 1/3 \cdot 3,14 \cdot 3,9 \cdot ((2,5^2 + 2^2) + (2,5 + 2)) = 62,2 \text{ см}^3 \quad (2.10)$$

Үшінші үлгі көлемі,

$$V_3 = 1/3 \cdot 3,14 \cdot 3,8 \cdot ((2,5^2 + 2^2) + (2,5 + 2)) = 60,6 \text{ см}^3 \quad (2.11)$$

Төртінші үлгі көлемі,

$$V_4 = 1/3 \cdot 3,14 \cdot 4 \cdot ((2,45^2 + 2^2) + (2,45 + 2)) = 62,4 \text{ см}^3 \quad (2.12)$$

Осылайша анықталған көлемдер және кептірілгеннен кейінгі массалары арасындағы қатынас арқылы, ең негізгі көрсеткіш – тығыздықтары анықталынады.

Үлгілердің тығыздықтарын (2.5) формуласымен анықтайтын болсақ:

$$\left. \begin{aligned} \rho_1 &= 44,66 / 63,8 = 0,7 \text{ г/см}^3, \\ \rho_2 &= 42,3 / 62,2 = 0,68 \text{ г/см}^3, \\ \rho_3 &= 44,23 / 60,6 = 0,73 \text{ г/см}^3, \\ \rho_4 &= 43,68 / 62,4 = 0,7 \text{ г/см}^3 \end{aligned} \right\} \quad (2.13)$$

Минералды ұнтақ қосылған үлгі массалары және тығыздықтары үлкен екенін көрсетеді. Алынған нәтижелер нақтылау болу үшін күйдіру процесінен кейінгі алынған нәтижелерді қарастыра аламыз.

Күйдіру процесінен кейін үлгі массалары, диаметрлері және биіктіктері қайта өлшеніп, үлгілер көлемдері және тығыздықтары қайта есептеуге алынады. Қайта өлшеу нәтижесінде үлгілердің тек массаларының азайғандығы байқалады. Анықталған мәндер төменде 2.7-кестесінде келтірілген.

## 2.7 Кесте – Үлгілерді кептіргеннен кейінгі нәтижелер

Үлгілер,	Құрамы, %	Кептіргеннен кейінгі нәтижелер					
		үлгі массасы, г	беттік диаметр, см	табан диаметрі, см	биіктігі, см	көлемі, см <sup>3</sup>	ТЫҒЫЗДЫҒЫ, г/см <sup>3</sup>
10	Диатомит, 71 Асбест, 10 Перлит, 15 Минералды ұнтақ, 4 NH <sub>4</sub> Cl (5 %) ерітіндісі-50 мл	44,66	5	4	4	63,8	0,7
11	Диатомит, 71 Асбест, 10 Перлит, 15 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 4 NH <sub>4</sub> Cl (5 %) ерітіндісі-50 мл	42,3	5	4	3,9	62,2	0,68
12	Диатомит, 71 Асбест, 10 Перлит, 15 Минералды ұнтақ, 4 Су, 50 мл	44,23	5	4	3,8	60,6	0,73
13	Диатомит, 71 Асбест, 10 Перлит, 15 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 4 Су, 50 мл	43,68	4,9	4	4	62,4	0,7

Егер, диаметрлері мен биіктіктері өзгермей қала беретін болса, көлемдерінің де өзгеріссіз қалатыны анық. Мұны 2.7 және 2.8-кестелерін салыстыра отырып, байқай аламыз.

Ал, үлгі тығыздықтарының өзгерісі үлгі массаларына да байланысты болғандықтан, (2.5) формула бойынша есептейміз,

$$\left. \begin{aligned} \rho_1 &= 41,3 / 63,8 = 0,6 \text{ г/см}^3, \\ \rho_2 &= 40,1 / 62,2 = 0,6 \text{ г/см}^3, \\ \rho_3 &= 40,6 / 60,6 = 0,66 \text{ г/см}^3, \\ \rho_4 &= 40,2 / 62,4 = 0,6 \text{ г/см}^3 \end{aligned} \right\} \quad (2.14)$$



Күйдіру процесінен кейінгі анықталған тығыздықтарды кептіргеннен кейінгі анықталған тығыздықтармен салыстыратын болсақ, күйдіргеннен кейінгі үлгілер тығыздықтары азайғаны байқалады. Күйдіру процесі нәтижесінен кейінгі үлгілердің сыртқы өлшемдері өзгеріссіз қалғандары анық. Барлық төрт үлгі көрсеткіштері жаман емес. Күйдіру процесі кезінде 400-550 ° С температуралар аралықтарында үлгі құрамдарындағы жанғыш заттардың жану нәтижесінде газ бөліне бастады. Нәтижелер 2.8-кестесіне түсірілген.

2.8 Кесте – Үлгілерді күйдіргеннен кейінгі нәтижелер

Үлгілер,	Құрамы, %	Күйдіргеннен кейінгі нәтижелер					
		үлгі массасы, г	беттік диаметр, см	табан диаметрі, см	биіктігі, см	көлемі, см <sup>3</sup>	тығыздығы, г/см <sup>3</sup>
10	Диатомит, 71 Асбест, 10 Перлит, 15 Минералды ұнтақ, 4 NH <sub>4</sub> Cl (5 %) ерітіндісі-50 мл	41,3	5	4	4	63,8	0,6
11	Диатомит, 71 Асбест, 10 Перлит, 15 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 4 NH <sub>4</sub> Cl (5 %) ерітіндісі-50 мл	40,1	5	4	3,9	62,2	0,6
12	Диатомит, 71 Асбест, 10 Перлит, 15 Минералды ұнтақ, 4 Су, 50 мл	40,6	5	4	3,8	60,6	0,66
13	Диатомит, 71 Асбест, 10 Перлит, 15 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 4 Су, 50 мл	40,2	4,9	4	4	62,4	0,6

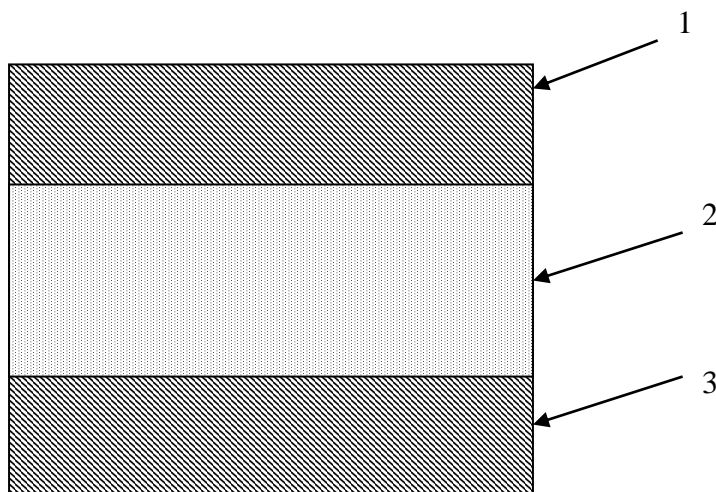
Егер күйдіргеннен кейінгі үлгілерді өз ара салыстырып қарайтын болсақ, екінші және төртінші үлгілердің тығыздықтары, көлемдері және массалары сол сияқты өлшемдері бір біріне өте жақын. Үлгі құрамдары да бірдей, бірақ бірі сумен ал екіншісін NH<sub>4</sub>Cl (5 %) ерітіндісімен

байланыстырылған.  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (5 %) ерітіндісі зиянды болып табылады, сол себептен суды тиімді әрі ыңғайлы байланыстырғыш ретінде қарастыруға болады. Ал егер, бірінші және үшінші үлгілерді алып қарастыратын болсақ, араларында айырмашылықтардың анықталмағаны анық [13].

Қарастырылып отырған үлгілердің барлығын кеуектілікке тексеру үшін, үлгілердің дәл орталарын кесіп, екіге бөліп қарастыру нәтижесінде өте ұсақ әрі үлгіні толық қамтитын кеуектерді байқауға болады.

### 2.3 Жылу өткізгіштікті анықтау

Жылу оқшаулаушы және құрылыс материалдарының жылу өткізгіштігін анықтау әдістемесі тегіс, белгілі қалыңдықтағы үлгі арқылы өтіп және үлгілердің шетінен перпендикуляр бойымен бағытталған стационарлы жылу ағысын туғызуға негізделген. Үлгі схемасы 2.1-суретте көрсетілген.



1- қыздырғыш; 2- тексерілетін үлгі; 3- тоңазытқыш

#### 2.1 Сурет – Жылу өткізгіштікті анықтауға арналған үлгі схемасы

Жылу өткізгіштікті анықтау үшін, жоғарыда жасалып қойылған үлгілердің арасынан ең жақсы көрсеткіштерге ие болғандардың бірі таңдалды. Соңғы әзірленген үлгі құрамдары бір біріне өте ұқсас болғандықтан, екінші номерлі үлгі сынаққа алынды. Бірақ, жылу өткізгіштік жақсы анықталуы үшін, үлгі кірпіш түрінде дайындалды. Ол үшін үлгі массасын 1 кг етіп алынды. Егер алынған массаны 100 % мөлшер етіп қарастыратын болсақ, құрамына кіретін диатомиттің проценттік мөлшері – 71 % деп, асбест – 10 %, перлит – 15 %,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  – 4 %,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (5 %) ерітіндісі – 500 мл мөлшерінде алынды [14-15].

Үлгіні әзірлеу, құрамына жоғарыда аталып кеткен компоненттерді, алдын ала  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (5 %) ерітіндісімен өсірілген асбест талшықтарын қосып, барлығын бірге қою масса түзілгенше жақсылап араластырып, майланған кірпіш тәрізді формаға құйудан тұрады. Үлгіні бөлме температурасында екі тәулік бойы кептіріп, формадан түсіріп, кептіргіш шкафаға  $60\text{ }^\circ\text{C}$  температурасын беріп, 4 сағатқа қоямыз. Жартылай кепкен кірпішті  $800\text{ }^\circ\text{C}$  температурасында пешке қойып күйдіреміз. Пештен шығарылған үлгіні суытып, пештің аузына қақпақ ретінде бекітіп, терможұптың көмегімен үлгінің жылу өткізгіштігін анықтаймыз.

Алынған нәтижелер бойынша үлгінің ыстық бетінің температурасы  $742\text{ }^\circ\text{C}$ , суық бетінің температурасы  $87\text{ }^\circ\text{C}$  көрсетсе, қоршаған орта температурасы  $23\text{ }^\circ\text{C}$ , үлгі қалыңдығы –  $0,069\text{ мм}$ .

Стационарлы жылу ағыны табылғаннан кейін жылу өткізгіштік коэффициенті келесі формула бойынша есептеледі,

$$\lambda = \frac{\alpha(T_{нов} - T_0)}{(T_{тепл} - T_{нов})} \cdot d, \quad (2.15)$$

мұндағы  $d$  – үлгі қалыңдығы, м;

$T_{нов}$  – үлгінің суық бетінің температурасы;

$T_{тепл}$  – үлгінің ыстық бетінің температурасы;

$T_0$  – қоршаған орта температурасы.

Асбесттен тұратын жылу оқшаулаушы материалдарының коэффициенті  $12,6$  тең деп алынады.

Берілген формула бойынша жылу өткізгіштік коэффициентін табатын болсақ,

$$\lambda = \frac{12,6 \cdot (87 - 23)}{(742 - 87)} \cdot 0,069 = 0,085 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}) \quad (2.16)$$

Барлық үлгілердің жылу өткізгіштіктерін 2.9-кестесінен көруге болады.

2.9 Кесте – Үлгілердің анықталған жылу өткізгіштіктері

Берілген үлгілердің тығыздықтары, $\text{г}/\text{см}^3$	Берілген үлгілердің жылу өткізгіштіктері, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$
0,6	0,085
0,9	0,12
0,6	0,083
1,2	0,15
0,7	0,09

## 2,9-кестенің жалғасы

Берілген үлгілердің тығыздықтары, г/см <sup>3</sup>	Берілген үлгілердің жылу өткізгіштіктері, Вт/(м · К)
1	0,12
0,7	0,085
0,6	0,081
0,6	0,083
0,66	0,085
0,6	0,08
1,03	0,14
1,04	0,15

### 2.4 Атомды-күшті микроскопы арқылы үлгі құрылымдарын анықтау



1-базалы блок; 2-видео жүргізетін жүйе; 3-виброизоляция жүйесі;  
4-теңестіретін головка; 5-термоөлшегішті ауыстырғыш

### 2.2 Сурет – Зил Интегра Терма атомды-күшті микроскопы

Өлшегіш головканың сипаттамасы және сканирлеу диапазоны [16]:

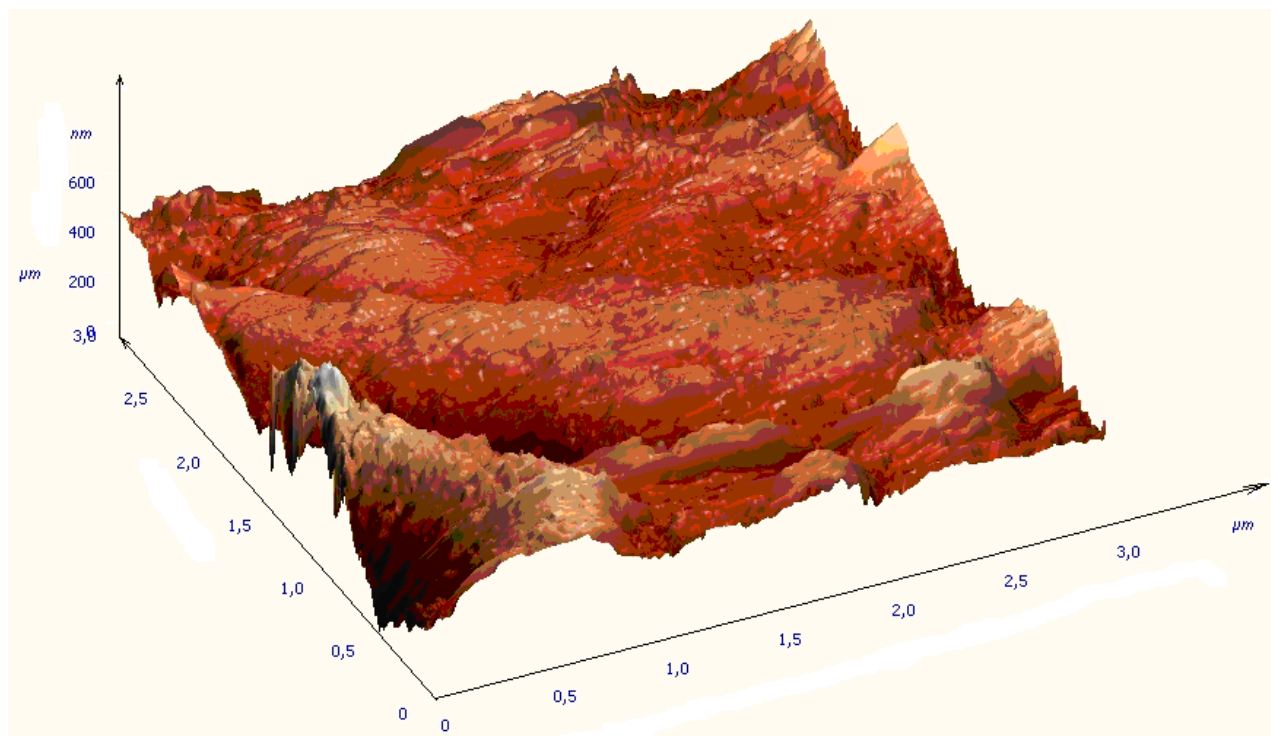
- үлгінің жалпақтығы XY 100x100 Мкм;
- биіктігі Z 7 Мкм;
- үлгінің жалпақтығы 20 нм-ден төмен боуы керек;

- биіктігі 0,1 нм-ден кіші болуы керек;
- нүктелердің санын сканирлеу 1024x1024 дейін болады;
- температураның диапазоны бөлменің температурасынан 473 К дейін болуы тиіс;

- датчиктың температурасы Pt резистор;
- нүктелерді ұстау температурасы 150,05 К.

Микроскоппен зерттеуге құрамына су және тұзды ерітінділер қосылған үлгілерден үш үлгі алынды.

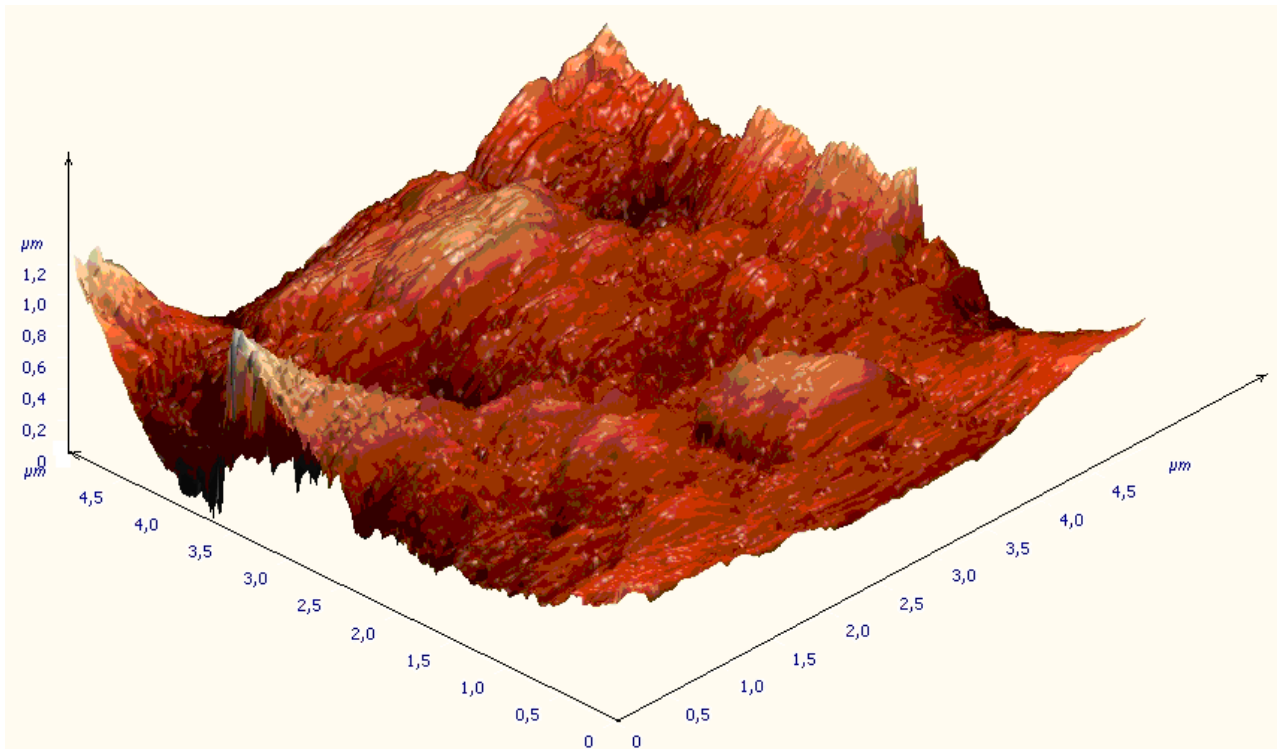
Бірінші зерттеу үлгісі ретінде құрамына су қосып байланыстырылған үлгі қарастырылды. Көрінісі 2.3-суретінде келтірілген.



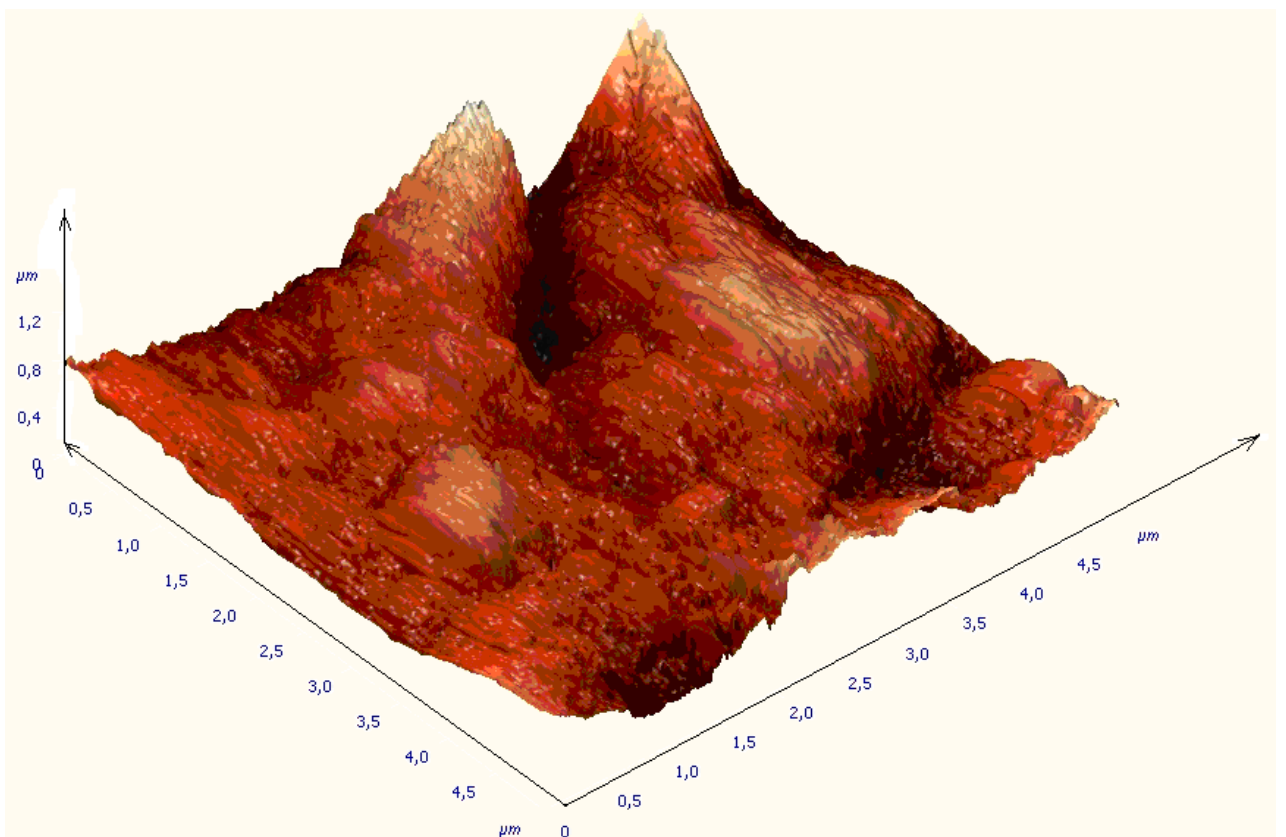
2.3 Сурет – Сумен байланыстырылған үлгінің кескінінің морфологиялық құрылымы

Суреттен байқап отырғандай, құрамына су қосылған үлгідегі бөлшектер өте ұсақболып келеді және әртүрлі орналасқан, сол себепті үлгі тығыздау болып келеді.

Құрамында тұзды ерітінділері бар үлгілердің морфологиялық құрамдарын анықтайтын болсақ, бөлшектердің ірі болып келетінін байқаймыз. Дегенмен, құрамына  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (5 %) ерітіндісі, натрий үш полифосфаты (5 %) ерітіндісі немесе  $\text{Mg}_2\text{SO}_4$  ерітіндісі қосылған үлгі кескінерінде бөлшектердің бірыңғай орналасқандары анық. Оны 2.4 және 2.5- суреттерінде көре аламыз.



2.4 Сурет –  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (5 %) ерітіндісімен байланыстырылған үлгінің кескінінің морфологиялық құрылымы



2.5 Сурет – Натрий үш полифосфаты ерітіндісімен байланыстырылған үлгінің кескінінің морфологиялық құрылымы

### 3 Экономикалық бөлім

#### 3.1 Зерттеулер жүргізуге кеткен шығындарды есептеу

Бұл бөлімде, тәжірибе жүргізуге кеткен шығындарды есептеу жүргізілді. Барлық зерттеу барысында 13 тәжірибе жүргізілді.

Амортизациялық шығынды есептеу зертхана жабдығына арналған, амортизациялық шығынды есептейік (3.1-кесте). На нормасын және амортизация соммасын жабдықтың қызмет ету мерзіміне қарай анықтаймыз:

$$Na = \frac{100}{B} \quad (3.1)$$

мұндағы B – қызмет ету мерзімі.

#### 3.1 Кесте – Амортизациялық шығындар

Жабдық атауы	Қызмет ету мерзімі, жыл	Мөлшері	Бағасы, тг	Жылдық бағасы, тг	На, %	Амортизацияның жылдық сомасы, тг
Тартпалы шкаф	10	1	85000	85000	10	8500
Муфельді пеш СНОЛ- 4	5	1	135000	135000	20	27000
Кептіргіш шкаф	5	1	85000	85000	20	17000
Аналитикалық таразы	2	1	20000	20000	50	10000
Ступка	4	1	1250	1250	25	312
Пестик	4	1	600	600	25	150
Араластырығыш қасық	4	1	250	250	25	63
Пластикалы формалар	1	16	5	80	50	80
Колба	3	3	450	1350	30	450
Цилиндр	3	1	600	600	30	200
Барлығы				329130		63755

Демек, жабдықтың жалпы бағасы 329130 тг. құрайды. Жылдық бағасы амортизациялық шығынның соммасы 63755 тг. құрайды. Жабдықтың 4 айға кеткен амортизациялық шығынның соммасы 21251 тг. құрайды.

### 3.1.1 Негізгі және көмекші материалдарға кеткен шығынды есептеу

Химиялық талдау жасауға, сонымен қатар тәжірибе жүргізуге арналған қосымша және негізгі материал шығынын есептейік. Негізгі және қосымша материалдар шығыны 13 тәжірибеге есептелген. Есептеу 3.2-кестеде келтірілген.

### 3.2 Кесте – Негізгі және көмекші материалдар шығыны

Материалдың атауы	Материал шығыны	Бірлік бағасы, тг	Жалпы бағасы, тг
Диатомит, кг	1	10	10
Асбест, кг	0,5	80	40
Перлит, кг	0,1	300	30
Минералды ұнтақ, кг	0,1	110	1,1
Натрий үш полифосфаты, мл	0,1	882	88,2
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , мл	0,07	60	4,2
NH <sub>4</sub> Cl, мл	0,1	240	24
HCl, мл	0,5	100	50
Құм, кг	0,02	367	7,3
Барлығы			254,8

Кестедегі келтірілген нәтижелерден негізгі және қосалқы (көмекші) материалдар үшін, төрт айдың көлемінде жұмсалған шығынның қосындысы 254,8 тенгені құрайтынын көреміз.

### 3.2 Зерттеу жұмысының экономикалық эффектілігін есептеу

Жинақ қоры (А) келесі формуламен есептеледі:

$$A = C_{п} \cdot I_0 \cdot 0,33 \quad (3.2)$$

мұндағы  $C_{п}$  - жабдықтың бастапқы бағасы,  
 0,33 – экономикалық эффективтілігі,  
 $I_0$  – 1,082 тең индексация (нарықты экономикада индекс коэффициенті есептеледі).

Сонымен, 1 айда құраған жинақ қорының соммасы:



$$A = 329130 \cdot 1,082 \cdot 0,33 = 117519 \text{ тг} \quad (3.3)$$

Сонда бір жылға жинақ қорының ( $A_1$ ) соммасын мына формуламен анықтаймыз:

$$A_1 = \cdot 0,33 \cdot I_0 \cdot (1+e)^1 \quad (3.4)$$

мұндағы,  $e$  – тиімділік коэффициенті, ол 0,1 тең:

$$A_1 = 329130 \cdot 0,33 \cdot 1,082 \cdot (1+0,1)^1 = 129271 \text{ тг} \quad (3.5)$$

Ал екінші жылға, мына формуламен есептейміз:

$$A_2 = \cdot 0,33 \cdot I_0 \cdot (1+e)^2 \quad (3.6)$$

$$A_2 = 329130 \cdot 0,33 \cdot 1,082 \cdot (1+0,1)^2 = 258542 \text{ тг} \quad (3.7)$$

Жобаның құны ( $B$ ) келесі формуламен есептейміз:

$$B = 3 + A \quad (3.8)$$

Сонымен, жобаның құны:

$$B = 362182 + 117519 = 479701 \text{ тг} \quad (3.9)$$

мұндағы, 3 - шығынның жалпы соммасы.

Сонда, бірінші жылға жобаның құны:

$$B_1 = 362182 + 129271 = 491453 \text{ тг} \quad (3.10)$$

Сонда екінші жылға жобаның құны, мынаған тең:

$$B_2 = 362182 + 258542 = 620724 \text{ тг} \quad (3.11)$$

Экономикалық есептелімдері бойынша шығындардың негізгі бөлігін капиталды шығындар және ғылыми – зерттеу жұмысын орындауға кеткен жалақы соммасы құрайды.

Жұмыстың 10 % рентабельділігінің экономикалық эффектілігі бірінші жылдың нәтижесі бойынша 507670 тенгені, екінші жылдың нәтижесі 637368 тенгені құрады.

Осы жағдайлардағы ғылыми – зерттеу жұмысының ақталу мерзімі 1,6 жылды құрайды.

## 4 Еңбекті қорғау

### 4.1 Еңбекті қорғау заңдары мен зиянды және қауіпті өндірістік факторлардың анализі

Нақты тарау Қазақстан Республикасының Заңына сәйкес жазылған:

– 22.05.2007 жылдан Қазақстан Республикасының еңбек туралы Заңы, ҚР Еңбек кодексі;

– 22.05.2007 жылдан өрт қауіпсіздігі туралы Заң;

– «Қауіпті өндіріс объектілеріндегі өндірістік қауіпсіздігі туралы Заң», 15.05.2007 жыл. №251 – 3 – II ҚРЗ [17].

Еңбекті қорғау – еңбек кезіндегі адамның жұмыс істеу қабілеті мен денсаулық сақтау қауіпсіздігін қамтамасыз ететін заңды актілер, әлеуметтік-экономикалық, ұйымдастыру, техникалық, гигиеналық, емдік-профилактикалық іс-шаралар мен құралдар жүйесі.

Осы жұмысты орындау кезінде өндірістік жарақаттар алфнуы мүмкін, дәлірек айтқанда:

– жарамсыз электр қондырғысымен байланысқа түскен кездегі электрлік тоқпен зақымдалу;

– химиялық күйік алу, химиялық реагенттермен улану.

Өндірістік жағдайда кейбір факторлар еңбек етушілердің денсаулығына тұрақты немесе ұзақ уақыт бойы зиян келтіруі мүмкін және ол зиян сол уақытта емес, белгілі бір уақыттан кейін ғана туындауы мүмкін.

Осы жұмысты орындау кезінде қауіпсіздік техникасының бұзылуы әсерінен келесі өндірістік жарақаттар алынуы мүмкін:

– жұмыс істемей тұрған қондырғымен байланыс кезінде, сонымен қатар химиялық белсенді ортадағы қондырғының әсерінен электр тогынан жарақат алу;

– қышқыл, сілтілі ерітінділермен және органикалық заттармен жұмыс кезінде;

Зерттеу процесінде келесі реагенттер қолданылды:  $H_2O$ ;  $CaO$ ;  $Na_2O$ . Қышқылдар қауіптілігі күйіктің туындауына алып келеді.

Тәжірибелер жүргізілген отқа төзімді зертханаларда қауіпті факторларға келесілер жатады:

– электр арқылы жылу беретін қондырғымен жұмыс (автоклава, термостат);

– ауыспалы тоқта жұмыс істейтін қондырғымен жұмыс;

– сілтілермен жұмыс ( $Na_2O$ ).

Еңбек жағдайының анализі потенциалды қауіптілік пен залалды шығару үшін жүргізіледі. Бұл жарақаттың потенциалды туындауын және потенциалды аурулардың болдыруына жол бермейді және адам денсаулығын жақсартуына және еңбек жағдайының қауіпсіздігіне мүмкіншілік береді.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Қазіргі уақытта тек қана өнеркәсіптік өндірістерде емес, сонымен қатар адамзаттың тұрмыс тіршілігінде өте маңызды орын алатын жылу-энергетика саласы өте маңызды шешімді талап ететін проблемалы міндет болуда. Сондықтан біздің зерттеу жұмысымызда жылу оқшаулаушы материалдардың жаңа түрлерін қарастыру міндеті тұрды. Осы бағытта экономикалық және сапасы жағынан тиімді, жоғары кеуекті, тығыз әрі жеңіл диатомит негізіндегі жылу оқшаулаушы материалдарды алу үшін, бірнеше тәжірибелер жүргізілді.

Тәжірибелер негізінде ең тиімді және оңтайлы нұсқаны таңдау үшін, әртүрлі құрамдағы үлгілер дайындалды және олардың физика-химиялық қасиеттері зерттелінді. Жұмыс нәтижесі бойынша келесідей қортындылар жасауға болады:

1) Зерттеу жұмысын жүргізу барысында қажетті кеуектілікті және жылу өткізгіштікті қамтамасыз ететін, диатомит негізіндегі жылу оқшаулаушы материалдардың қасиеттерін жоғарылататын көмекші материалдар: асбест, перлит, минералды ұнтақ, сода, тұзды ерітінділер қолданылып үлгілер дайындалды. Аталып кеткен көмекші материалдардың үлгілер құрамдарына кіруі, жылу оқшаулаушы материалдың құрылымына, яғни кеуектердің көбеюіне, әрі ұсақ болуына әсерін тигізгені анықталды.

Дайындалған үлгілер арасынан ең оңтайлы 6 үлгі таңдалды, олар құрамында диатомиттің 71 және 85 %, асбесттің 10 %, перлиттің 11 және 15 %, минералды ұнтақтың және соданың 4 % мөлшерлерін алғандағы үлгілер болып табылады.

2) Үлгілерді дайындап, пеште 800 °С температурасында күйдіргеннен кейін, құрамындағы минералды ұнтақ пен соданың, қосылған тұзды ерітіндімен жоғары температурада әсерлесуі нәтижесінде бөлшектердің өзара тістесуін қамтамасыз етіп, үлгі беріктігін арттыруға себеп болды.

3) Зерттеу жұмысы барысында сонымен қатар үлгілердің физика–химиялық қасиеттері анықталды. Арнайы микроскоп арқылы үлгілердің морфологиялық құрылымдарын зерттеу нәтижесінде, тұзды ерітінділермен және сумен араластырылған үлгілер арасындағы айырмашылықтар анықталып, тұзды ерітінділерді қолданған үлгілер құрылымы біртекті, әрі кеуекердің көп екенін көрсетті. Сонымен қатар үлгілердің жылу өткізгіштіктері пеште термопаралармен анықталып, ең төменгі – 0,8 Вт/(м·К) жылу өткізгіштікке ие, тығыздығы – 0,6 г/см<sup>3</sup> болатын үлгілер ең оңтайлы болып таңдалды.

Үлгілердің осы құрамын жылу оқшаулаушы материалдар өндірісінде, басқада қолдану салаларына қарай ең оңтайлы нұсқа ретінде қолдануға болады, және зерттеу жұмыстарының нәтижелеріде осыны көрсетеді. Біз сондай ұсыныс жасаймыз.

## ПАЙДАЛЫНҒАН ӘДЕБИЕТ ТІЗІМІ

- 1 Воронков С.Т., Исэров Д.З., Каменецкий С.П. Тепловая изоляция на электрических станциях / М.: Энергия, 1965. - 270 с.
- 2 Воронков С.Т., Исэров Д.З. Тепловая изоляция паровых турбин напылением // М.: Высшая школа, 1973.-280с.
- 3 Тикунов Ю.Н. и др. Теплоизоляция промышленного оборудования и трубопроводов // М.: Энергоатомиздат, 1985. -351 с.
- 4 Логунов Ф.Г. Обмуровка котлов электростанций // М.: Стройиздат, 1969. – 265 с.
- 5 Сухарев М.Ф. Производство теплоизоляционных материалов и изделий // М.: Стройиздат, 1973. – 446 с.
- 6 Хижняков С.Ф. Проктические расчеты тепловой изоляции // М.: Энергия, 1976.- 200 с.
- 7 Горлов Ю.Р., Меркин А.П., Устенко А.А. Технология теплоизоляционных материалов // М.: Энергия, 1980.- 443 с.
- 8 Волынец Н.П. Справочник по монтажу и ремонту обмуровки и тепловой изоляции // М.: Энергоиздат, 1985.- 120 с.
- 9 И.Х. Наназашвили. Строительные материалы, изделия и конструкции.- М.: Высшая школа, 1990.-188 с.
- 10 Ананьев А.И. В защиту отечественного строительства и промышленности теплоизоляционных материалов // Строительный эксперт, № 11, 11.12.2001.
- 11 Ахмятов Я.А., Бобров Б.С., Гезмерлинг Г.В., Эпельбаум М.Б. Обжиг вермикулита// М.: издательство литературы по строительству, 1972.
- 12 Бобров Ю.Л. Новые теплоизоляционные материалы в сельском строительстве. М.: строиздат, 1978.
- 13 Бобров Ю.Л., Гранев В.В., Эидукиявичус К.К., и др. Устройство для испытания образцов теплоизоляционных материалов на влагостойкость. Авторское свидетельство на изобретение № 1078303 – Б.И., 1984, № 9.
- 14 Горлов Ю.П., Меркин А.П., Устенко А.А. Технология теплоизоляционных материалов: учебник . – М.: стройиздат, 1990.
- 15 Горяйнов К.Э., Бобров Ю.Л. Способ определения долговечности теплоизоляционных строительных материалов. Авторские свидетельства на изобретение № 224870 – Б.И., 1968, № 26.
- 16 Горяйнов К.Э., Биевицкий Э.А., и др. Способ изготовления теплоизоляционных материалов. Авторские свидетельства на изобретение № 234926 – Б.И., 1969, № 4.
- 17 “ҚР-ғы еңбек туралы заң” 10.12.1999 жылдан № 493-І ҚР еңбек туралы заң ( ҚР заңдарына өзгертулер енгізілген 06.12.2001 жылдан № 260- ІІ; 25.09.2003 жылдан № 484- ІІ ).