ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

М. ӘУЕЗОВ атындағы ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН МЕМЛЕКЕТТІК УНИВЕРСИТЕТІ

«Силикаттар технологиялары және минералдар синтезі» кафедрасы

Айтөреев М.Ж.

Шымкент, 2011

ӘОК 666.04 : 691.002.5
ББК 38.3

Құрастырған: Айтөреев М.Ж. Бетон және темірбетон бұйымдарын жылуылғалдылық өңдеуге арналған қондырғылар. «Процесстер мен аппараттар – 2» пәні бойынша курстық жобалауды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар. –Шымкент: М.Әуезов атындағы ОҚМУ, 2011, 120б.

Әдістемелік нұсқаулар оқу жоспарының талаптарына және «Процесстер мен аппараттар – 2» пәнінің бағдарламасына сәйкес құрастырылған және курстық жобалауды орындауға қажетті барлық мәліметтерді құрайды.

Әдістемелік нұсқаулар 5В073000 – «Құрылыс материалдары, бұйымдары және конструкцияларын өндіру» мамандығы студенттеріне арналған

Әдістемелік нұсқауларда «Процесстер мен аппараттар – 2» пәні бойынша курстық жобалауды орындаудың әдістемесі баяндалған. Әр түрлі жылуылғалдылық қондырғылардағы ауыр және жеңіл бетондардан дайындалған бұйымдарды жылулық өңдеудің оңтайлы режимдерін қабылдау бойынша мәліметтер келтірілген. Жылуылғалдылық өңдеу қондырғыларының негізгі өлшемдерін, жылулық балансын, гидравликалық бу беру жүйесін есептеудің және жылутасымалдағыштың меншікті шығынын және жүйенің бас жағындағы қажетті қысымды анықтаудың әдістемелері келтірілген.

Рецензенттер: Таймасов Б.Т. – т.ғ.д., СТжМС кафедрасының профессоры
Копжасаров Б.Т. – т.ғ.к., ҚМБмКТ кафедрасының меңгерушісі
Бажиров Н.С. – т.ғ.д., профессор, ҒӨБ «ХТжТ» бас директоры

«Силикаттар технологиялары және минералдар синтезі» кафедрасы отырысында (хаттама №5, 22.12.2011ж.) және Химия-технологиялық факультетінің Әдістемелік комиссиясымен қарастырылған және баспадан шығаруға ұсынылған (хаттама №5, 16.01.2012ж.).

М.Әуезов атындағы ОҚМУ Оқу-әдістемелік кеңесімен баспадан шығаруға ұсынылған, хаттама №__, «___» _____201_ж.

© М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті

Шығаруға жауапты Айтөреев М.Ж.

Мазмұны

1 Алғы сөз..... 4
2 Курстық жобаны орындау әдістемесі..... 5
3 Курстық жобаның құрылымы..... 6
4 Түсіндірме жазбаның мазмұны..... 7
4.1 Титульды бет..... 7
4.2 Жоба тапсырмасы..... 7
4.3 Аннотация..... 7
4.4 Мазмұны..... 8
4.5 Нормативтік сілтемелер..... 8
4.6 Анықтамалар..... 8
4.7 Белгілер мен қысқартулар..... 8
4.8 Кіріспе..... 8
4.9 Негізгі бөлім..... 9
4.9.1 Әдебиеттік шолу және патенттік ізденіс..... 9
4.9.2 Жылуылғалдылық өңдеу тәсілін және қондырғының конструкциясын таңдауды негіздеу..... 9
4.9.3 Жылулық қондырғының конструкциясын және жұмыс істеуін сипаттау..... 10
4.9.4 Жылулық өңдеу режимін таңдау..... 11
4.9.5 Жылуылғалдылық өңдеу кезіндегі бұйымдарда өтетін физика-химиялық процесстер..... 14
4.9.6 Жұмыс камерасының негізгі өлшемдерін есептеу..... 14
4.9.7 Жылулық қондырғының қажетті санын есептеу..... 28
4.9.8 Жылулық балансты есептеу және будың меншікті шығынын анықтау..... 31
4.9.9 Жылулық қондырғының гидравликалық бу беру жүйесін есептеу..... 69
4.9.10 Бу қазандығын таңдау..... 99
4.9.11 Қауіпсіз жұмыс істету, еңбекті және қоршаған ортаны қорғау..... 99
4.10 Қорытынды..... 99
4.11 Пайдаланған әдебиеттер тізімі..... 99
4.12 Қосымшалар..... 99
4.13 Графикалық бөлім..... 100
5. Курстық жобаны рәсімдеу..... 100
6. Әдебиет..... 103
7. Қосымшалар..... 104

1 Алғы сөз

Бетон және темірбетон бұйымдарын жылуылғалдылық өңдеуге арналған қондырғыларды жобалау бойынша орындалатын курстық жоба, 5В073000 – «Құрылыс материалдары, бұйымдары және конструкцияларын өндіру» мамандығы студенттерінің «Процесстер мен аппараттар – 2» пәнінен алған білімдері негізінде жылулық қондырғылардың конструкциясын жобалай білудегі біліктілігін қалыптастыру үшін жүргізіледі.

Курстық жобалаудың мақсаты – құрылыс материалдары және бұйымдары өндірістеріндегі конструкциялаудың негізгі әдістеріне, технологиялық, жылулық және аэродинамикалық есептеулерге, қондырғыларды жұмыс істетуге, олардың жұмыс істеуін бақылауға және техника-экономикалық көрсеткіштерін анықтауға байланысты сұрақтарды кешенді түрде шешу болып табылады.

Курстық жобалауды орындау кезінде студент жылулық қондырғыларды өз бетінше жобалаудың практикалық біліктілігін қалыптастырады, пәннің теориялық бөлімдерін оқу кезіндегі алған білімдерін тереңдетеді және арттырады.

Жобаны орындау барысында студент қосымша арнайы мамандықты дайындау бағытының саласы бойынша әдебиет көздерін оқып, бетон және темірбетон бұйымдарын шығаратын өндірістердегі типтік жылулық қондырғылардың жұмысымен танысады. Курстық жобалауды толықтай орындау үшін студенттер нормативтік және техникалық құжаттармен, күнделікті және анықтамалық әдебиеттермен, типтік және жеке түрдегі жобалармен жұмыс істеуді үйренеді.

Жобалау кезіндегі қабылданатын конструкциялық шешімдер және жылулық өңдеу режимдері, студенттердің құрылыс материалдары, бұйымдары және конструкциялары зауыттарындағы негізгі технологиялық процесстер мен оларды жылулық өңдеу кезінде өндірістік параметрлер бойынша білімдеріне негізделуі қажет.

Жобаға өндірістердегі кездесетін нақты көрсеткіштерді ендіру, өндірістердегі жұмыс істеп тұрған жылулық қондырғыларға, олардың жұмыс істеу режимдеріне сын көзбен қарауға және олардың конструкциясын немесе жұмыс істеуін жақсарту бойынша ұсыныстар жасауға мүмкіндік береді. Мұндай шаралар орындалатын жобаны нақты өндірістік жағдайға жақындатады.

Курстық жобалауды орындау – берілген пән бойынша студенттің өзіндік жеке жұмысы болып табылады.

Студент орындалған курстық жобаның авторы ретінде, барлық қабылданған техникалық шешімдерге, жылулық өңдеудің белгіленген режимдеріне және жүргізілген технологиялық және жылутехникалық есептеулерге толықтай жауапкершілік міндетте болады.

2 Курстық жобаны орындау әдістемесі

Курстық жобаны орындауға қажетті уақытты ұтымды пайдалану үшін алдын-ала жобаның көлемін, түсіндірме жазбаны және графикалық бөлімді орындауға қойылатын талаптарды, тапсырманы орындау мерзіміне сәйкес жұмыс уақытының тәртібін белгілеп алу қажет.

Жұмыстың бастапқы сатысы жобаны орындауға мұқият дайындық болып табылады және келесілерден құралады:

− берілген материалдарды немесе бұйымдарды жылулық өңдеу үшін қолданылатын барлық жылулық қондырғылар түрлері бойынша әдебиет көздерімен танысу;

− технологиялық процесспен анықталатын жылулық қондырғыларға қойылатын талаптарды анықтау;

− өндірістерде жұмыс істеп тұрған типтік жылулық қондырғылардың жұмысымен танысу;

− қондырғының конструкциясын альбомдар, атластар, зауыттық сызбалар, жобалау мекемелерінің жұмыс сызбалары көмегімен танысу;

− қондырғының, оның кейбір бөліктері мен детальдарының эскизін жасау.

Жобалау кезінде есептеу және графикалық бөлімдері жобаны орындау барысында қатар орындауын ескеру қажет. Қондырғының кейбір бөлімдерінің эскизін сызбай есептеуді толық жүргізу мүмкін емес, сондай-ақ негізгі технологиялық және жылутехникалық есептеулерді жүргізбей графикалық бөлімді толық орындау мүмкін емес. Олардың бір-біріне байланыстылығын есептеудің және графикалық бөлімді рәсімдеудің тәртібі мен кезеңі анықтайды.

Жылулық қондырғының негізгі өлшемдері және таңдалып алынған конструкциялық түрі курстық жобалаудың бастапқы сатыларының бірі болғандықтан, студент қондырғының таңдалып алынған конструкциялық түрін және оның геометриялық өлшемдерін жоба жетекшісіне кеңес алудың бастапқы кезеңдерінде көрсетуге міндетті.

Жобалаудың бастапқы кезінде есептеуді орындаумен көп уақытты шығындамай, қондырғының конструкциясын сызуға көп уақытты бөлу үшін, жобалаудың ең қиын және көлемді бөлігі болып табылатын – сызба бөлімін орындауды тезірек бастау қажет.

Қондырғының жылутехникалық есептеулері тек сызбалар және эскиздер көмегімен орындау мүмкін болғандықтан, ең алдымен қондырғы бөліктерінің жинақталу және аэродинамикалық схемаларын орындау және оны жоба жетекшісімен келісу қажет. Содан соң, студент жобаның графикалық бөлімін орындауға негіз болып табылатын жылулық есептеулерді орындауға кіріседі.

Жобалау кезінде туындайтын нақты ұсыныстарды, кеңес беру сабағына тиянақты түрде қатысып, курстық жобаны орындау кестесіне сәйкес жұмыстың орындалған бөлімдерін және оның көлемдерін жүйелі түрде жоба жетекшісіне тексерту және белгілету барысында алу қажет. Кеңес беру сабағына жүйелі түрде қатыспай, студентпен әкелінген дайын түрдегі жоба қорғауға жіберілмейді.

3 Курстық жобаның құрылымы

Курстық жобаның құрылымы А4 формат парағында орындаған көлемі 25...35 беттен тұратын түсіндірме жазбадан және А1 форматы парағында орындалған 1…2 беттен тұратын графикалық бөлімнен құралады.

Жобаның графикалық бөлімі қондырғы конструкциясының үш көріністегі жоспары және кескіндерінен тұрады. Сонымен қатар, қосымша қондырғының конструкциясын және жұмыс істеу процесін сипаттауды толықтыратын кейбір детальдары және тетіктері, қондырғыға бу беру және конденсатты шығару жүйелерінің схемалары орындалуы мүмкін.

Түсіндірме жазба және графикалық бөлім құрылымы төменде келтірілген бөлімдерден және шамамен көрсетілген парақ беті көлемінен тұрады:

1	Титульды бет		1
2	Жоба тапсырмасы		1...2
3	Аннотация		1…2
4	Мазмұны		1…2
5	Нормативтік сілтемелер		1...2
6	Анықтамалар		1…2
7	Белгілер мен қысқартулар		1…2
8	Кіріспе		1…3
9	Негізгі бөлім		
	9.1	Әдебиеттік шолу және патенттік ізденіс	3…6
	9.2	Жылуылғалдылық өңдеу тәсілін және қондырғының конструкциясын таңдауды негіздеу	2…4
	9.3	Жылулық қондырғының конструкциясын және жұмыс істеуін сипаттау	2…5
	9.4	Жылулық өңдеу режимін таңдау	1…3
	9.5	Жылуылғалдылық өңдеу кезіндегі бұйымдарда өтетін физика-химиялық процесстер	2…4
	9.6	Жұмыс камерасының негізгі өлшемдерін есептеу	2...3
	9.7	Жылулық қондырғының қажетті санын есептеу	1...3
	9.8	Жылулық балансты есептеу және будың меншікті шығынын анықтау	5…10
	9.9	Жылулық қондырғының гидравликалық бу беру жүйесін есептеу	3…8
	9.10	Бу қазандығын таңдау	1…2
10	Қауіпсіз жұмыс істету, еңбекті және қоршаған ортаны қорғау		2…4
11	Қорытынды		1…2
12	Пайдаланған әдебиеттер тізімі		1…2
13	Қосымшалар		1…5
14	Графикалық бөлім		
	14.1	Жылулық қондырғы конструкциясының үш көрінісі, кескіндері, детальдары, схемалары	1…2

4 Түсіндірме жазбаның мазмұны

4.1 Титульды бет

Титульды бет А4 формат парағында орындалады. Титульды беттің толтырылуы А қосымшасына сәйкес орындалады.

4.2 Жоба тапсырмасы

Оқылатын пән бойынша курстық жобаның тапсырмасы, курстық жоба жетекшісімен студенттерге оқу процесінің графигіне сәйкес сабақ басталған уақыттан бастап бірінші аптадан кешіктірілмей беріледі. Жоба тапсырмасы кафедра меңгерушісімен бекітіледі.

Курстық жобаны орындау тапсырмасында пәннің аты; студенттің аты-жөні; академиялық тобы; жылулық өңделетін материал немесе бұйымның және жылулық қондырғының түрі келтірілген жоба тақырыбы; өндірістің жылдық өнімділігі; материал немесе бұйымның ассортименті бойынша қосымша берілгендер (пішіні, өлшемдері, салмағы және т.б) жазылады.

Курстық жобаның тақырыбы, оқу жоспарының кезеңіне сәйкес оқытылатын берілген пәннің жалғасы және толық меңгеру қажетті материал болып табылады. Жоба тақырыбы ретінде, бетон және темірбетон бұйымдарын жылуылғалдылық өңдеуге арналған әртүрлі қондырғылардың; цемент, гипс, әктас, магнезиялық байланыстырғыштарды және керамикалық бұйымдарды күйдіру пештерінің; құрылыс материалдары және бұйымдарын кептіру қондырғыларының; сондай-ақ басқа да құрылыс материалдары өнеркәсіптерінде қолданылатын қондырғылардың конструкциясын жобалау ұсынылуы мүмкін. Курстық жобаның тақырыбы студенттің болашақ дипломдық жобасының тақырыбымен сәйкестендірілуі мүмкін.

Курстық жоба тапсырмасында жоба барысында орындалатын жобаның түсіндірме жазбасы құрылымының тізімі және көлемі (парақ беттерінің саны), графикалық бөлім бойынша мәліметтер (сызба парақтарының өлшемі және саны) және олардың орындалу мерзімі кесте түрінде беріледі. Студент жобаның әр бөлімін қажетті көлемде және кестегі сәйкес мерзімде орындауға міндетті.

Сонымен қатар, курстық жобалауды орындау кезінде пайдаланатын негізгі әдебиет көздерінің тізімі, тапсырманың берілген және жобаны қорғау күндері, жоба жетекшісінің аты-жөні келтіріледі.

Тапсырма соңында курстық жобаны орындауға тапсырманы өз уақытында алғанын растайтын студенттің қолы және күні белгіленеді (Қосымша Б).

4.3 Аннотация

Аннотацияда жылулық қондырғыны конструкциясын жобалауды орындау кезіндегі жүргізілген жұмыстардың қысқаша тізімі келтіріледі. Бұл бөлімде жобаланатын жылулық қондырғы конструкциясының ерекшеліктері, қондырғы

конструкциясының кейбір элементтері және тетіктері бойынша қабылданған жаңа шешімдер келтіріледі. Курстық жобалау тапсырмасына сәйкес қажетті сапалық көрсеткіштерге ие болатын бұйым түрін өндірудегі таңдалып алынған жылулық өңдеу тәсілінің ерекшеліктері келтіріледі.

Аннотацияның соңғы жағында мына мәліметтер болуы қажет:

− түсініктемелік жазба бойынша беттер көлемі, кестелер және суреттер саны, әдебиет көздерінің тізімі;

− графикалық бөлімі бойынша сызба беттерінің саны, олардың олардың аталуы келтіріледі.

Аннотация жобалау жұмыстары аяқталған кезде орындалады және түсініктемелік жазбаның құрылымына жоба тапсырмасынан кейін қойылады.

4.4 Мазмұны

Жоба мазмұнында түсіндірме жазба құрылымына сәйкес барлық бөлімдердің (графикалық бөлімнен басқа) реттік саны мен атаулары және олардың жазбадағы орналасу бетінің нөмірі келтіріледі.

4.5 Нормативтік сілтемелер

Курстық жобаны орындау барысында әртүрлі нормативтік құжаттар қолданылуы мүмкін: техникалық регламенттер; Қазақстан Республикасының мемлекеттік стандарттары; мемлекетаралық стандарттар; халықаралық стандарттар, М.Әуезов атындағы ОҚМУ стандарттары, құжаттамалы үрдістері, әдісмелік нұсқаулары және т.б.

Нормативтік сілтемелер тізімі, олардың белгіленген тіркеу нөмірлерінің ретіне сәйкес жазылады.

4.6 Анықтамалар

Курстық жобаның түсіндірме жазбасын рәсімдеу барысында келтірілген кейбір терминдерді нақтылау мақсатында оларға анықтамалар келтіріледі.

4.7 Белгілер мен қысқартулар

Курстық жобаның түсіндірме жазбасын рәсімдеу барысында келтірілген жалпы қабылданған кейбір белгілер мен қысқартуларды түсіндіру мақсатында олардың толық атаулары келтіріледі.

4.8 Кіріспе

Кіріспеде бетон және темірбетон бұйымдары және құрылыс конструкциясы өндірісі туралы жалпы мәліметтер келтіріледі, оның қысқаша даму тарихы баяндалады.

Өндірістің қазіргі даму кезеңіндегі құрылыс материалдары өнеркәсіптеріне қойылатын алдыңғы қатарлы мәселелерді; құрылыс материалдары, бұйымдары және конструкциялары өндірістері технологияларын жетілдіру және автоматтандыру, өнеркәсіптің экономикасы және инновациялық индустрияландыру мәселелері бойынша Қазақстан Республикасының Елбасы және Үкіметінің шешімдерін, қабылданған маңызды Мемлекеттік бағдарламаларды; осы сала бойынша ғылым және техниканың соңғы жетістіктерін, жобада қарастырылатын өндірістердегі нақты кездесетін мәселелерді оңтайлы шешу жолдарын айқындап баяндау қажет.

Жобада көзделген шығарылатын өнімге байланысты жылуылғалдылық өңдеудің мақсатқа лайықтылығын және маңыздылығын жазып көрсету қажет.

4.9 Негізгі бөлім

4.9.1 Әдебиеттік шолу және патенттік ізденіс

Жобаның бұл бөлімінде құрылыс материалдары, бұйымдары және конструкцияларын өндіру технологиялары саласындағы шығарылған әдебиет көздері және жасалынған патенттік объектілер бойынша шолу (аналитикалық зерттеулер) жүргізіледі, атап айтқанда, жылулық өңдеудің жаңа тиімді тәсілдері, жылулық қондырғылардың конструкциялық элементтері және т.б.

Әдебиеттік шолу және патенттік ізденіс жоба тақырыбына сәйкес, осы типті жылулық агрегаттарды жобалау бойынша жүргізілген бұрынғы жұмыстарды қайталамау және жұмыс істеп тұрған жылулық қондырғылармен салыстырғанда жақсы технологиялық және жылутехникалық көрсеткіштерімен сипатталатын, жобаланатын агрегат ретінде жаңа нысанды құру мақсатымен, құрылыс материалдары өнеркәсіптерінде соңғы жылдары ендірілген жаңа заманауи техникалық жаңалықтарды меңгеру үшін жүргізіледі.

Әдебиеттік шолу және патенттік ізденісті жүргізу кезінде келесі ақпарат көздерін қолдану қажет: республикалық және шетел ғылыми журналдар, рефективтік журналдар, шет елдердің және ҚР патенттері, алдын-ала патент және инновациялық патенттерінің бюллетендері, интернет жүйесінің веб-сайттары және т.б.

Жүргізілген аналитикалық зерттеулердің нәтижесінде қабылданған техникалық жаңалықтар бойынша қысқаша қорытынды жасалынады.

4.9.2 Жылуылғалдылық өңдеу тәсілін және қондырғының конструкциясын таңдауды негіздеу

Бұйымдарды жылуылғалдылық өңдеу тәсілін таңдауды негіздеуде жобада бойынша өндірілуі қарастырылған бұйымды жылуылғалдылық өңдеудің жаңа заманауи бір тәсілінің мақсатқа лайықты екенін дәлелдеп баяндау қажет (булы-ауа ортада булау, таза қаныққан булы ортада булау, қалып қабырғасы арқылы

қыздыру, атмосфералық немесе жоғары қысымды ортада булау және т.б.). Таңдалған тәсілдің мақсатқа лайықтылығы экономикалық салыстырмалы шарттары, жылулық агрегаттың конструкциялық ерекшелігімен, жұмыс істеу ерекшелігімен, жылулық қондырғыны құрастыру және қайта жөндеу мүмкіндігімен немесе басқада салыстырмалы шарттармен дәлелденеді.

Жылулық қондырғыны таңдауды негіздеуде сондай технологиялық процесті жүргізуге арналған қолданыстағы қондырғылар туралы қысқаша мәліметтер келтіріледі. Жобада қабылданатын агрегатты зауыттарда қолданылатын қондырғылармен салыстыра отырып, оның ерекшелігі және кемшілігі айтылады, қабылданған агрегаттың нақты зауыттық жағдайдағы жұмыс істеп тұрған қондырғымен салыстырғандағы артықшылығы дәлелденеді.

Жүргізілген салыстырмалы талдаулар негізінде жылулық өңдеудің ең ұтымды тәсілі және нормативтік жылутехникалық және техника-экономикалық көрсеткіштерді (жылутасымалдағыш шығыны, механикаландыру және автоматтандыру дәрежесі, жылулық режимді реттеу және бақылау мүмкіндігі, жұмыс істеудегі санитарлы-гигиеналық жағдайлар және т.б.) ескере отырып тиімді қондырғы түрі таңдалып алынады.

4.9.3 Жылулық қондырғының конструкциясын және жұмыс істеуін сипаттау

Бұл бөлімде нақты техникалық көрсеткіштерімен және геометриялық өлшемдерімен бірге жобаланатын қондырғының сипаттамасы келтіріледі. Әдебиеттік шолу және патенттік ізденіс нәтижесінде жобада қабылданған жаңа конструктивті шешімдер қамтылады және оның негізделуі келтіріледі. Қондырғыға бұйымды кіргізу және шығару тәсілдері туралы мәліметтер беріледі.

Қондырғыны іске қосу және қондырғымен жұмыс істеудегі жұмыс орны көрсетілумен бірге қажетті жылулық режимді сақтау бойынша сұрақтар мұқият сипатталады. Жылутасымалдағышты беру және сыртқа шығарудың қабылданған тәсілдері көрсетіледі.

Сипаттау кезінде бұйымдарды кіргізудегі қиындық тудыратын процестерді, қажет болған жағдайда материал немесе бұйымды жұмыс камерасында жылжыту және шығаруды кешенді механикаландырудың және автоматтандырудың дәрежесіне ерекше көңіл бөлу қажет.

Қондырғыны сипаттауды, алдын-ала сәйкес қималарды, кескіндерді, детальдауды орындау арқылы барлық негізгі бөліктері толықтай көрінетіндей етіп орындалған жобаның графикалық бөлімін жинақтауды жүргізгеннен кейін сызбаларға сілтеме жасай отырып жасаған дұрыс.

Қондырғының технологиялық және жылулық аймақтары, жұмыс камерасындағы жылуалмасу ерекшеліктерінің сипаттамасы келтіріледі, қондырғының конструкциялық және жылуоқшаулықты элементтеріне толықтай сипаттама беріледі.

4.9.4 Жылулық өңдеу режимін таңдау

Жылулық өңдеу режимі деп – бетон және темірбетон бұйымдарын жылуылғалдылық өңдеудің оңтайлы жағдайын қамтамасыз ететін жылутехникалық параметрлердің (жылутасымалдағыш температурасы, жылуылғалдылық өңдеу уақытының ұзақтығы, бұйымның қыздырылу температурасы және уақыты, т.б.) жиынтығын айтады.

Жылулық өңдеу режимі қондырғылардың жұмыс істеу режиміне сәйкес бірнеше сатылардан тұрады.

Әр сатының ұзақтығы бетон қоспасының жылуөткізгіштігіне, тығыздығына және тиімді толтырылуына, толтырғыш түріне, дайын өнімнің қажетті беріктігіне, бұйымның қалыңдығына, тұтастырғыш материалдар түріне, қыздыру тәсіліне, бұйымның құрамына, қондырғы конструкциясына және т.б. байланысты болады.

Жылуылғалдылық өңдеу портландцемент және шлакпортландцемент негізіндегі дайындалған бұйымдар үшін тиімді болып саналады. Пуццоланды портландцементтер түрінен дайындалған бұйымдарды жылуылғалдылық өңдеуде, су және тұзға жоғары төзімділік қасиетімен ерекшеленетін арнайы бұйымдарды қолдану қажет.

Егер бетон қоспасын дайындауда тұтастырғыш материал ретінде М400 маркалы портландцемент немесе пуццоланды шлакпортландцемент және басқада төмен маркалы цементтерді қолданса, онда изотермиялық ұстап тұру температурасын ашық қалыптағы бұйымдар үшін 90-100 ^{o}C, ал жабық қалыптағы бұйымдар үшін 100-110 ^{o}C аралығында қабылданады. Егер бетон қоспасын дайындауда тұтастырғыш материал ретінде М400 жоғары маркалы портландцемент қолданса, онда изотермиялық ұстап тұру температурасын 80-90 ^{o}C аралығында қабылданады.

Пластифицирленген және гидрофобты цементтер негізіндегі бұйымдарды жылулық өңдеу кезінде, алдын-ала ұзақ уақыт ұстап тұруды немесе температураны төмен жылдамдықпен көтеруді қарастыратын арнайы режимді қолданады. Глиноземді цементтер негізіндегі бұйымдарды жылулық өңдеу жүргізілмейді. Оларды тек 40-60 ^{o}C аралығында қыздыруға болады.

Су-цемент қатынасы төмен бетондар салыстырмалы жоғары температура кезінде қыздырылады. Бұл жылулық өңдеу уақытын қысқартуға және жылу шығынын төмендетуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар су-цемент қатынасы төмен бетондар өте тұтқыр және қиын қалыптанады, сондықтан бетон қоспасының құрамын жылулық өңдеу режиміне сәйкес қабылдайды.

Жылулық өңдеу режимі сатыларының оңтайлы уақытын әдебиет көздерінен, ғылыми-зерттеу және жобалау мекемелеріндегі тәжірибелер нәтижесінде анықталған шамаларға, бетон және темірбетон бұйымдарын өндіретін зауыттардағы қабылданған нақты мәндерге сәйкес қабылдайды (Қосымшалар В, Г, Д, Е, Ж, З, И, К, Л, М, Н).

Жылулық қондырғының жұмыс істеу режиміне сәйкес, жылулық өңдеудің оңтайлы режимін таңдау әдістемесі төменде келтірілген.

Үздіксіз жұмыс істейтін қондырғылар

Үздіксіз жұмыс істейтін жылулық қондырғыдағы жылулық өңдеу режимінің жалпы уақыты келесі сатылардан тұрады:

- бұйымдарды қажетті температураға дейін қыздыру;
- қажетті температура кезінде изотермиялық ұстап тұру;
- бұйымдарды суыту.

Үздіксіз жұмыс істейтін жылулық қондырғылардың жылулық өңдеу режимі келесі формула бойынша анықталады:

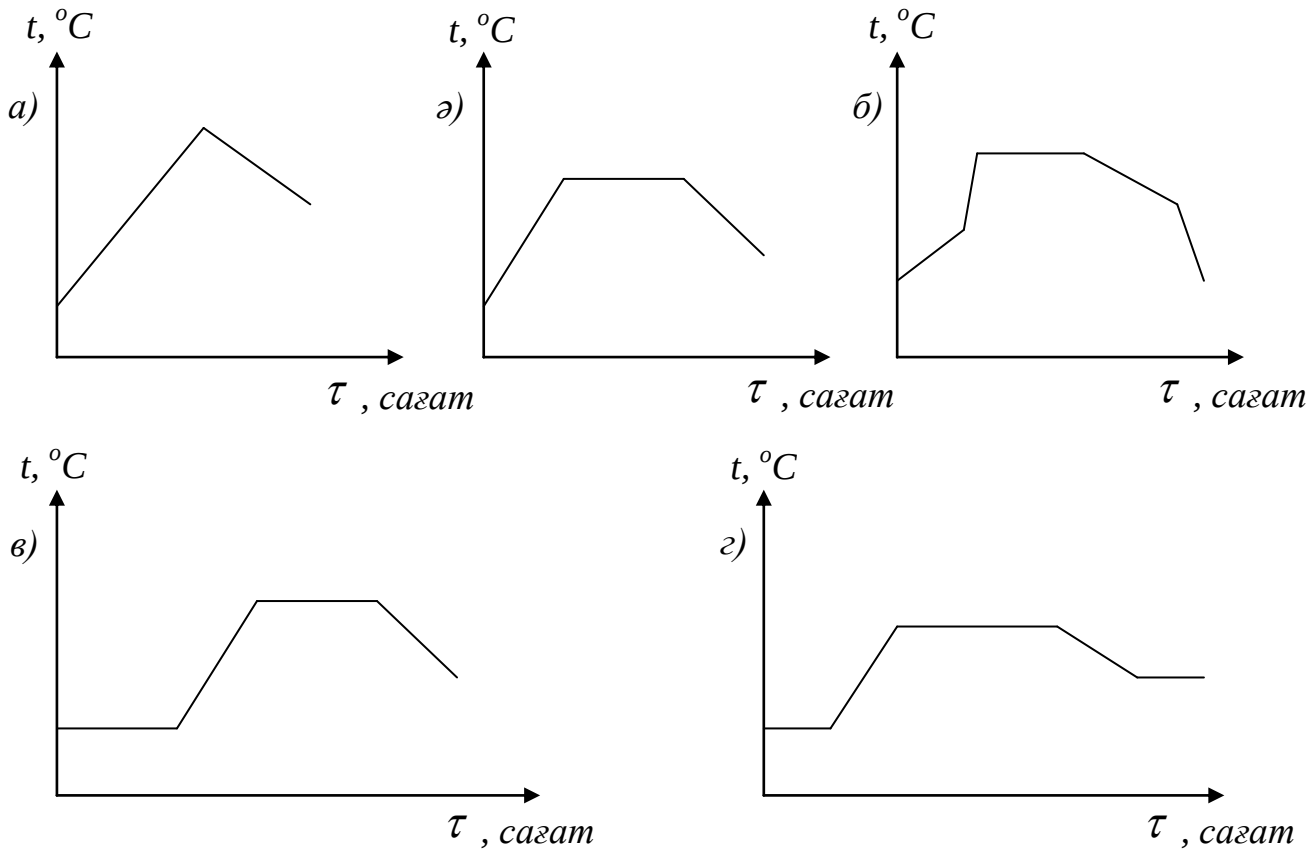
$$\tau_{ж.ө.} = \tau_{қыз} + \tau_{из} + \tau_{суыт}, \ сағат$$

мұнда: $\tau_{қыз}$ – қыздыру уақыты, *сағат*

$\tau_{из}$ – изотермиялық ұстап тұру уақыты, *сағат*

$\tau_{суыт}$ – суыту уақыты, *сағат*

Қабылданған жылулық өңдеу режимі бойынша барлық сатылардың өту мерзімі 1-суретке сәйкес белгіленіп, график түрінде көрсетіледі.



а) изотермиялық ұстап тұру сатысы қарастырылмаған;
ә) изотермиялық ұстап тұру сатысы қарастырылған;
б) қыздыру және суыту сатыларының өту жылдамдығы өзгермелі;
в) камерада бұйымдарды қыздыру алдын-ала ұстап тұрумен жүргізіледі;
г) қыздыру және суытуды сатылы түрде жүргізу қарастырылған.

Сурет 1. Жылулық өңдеу режимінің графигі.

Үздікті жұмыс істейтін қондырғылар

Үздікті жұмыс істейтін қондырғылар үшін жылулық өңдеу режимі белгілі бір уақытта қайталанатын жұмыс істеу циклынан тұрады.

Жұмыс істеу циклы деп – жұмыс камерасын бұйымдарды кіргізуге дайындаудан бастап, дайын өнімді сыртқа шығаруға дейінгі уақыт аралығын айтады. Жұмыс істеу циклының ұзақтығы, жылулық қондырғының берілген жылдық дайын өнім мөлшері бойынша жұмыс камерасының өлшемдерін анықтауға мүмкіндік береді.

Толықтай өтетін бір цикл уақыты мына сатылардан тұрады:

- бұйымдарды камераға кіргізу;
- жылулық өңдеу алдында ұстап тұру;
- бұйымдарды қажетті температураға дейін қыздыру;
- қажетті температура кезінде изотермиялық ұстап тұру;
- бұйымдарды суыту;
- дайын өнімді камерадан шығару.

Қабылданған жылулық өңдеу режимі бойынша барлық сатылардың өту мерзімі 1-суретке сәйкес белгіленіп, график түрінде көрсетіледі.

Жылулық өңдеу сатылардың өтуі, яғни, қондырғының жұмыс істеуінің жалпы бір циклы ($\tau_ц$) бұйымдарды камераға кіргізу тәсіліне және қондырғының жұмыс істеу принципі ерекшелігіне байланысты қабылданады.

Шұңқырлы булау камерасы

$$\tau_ц = \tau_{кір} + \tau_{қыз} + \tau_{из} + \tau_{суыт} + \tau_{шығ},\ сағат$$

мұнда: $\tau_{кір}$ – бұйымдарды камераға кіргізу уақыты, (1,0 ÷ 2,0) *сағат*

$\tau_{қыз}$ – қыздыру уақыты, *сағат*

$\tau_{из}$ – изотермиялық ұстап тұру уақыты, *сағат*

$\tau_{суыт}$ – суыту уақыты, *сағат*

$\tau_{шығ}$ – бұйымдарды камерадан шығару уақыты, (1,0 ÷ 2,0) *сағат*

Туннельді булау камерасы

$$\tau_ц = \tau_{кір} + \tau_{қыз} + \tau_{из} + \tau_{суыт} + \tau_{шығ},\ сағат$$

мұнда: $\tau_{кір}$ – бұйымдарды камераға кіргізу уақыты, (0,3 ÷ 0,5) *сағат*

$\tau_{шығ}$ – бұйымдарды камерадан шығару уақыты, (0,3 ÷ 0,5) *сағат*

Кассетті қондырғы

$$\tau_ц = \tau_{тех} + \tau_{қыз} + \tau_{из} + \tau_{суыт} + \tau_{қос},\ сағат$$

мұнда: $\tau_{тех}$ – қалыптарды жинау, бұйымдарды қалыптау, қалыпты ажырату, тазалау және т.б. технологиялық жұмыстарға шығындалатын уақыт, (3,0 ÷ 5,0) *сағат*

$\tau_{қос}$ – қосымша технологиялық жұмыстар уақыты, (0,5 ÷ 1,0) *сағат*

Термоформа қондырғысы

$$\tau_{ц} = \tau_{тех} + \tau_{қыз} + \tau_{из} + \tau_{суыт}, \ сағат$$

мұнда: $\tau_{тех}$ – қалыптарды жинау, бұйымдарды қалыптау, қалыпты ажырату, тазалау және т.б. технологиялық жұмыстарға шығындалатын уақыт, (1,0 ÷ 2,5) *сағат*

Автоклав қондырғысы

$$\tau_{ц} = \tau_{қыз} + \tau_{из} + \tau_{суыт} + \tau_{тех}, \ сағат$$

мұнда: $\tau_{тех}$ – техникалық қосымша жұмыстарға шығындалатын уақыт, *сағат*

– қақпақты ашып-жабу кететін уақыт (цилиндрлі және туннельді автоклавтарға 0,3÷0,4; шұңқырлы автоклавтарға 0,8÷1,0);

– бұйымды кіргізіп-шығару уақыты (цилиндрлі автоклавтарға 0,5; туннельді автоклавтарға 1,3; шұңқырлы автоклавтарға 2,0÷4,0);

– қақпақты ашқаннан кейін камераның суытылу уақыты 0,5;

4.9.5 Жылуылғалдылық өңдеу кезіндегі бұйымдарда өтетін физика-химиялық процесстер

Бұл бөлімде бетон және темірбетон бұйымдарын берілген жылулық режимде жылуылғалдылық өңдеу кезінде өтетін физика-химиялық процестер туралы мәліметтер келтіріледі. Материалда өтетін кинетикалық процесстерге температуралық және уақытша факторлардың әсерін көрсету қажет. Материалдың құрылымдық сипатының өзгеруіне әкеліп, нәтижесінде бұйым сапасының физикалық, химиялық және механикалық көрсеткіштерін өзгертетін физика-химиялық реакцияларды жылдамдатуға қалай қол жетуге болатыны жазып көрсетіледі. Өтетін процесстерді жетілдірудің мүмкіндік жолдары белгіленеді. Курстық жобаның бұл бөлімі сипаттап жазу, ғылыми баспаларда келтірілген ғылыми жұмыстарды және өндірістік тәжірибелерді зерделеуге және танып білуге негізделу қажет.

4.9.6 Жұмыс камерасының негізгі өлшемдерін есептеу

Үздіксіз жұмыс істейтін қондырғылар

Үздіксіз режимде жұмыс істейтін жылулық қондырғылардың жұмыс камерасының өлшемдері олардың өнімділіктеріне, жылулық өңдеу режиміне және бұйымдардың өлшеміне байланысты болады.

Дайын өнім бойынша қондырғының жобалық сағаттық өнімділігі мына формула бойынша анықталады:

$$D_{сағ} = \frac{V_{жоба}}{24 \cdot V_{бұй} \cdot \tau_{жыл} \cdot \eta_{қол} \cdot \eta_{тол}} \ , \ \ дана/сағат$$

мұнда: $V_{жоба}$ – қондырғының жылдық жобалық өнімділігі, $м^3/жыл$

$V_{бұй}$ – бір бұйымның көлемі, $м^3$

$\tau_{жыл}$ – қондырғының бір жылдағы жұмыс істеу уақыты, (262 *тәулік*)

$\eta_{қол}$ – қондырғының пайдалы қолдану коэффициенті, $\eta_{қол} = \frac{\tau_{жыл} - \tau_{жос}}{\tau_{жыл}}$

$\tau_{жос}$ – өндірістегі қондырғыны жоспарлы жөндеуге шығындалатын уақыт мерзімі, (13 *тәулік*)

$\eta_{тол}$ – қондырғының жұмыс камерасының толтырылу коэффициенті. Жұмыс камерасының 1 $м^3$ ауданына толтырылатын бұйымдардың саны, бұйымның көлеміне сәйкес 0,2÷0,4 аралығында қабылданады.

Туннельді булау камерасы

Камераның берілген өнімділікке сәйкес жалпы ұзындығы мына формула бойынша анықталады:

$$L_{кам} = \frac{1{,}05 \cdot D_{сағ} \cdot \tau_{ж.ө.} \cdot \ell_{қ}}{n} + 2 \cdot \ell_{қос} \ , \ м$$

мұнда: $\ell_{қ}$ – бұйымның пішініне сәйкес қалып ұзындығы, *м*

$\ell_{қ} = \ell_{бұй} + (0{,}2 \div 0{,}3)$, *м*

$\ell_{бұй}$ – бір бұйымның ұзындығы, *м*

n – камераның биіктігі бойынша қабаттар саны, саңлаулы туннельді камера үшін $n = 1$, көп қабатты туннельді камера үшін $n = 2 \div 6$

$\ell_{қос}$ – камераның екі жағындағы перделер мен қалыптардың аралығы (0,2 ÷ 0,5*м*);

Қондырғы тиімді ұзындығы типтік туннельді булау камерасының өлшеміне ($L_{кам} \le L_{тип}$=70...30м) сәйкес қабылданады, яғни $L_{кам} \le L_{тип}$

Егер қондырғының ұзындығы типтік қондырғыдан үлкен болған жағдайда, көп қабатты қондырғыдағы қабаттар саны арттырылады немесе қондырғының қажетті санын ұлғайтады.

Қондырғының қажетті саны мына формула бойынша анықталады:

$$T_{қон} = \frac{L_{кам}}{L_{тип}} \ , \ дана$$

Қондырғының қажетті саны бүтін санға дейін ұлғайтылып алынады.

Типтік туннельді булау камерасының өлшеміне сәйкес, дайын өнім бойынша бір қондырғының жобалық сағаттық өнімділігі мына формула бойынша қайта анықталады:

$$D_{қон} = \frac{D_{сағ}}{T_{қон}} \ , \ \ дана/сағат$$

Анықталған өнімділікке сәйкес туннельді камераның ұзындығы қайта есептеледі:

$$L_{кам} = \frac{1{,}05 \cdot D_{қон} \cdot \tau_{ж.ө.} \cdot \ell_{қ}}{n} + 2 \cdot \ell_{қос} \ , \ м$$

Туннельді камераның тиімді ұзындығы анықталғаннан кейін камера ұзындығы бойынша әр бөлімнің ұзындығы анықталады.

Қыздыру бөлімінің ұзындығы мына формула бойынша анықталады:

$$L_{қыз} = \frac{1{,}05 \cdot D_{қон} \cdot \tau_{қыз} \cdot \ell_{қ}}{n} + \ell_{қос} \ , \ м$$

мұнда: $\tau_{қыз}$ – қыздыру уақыты, *сағат*

Изотермиялық ұстап тұру бөлімінің ұзындығы мына формула бойынша анықталады:

$$L_{из} = \frac{1{,}05 \cdot D_{қон} \cdot \tau_{из} \cdot \ell_{қ}}{n} \ , \ м$$

мұнда: $\tau_{из}$ – изотермиялық ұстап тұру уақыты, *сағат*

Суыту бөлімінің ұзындығы мына формула бойынша анықталады:

$$L_{суыт} = \frac{1{,}05 \cdot D_{қон} \cdot \tau_{суыт} \cdot \ell_{қ}}{n} + \ell_{қос} \ , \ м$$

мұнда: $\tau_{суыт}$ – суыту уақыты, *сағат*

Қыздыру, изотермиялық ұстап тұру және суыту бөлімдері ұзындықтарының қосындысы камераның жалпы ұзындығына сәйкес болуы тиіс.

$$L_{кам} = L_{қыз} + L_{из} + L_{суыт}$$

Камераның ені мына формула бойынша анықталады:

$$B_{кам} = в_{қ} + 2 \cdot в_{қос} \ , \ м$$

мұнда: $в_{қ}$ – бұйымның пішініне сәйкес қалып (вагонетка) ені,

$$в_{қ} = в_{бұй} + (0{,}2 \div 0{,}3) \ , м$$

$в_{бұй}$ – бір бұйымның (вагонетканың) ені, *м*

$в_{қос}$ – камерадағы вагонетка мен камера ішкі бет қабырғасы аралығы, (0,15 ÷ 0,25*м*)

Камераның биіктігі мына формула бойынша анықталады:

$$H_{кам} = (h_{ваг} + h_{қ}) \cdot n + h_1 + h_2 + h_3 \cdot (n-1) \ , \ м$$

мұнда: $h_{ваг}$ – вагонетканың биіктігі, (0,25 ÷ 0,32*м*)

$h_{қ}$ – бұйымның пішініне сәйкес қалып биіктігі, $h_{қ} = h_{бұй} + (0{,}2 \div 0{,}3)$, *м*

$h_{бұй}$ – бір бұйымның биіктігі, *м*

n – камераның биіктігі бойынша қабаттар саны, *дана*

h_1 – камера едені мен рельс бетінің аралығы, (0,1 ÷ 0,3*м*)

h_2 – ең жоғарғы бұйым мен үстіңгі жақтауы аралығы, (0,15÷ 0,2*м*)

h_3 – бұйымның үстінгі беті мен келесі жоғары қабаттағы орналасқан рельстің аралығы, (0,15 ÷ 0,25*м*)

Тік булау камерасы

Камераның берілген өнімділікке сәйкес жалпы биіктігі мына формула бойынша анықталады:

$$H_{кам} = \frac{D_{сағ} \cdot \tau_{ж.ө.} \cdot (h_{қ} + h_{ж.қ.})}{n_{ұзын} \cdot n_{ені}} + h_{ед} + h_{уст} - h_{ж.қ.} \ , \ м$$

мұнда: $\tau_{ж.ө.}$ – жалпы жылулық өңдеу уақыты, *сағат*

(тік булау камераларында $\tau_{қыз} = \tau_{суыт}$ тең етіп қабылданады)

$h_{қ}$ – бұйымның пішініне сәйкес қалып биіктігі, $h_{қ} = h_{бұй} + (0{,}2 \div 0{,}3)$, *м*

$h_{ж.қ.}$ – камераның жоғары жағындағы бұйымдарды жылжыту құрылғысының биіктігі, (0,2*м*)

$n_{ұзын}$ – камераның ұзындығы бойынша тік қатарлар саны, (1÷2) *дана*

$n_{ені}$ – камераның ені бойынша тік қатарлар саны, (1÷2) *дана*

$h_{ед}$ – камера едені мен ең төменгі бұйымның аралығы, (0,2*м*)

$h_{уст}$ – ең жоғарғы бұйым мен камераның үстіңгі жақтау аралығы, (1,8*м*)

Қондырғы тиімді биіктігі типтік тік булау камерасының өлшеміне сәйкес қабылданады, яғни $H_{кам} \le H_{тип} \le 10м$.

Егер қондырғының биіктігі типтік қондырғыдан үлкен болған жағдайда, қондырғының ұзындығы және ені бойынша тік қатарлар саны арттырылады немесе қондырғының қажетті санын ұлғайтады.

Қондырғының қажетті саны мына формула бойынша анықталады:

$$T_{қон} = \frac{H_{кам}}{H_{тип}} \ , \ дана$$

мұнда: $H_{тип}$ – типтік тік булау камерасының биіктігі, *м*

Қондырғының қажетті саны бүтін санға дейін ұлғайтылып алынады.

Типтік тік булау камерасының өлшеміне сәйкес дайын өнім бойынша қондырғының жобалық сағаттық өнімділігі мына формула бойынша анықталады:

$$D_{қон} = \frac{D_{сағ}}{T_{қон}} \ , \ дана/сағат$$

Анықталған өнімділікке сәйкес тік камераның биіктігі қайта есептеледі:

$$H_{кам} = \frac{D_{қон} \cdot \tau_{ж.ө.} \cdot (h_{қ} + h_{ж.қ.})}{n_{ұзын} \cdot n_{ені}} + h_{ед} + h_{үст} - h_{ж.қ.} \ , \ м$$

Тік камераның тиімді биіктігі анықталғаннан кейін камера биіктігі бойынша әр бөлімнің ұзындығы анықталады.

Қыздыру және суыту бөлімдерінің биіктігі мына формула бойынша анықталады:

$$H_{қыз} = H_{суыт} = \frac{D_{қон} \cdot (\tau_{қыз} + \tau_{суыт}) \cdot (h_{қ} + h_{ж.қ.})}{n_{ұзын} \cdot n_{ені}} + h_{ед} \ , \ м$$

Изотермиялық ұстап тұру бөлімінің биіктігі мына формула бойынша анықталады:

$$H_{из} = \frac{D_{қон} \cdot \tau_{из} \cdot (h_{қ} + h_{ж.қ.})}{n_{ұзын} \cdot n_{ені}} + h_{үст} - h_{ж.қ.} \ , \ м$$

Қыздыру және изотермиялық ұстап тұру бөлімдері биіктіктерінің қосындысы камераның жалпы биіктігіне сәйкес болуы тиіс. $H_{кам} = H_{қыз} + H_{из}$

Камераның ұзындығы мына формула бойынша анықталады:

$$L_{кам} = n_{ұзын} \cdot \ell_{қ} + 2 \cdot \ell_{қос} + (n_{ұзын} - 1) \cdot \ell_{ж.т.} \ , \ м$$

мұнда: $\ell_{қ}$ – бұйымның пішініне сәйкес қалып ұзындығы, *м*

$$\ell_{қ} = \ell_{бұй} + (0{,}2 \div 0{,}3), \ м$$

$\ell_{бұй}$ – бір бұйымның ұзындығы, *м*

$\ell_{қос}$ – камераның екі жағындағы перделер мен қалыптардың аралығы (0,5 ÷ 0,6*м*);

$\ell_{ж.т.}$ – камераның ұзындығы жоғары көтерілетін және төмен түсетін тік қатарлар аралығы (0,5 ÷ 0,6*м*);

Камераның ені мына формула бойынша анықталады:

$$B_{кам} = n_{ені} \cdot в_{қ} + 2 \cdot в_{қос} + (n_{ені} - 1) \cdot в_{ж.т.} \ , \ м$$

мұнда: $в_{қ}$ – бұйымның пішініне сәйкес қалып ені, *м*

$$в_{қ} = в_{бұй} + (0{,}2 \div 0{,}3) \ , м$$

$в_{бұй}$ – бір бұйымның ұзындығы, *м*

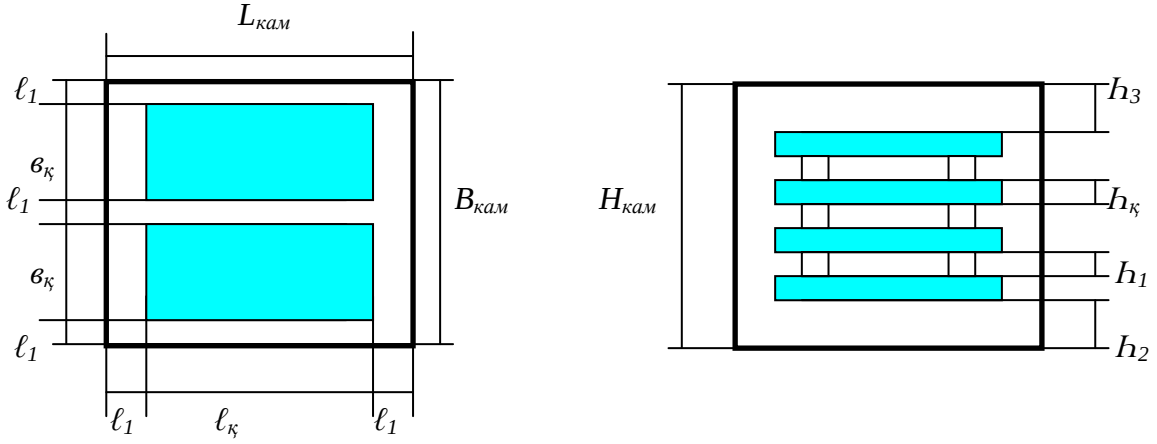
$в_{қос}$ – камера ені қабырғасының екі жақ беті мен қалыптардың аралығы (0,5 ÷ 0,6*м*);

$в_{ж.т.}$ – камераның ені бойынша жоғары көтерілетін және төмен түсетін тік қатарлар аралығы (0,5 ÷ 0,6*м*);

<u>Үздікті жұмыс істейтін қондырғылар</u>

<u>Шұңқырлы булау камерасы</u>

Шұңқырлы булау камерасының негізгі өлшемдерін есептеу үшін алдын-ала камераға бұйымдарды тиімді орналастырудың нұсқасын 2-суретке сәйкес сызып анықтау қажет.



$L_{кам}$ – жұмыс камерасының ұзындығы, *м*; $B_{кам}$ – жұмыс камерасының ені, *м*; $H_{кам}$ – жұмыс камерасының биіктігі, *м*; $в_{қ}$ – бұйымның пішініне сәйкес қалып ені, *м*; $\ell_{қ}$ – бұйымның пішініне сәйкес қалып ұзындығы, *м*; ℓ_1 – өзара қалыптардың және қалыптар мен камера қабырғасының аралығы (0,1*м*); $h_{қ}$ – бұйымның пішініне сәйкес қалып биіктігі, *м*; h_1 – камера биіктігі бойынша бұйымдардың аралығы (0,03*м*); h_2 – камера еденімен бұйымдардың аралығы (0,15*м*); h_3 – камера қақпағымен бұйымдардың аралығы (0,05*м*), *м*.

Сурет 2. Шұңқырлы булау камерасына бұйымдарды орнықтыру нұсқасы

Камераның өлшемі: қондырғының өнімділігіне, бұйымның номенклатурасына, қалып өлшеміне, бұйымдар арасындағы технологиялық саңлауларға (бұйымдар аралығы, оларды орнықтыру тіректерінің орны, камераға жоғарыдан түсіру-шығару механизмдерінің бұйымдар аралығынан өту кеңістігі және т.б.) байланысты болады.

Камераның ұзындығы мына формула бойынша анықталады:

$$L_{кам} = \ell_{қ} \cdot n_1 + (n_1 + 1) \cdot \ell_1 \ , \ м$$

мұнда: $\ell_{қ}$ – бұйымның пішініне сәйкес қалып ұзындығы, *м*

$\ell_{қ} = \ell_{бұй} + (0{,}2 \div 0{,}3)$, *м*

$\ell_{бұй}$ – бір бұйымның ұзындығы, *м*

n_1 – камераның ұзындығы бойынша қалыптар саны, типтік қондырғының жұмыс камерасының нормативті ұзындығын (7,0 ÷ 13*м*) ескеріп қабылданады, *дана*

Камераның ені мына формула бойынша анықталады:

$$B_{кам} = в_{қ} \cdot n_2 + (n_2 + 1) \cdot \ell_1 \ , \ м$$

мұнда: $в_{қ}$ – бұйымның пішініне сәйкес қалып ені, *м*

$в_{қ} = в_{бұй} + (0{,}2 \div 0{,}3)$, *м*

$в_{бұй}$ – бір бұйымның ені, *м*

n_2 – камераның ені бойынша қалыптар саны, типтік қондырғының камерасының нормативті енін (1,5 ÷ 4*м*) ескеріп қабылдайды, *дана*

Камераның биіктігі мына формула бойынша анықталады:

$$H_{кам} = (h_{қ} + h_1) \cdot n_3 + h_2 + h_3 \ , \ м$$

мұнда: $h_{қ}$ – бұйымның пішініне сәйкес қалып биіктігі, *м*

$h_{қ} = h_{бұй} + (0{,}2 \div 0{,}3)$, *м*

$h_{бұй}$ – бір бұйымның биіктігі, *м*

n_3 – камераның биіктігі бойынша қалыптар саны, типтік қондырғының камерасының нормативті биіктігін (≤4м) ескеріп қабылдайды, *дана*

Камераның көлемі мына формула бойынша анықталады:

$$V_{кам} = L_{кам} \cdot B_{кам} \cdot H_{кам} \ , \ \ м^3$$

Шұңқырлы булау камерасындағы бұйымдар саны мына формула бойынша анықталады:

$$D_{кам} = n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \ , \quad дана$$

Туннельді булау камерасы

Туннельді булау камерасының негізгі өлшемдері бұйымның түріне, қондырғының өнімділігіне, вагонетканың өлшеміне және технологиялық саңлауларға (вагонетка мен камера қабырғасы аралығы, бұйымдарды орнықтыру тіректері) байланысты болады.

Кіші өлшемді бетон және темірбетон бұйымдарын жылулық өңдеу кезінде вагонетканың өлшемдері бұйымдарды орнықтыру тәсіліне сәйкес қабылданады.

Вагонетканың ұзындығы мына формула бойынша анықталады:

$$\ell_{ваг} = \ell_{қ} \cdot n_1 + (n_1 + 1) \cdot \ell_1 \ , \ м$$

мұнда: $\ell_{қ}$ – бұйым пішініне сәйкес қалып ұзындығы,

$$\ell_{қ} = \ell_{бұй} + (0{,}15 \div 0{,}2) \ , м$$

$\ell_{бұй}$ – бір бұйымның ұзындығы, *м*

n_1 – вагонетканың ұзындығы бойынша қалыптар саны, типтік вагонетканың нормативті ұзындығын ($\ell_{ваг} \le 7м$) ескеріп қабылдайды, *дана*

Вагонетканың ені мына формула бойынша анықталады:

$$в_{ваг} = в_{қ} \cdot n_2 + (n_2 + 1) \cdot \ell_1 \ , \ м$$

мұнда: $в_{қ}$ – бұйымның пішініне сәйкес қалып ені, *м*

$$в_{қ} = в_{бұй} + (0{,}15 \div 0{,}2) \ , м$$

$в_{бұй}$ – бір бұйымның ені, *м*

n_2 – вагонетка ені бойынша қалыптар саны, типтік вагонетканың нормативті енін ($\ell_{ваг} \le 1{,}2м$) ескеріп қабылданады, *дана*

Туннельді камераның ұзындығы мына формула бойынша анықталады:

$$L_{кам} = \ell_{ваг} \cdot n_{ваг} + 2 \cdot \ell_2 \ , \ м$$

мұнда: $n_{ваг}$ – камераның ұзындығы бойынша вагонеткалар саны, типтік қондырғының жұмыс камерасының нормативті ұзындығын (10 ÷ 30*м*) ескеріп қабылданады, *дана*

ℓ_2 – вагонеткамен камера есігі аралығы, (0,15 ÷ 0,25*м*)

Туннельді камераның ені мына формула бойынша анықталады:

$$B_{кам} = в_{ваг} \cdot n_{рел} + (n_{рел} + 1) \cdot \ell_3 \ , \ м$$

мұнда: $n_{рел}$ – камераның ені бойынша рельсті жолдар саны, 1 ÷ 2 аралығында қабылданады, *дана*

ℓ_3 – вагонетка мен камера қабырғасы және камера ені бойынша вагонеткалар аралығы, (0,15 ÷ 0,25*м*)

Темірбетон бұйымдарын булау кезінде туннельді камераның биіктігі мына формула бойынша анықталады:

$$H_{кам} = h_{ваг} + h_{қ} \cdot n_3 + (n_3 + 1) + h_1 \ , \ м$$

мұнда: $h_{қ}$ – бұйымның пішініне сәйкес қалып биіктігі, *м*

$$h_{қ} = h_{бұй} + 0{,}025, \ м$$

$h_{бұй}$ – бір бұйымның биіктігі, *м*

n_3 – камераның биіктігі бойынша қалыптар саны, типтік қондырғының жұмыс камерасының нормативті биіктігін (1,6 ÷ 2,0*м*) ескеріп қабылданады, *дана*

h_1 – камераның биіктігі бойынша қалыптар аралығы, 0,03*м*

Шлактыблоктар бұйымдарын булау кезінде туннельді камераның биіктігі мына формула бойынша анықталады:

$$H_{кам} = h_{ваг} + 0{,}1 \ , \ м$$

Туннельді камераның көлемі мына формула бойынша анықталады:

$$V_{кам} = L_{кам} \cdot B_{кам} \cdot H_{кам} , \ \ м^3$$

Темірбетон бұйымдарын булауға арналған туннельді камерасындағы бұйымдар саны мына формула бойынша анықталады:

$$D_{кам} = n_{ваг} \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 , \quad дана$$

Шлактыблоктар бұйымдарын булауға арналған туннельді камерасындағы бұйымдар саны мына формула бойынша анықталады:

$$D_{кам} = D_{ваг} \cdot n_{ваг} \cdot n_{рел} , \quad дана$$

мұнда: $D_{ваг}$ – вагонетканың дана бұйымдар бойынша жүк көтерімділігі, дана (0,51$м^3$ шлактыблок немесе 32 дана шлактыблок)

Кассетті қондырғы

Кассетті қондырғының негізгі өлшемдерін анықтау үшін типтік қондырғының көрсеткіштері 1-кестеде келтірілген.

Қондырғының ұзындығы мына формула бойынша анықталады:

$$L = D_{кам} \cdot \delta_{бұй} + \delta_{а.қ.} \cdot n_{а.қ.} + \delta_{б.к.} \cdot n_{б.к.} + 2 \cdot \delta_{оқш} \ , \ м$$

мұнда: $D_{кам}$ – қондырғыдағы қыздырылатын бұйымдар саны, *дана*

$\delta_{бұй}$ – қалыптанатын бұйымдар қалыңдығы, *м*

$n_{а.қ.}$ – бетон ерітіндісі құйылатын, бір мезгілде бұйымдарды қалыптауға арналған аралық қалыптар саны, *дана*

$\delta_{а.қ.}$ – аралық қабаттардың қабырға қалыңдығы, 0,025*м*

$n_{б.к.}$ – бұйымдарды қыздыру үшін бу беру кеңістігінің саны, *дана*

$\delta_{б.к.}$ – бу беру кеңістігінің қабырға қалыңдығы, 0,15*м*

$\delta_{оқш}$ – жылу оқшаулағыш қабатының қалыңдығы, *м*

Қондырғының ені мына формула бойынша анықталады:

$$B = \ell_{бұй} + 2 \cdot \delta_{а.қ.},\ м$$

мұнда: $\ell_{бұй}$ – бір бұйымның ұзындығы, *м*

Қондырғының биіктігі мына формула бойынша анықталады:

$$H = в_{бұй} + 2 \cdot \delta_{а.қ.},\ м$$

мұнда: $в_{бұй}$ – бір бұйымның ені, *м*

1–кесте

Типтік кассетті қондырғылардың техникалық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Қондырғылар типтері						
	УПП-1	УПП-2	ВКМ1-В1	ВКМ1-В2	УПП-4	УПП-3	КМ1-П1М
Бұйымдар түрлері	Қабырға панельдері				Текпішек марштары	Жабын плиталары	
Бір мезгілде қалыптанатын бұйымдар саны, *дана*	6	6	8	8	6	8	7
Булы кеңістіктер саны, *дана*	7	7	9	9	7	9	8
Гидравликалық домкратттар саны, *дана*	4	4	4	4	2	4	4
Домкраттар күші, *тонна күш*	28	28	30	30	14	28	30
Қондырғы салмағы, *тонна*	60	60	63	53	40	80	60
Қондырғы өлшемі, мм							
ұзындығы	6090	6090	7650	7650	5220	7090	7650
ені	6000	6000	7250	7250	3000	5550	7250
биіктігі	3195	3195	3800	3800	1650	3195	3800
Электркозғалтқыш қуаты, *квт*	9	9	9	9	4,5	9	9

Термоформа қондырғысы

Қондырғының ұзындығы мына формула бойынша анықталады:

$$L = \ell_{бұй} + (0{,}2 \div 0{,}3) \ , \ м$$

мұнда: $\ell_{бұй}$ – бұйымның ұзындығы, *м*

Қондырғының ені мына формула бойынша анықталады:

$$B = в_{бұй} + (0{,}2 \div 0{,}3) \ , \ м$$

мұнда: $в_{бұй}$ – бұйымның ені, *м*

Қондырғының биіктігі мына формула бойынша анықталады:

$$H = \delta_{бұй} \cdot n_{бұй} + \delta_{б.к.} \cdot (n_{бұй} + 1) \ , \ м$$

мұнда: $\delta_{бұй}$ – бір бұйымның қалыңдығы, *м*

$n_{бұй}$ – қондырғынының биіктігі бойынша бұйымдар саны, типтік қондырғының нормативті биіктігін (2,5м) ескеріп қабылданады, *дана*

$\delta_{б.к.}$ – бу беру кеңістігінің биіктігі, 0,15*м*

Автоклав қондырғысы

Цилиндрлі және туннельді автоклав

Шеңберлі қима ауданды цилиндрлі және тік бұрышты қима ауданды туннельді автоклавтардың негізгі өлшемдерін есептеу үшін алдын-ала жұмыс камерасының қима ауданының ерекшелігін (шеңберлі немесе тік бұрышты) ескеріп бұйымдарды вагонеткаларға тиімді орналастырудың нұсқасын анықтау қажет. Содан соң автоклавтың жұмыс камерасындағы вагонеткалар санын анықтау қажет. Автоклав вагонеткаларының өлшемдері 2-кестеге сәйкес қабылданады.

Кіші өлшемді бетон және темірбетон бұйымдарын, силикат кірпіштерін және шлак блоктарын артық қысымды булау кезінде жұмыс камерасындағы вагонеткалар саны мына формула бойынша анықталады:

$$n_{ваг} = \frac{V_{қон} \cdot \rho_{бұй}}{m_{ваг}} \ , \ дана$$

мұнда: $\rho_{бұй}$ – бұйымның тығыздығы, *кг/м*^{3}

$$\rho_{бұй} = \frac{G_{бұй}}{V_{бұй}} \ , \ кг/м^3$$

$G_{бұй}$ – бір бұйымның салмағы, *кг*

$V_{бұй}$ – бір бұйымның көлемі, *м*^{3}

$m_{ваг}$ – бір вагонетканың жүк көтерімділігі, *кг*

Вагонеткалар саны бүтін санға дейін ұлғайтылып алынады.

2–кесте

Автоклав вагонеткаларының техникалық сипаттамалары

Көрсеткіштері	Вагонеткалардың типтері					
	Л-687/02	Л-341	ТА-25	ТА-40	ТА-50	ТА-80
Жүк көтерімділігі, *тонна*	6	10	25	40	50	80
Вагонетка бетінің тиімді ауданы, *мм*						
Ұзындығы	3600	6200	6300	6300	6700	6700
Ені	1600	1600	2000	2000	2700	2700
Доңғалақтар аралығы	750	750	900	900	1524	1524
Осьтер саны, *дана*	2	2	2	2	4	4
Доңғалақтар диаметрі, *мм*	-	-	250	250	250	250
Габариттік өлшемдері, мм						
Ұзындығы	3690	6330	6400	6400	6800	6800
Ені	1600	1600	2000	2000	2700	2700
Биіктігі	250	250	320	320	320	320
Салмағы, *кг*	750	1260	1600	2000	3000	3600

Ірі өлшемді бетон және темірбетон бұйымдарын артық қысымда булау кезінде алдын-ала сызылған нұсқа бойынша бір вагонеткаға орнықтырылған бұйымдардың жалпы саны арқылы вагонетканың жүк көтерімділігін анықтайды:

$$m_{ваг} = n_{бұй} \cdot (G_{бұй} + m_{қ}),\ кг$$

мұнда: $n_{бұй}$ – бір вагонеткаға орнықтырылған бұйымдар саны, *дана*

$m_{қ}$ – бір бұйым қалыбының салмағы, *кг*

$$m_{қ} = G_{бұй} \cdot (0{,}25 \div 1{,}0),\ кг$$

Вагонетканың анықталған жүк көтерімділігі типтік вагонеткалардың жүк көтерімділігіне тең немесе кіші болуы қажет (2-кесте).

Автоклавтың жұмыс камерасындағы вагонеткалар саны мына формула бойынша анықталады:

$$n_{ваг} = \frac{V_{қон} \cdot \rho_{бұй}}{m_{ваг}},\ дана \qquad \text{немесе} \qquad n_{ваг} = \frac{D_{қон} \cdot G_{бұй}}{m_{ваг}},\ дана$$

Жұмыс камерасының жалпы ұзындығы мына формула бойынша есептеледі:

$$L_{кам} = n_{ваг} \cdot \ell_{ваг} + (0{,}2 \div 0{,}4),\ м$$

мұнда: $\ell_{ваг}$ – бір вагонетканың ұзындығы, *м* (2-кесте бойынша қабылданады)

Автоклавтың ұзындығы типтік автоклав ұзындығына сәйкес анықталады, яғни $L_{авт} \le L_{тип}$. Цилиндрлі автоклавтардың өлшемі (ұзындығы мен диаметрі) 3-кестеде келтірілген. Туннельді тік бұрышты типтік автоклавтардың ұзындығы ($L_{тип}$=25÷30*м*) аралығында қабылданады.

Егер қондырғының ұзындығы типтік қондырғыдан үлкен болған жағдайда, қондырғының қажетті санын ұлғайтады.

Қондырғының қажетті саны мына формула бойынша анықталады:

$$T_{қон} = \frac{L_{кам}}{L_{тип}} \ , \ дана$$

мұнда: $L_{тип}$ – типтік автоклав ұзындығы, *м*

Қондырғының қажетті саны бүтін санға дейін ұлғайтылып алынады.

Типтік автоклав өлшеміне сәйкес анықталған бір автоклавтағы бір цикл кезінде қыздырылатын бұйымдар саны мына формула бойынша анықталады:

$$D_{кам} = n_{ваг} \cdot n_{бұй} \ , \ дана/цикл$$

Тік бұрышты туннельді автоклавтың ені мына формула бойынша анықталады:

$$B_{кам} = в_{ваг} + (0{,}1 \div 0{,}15) \ , \ м$$

мұнда: $в_{ваг}$ – вагонетканың ені, *м* (2-кесте бойынша қабылданады)

Тік бұрышты туннельді автоклавтың биіктігі мына формула бойынша анықталады:

$$H_{кам} = h_1 + h_{ваг} + (h_қ + h_2) \cdot n + h_3 \ , \ м$$

мұнда: h_1 – камера едені мен рельс бетінің аралығы, (0,1 ÷ 0,2*м*)

$h_{ваг}$ – вагонетканың биіктігі, (2-кесте бойынша қабылданады)

$h_қ$ – бұйымның пішініне сәйкес қалып биіктігі, $h_қ = h_{бұй} + 0{,}025$, *м*

$h_{бұй}$ – бір бұйымның биіктігі, *м*

n – вагонеткадағы камераның биіктігі бойынша бұйымдар саны, *дана*

h_2 – камераның биіктігі бойынша бұйымдар аралығы, (0,03*м*)

h_3 – ең жоғарғы бұйым мен камераның үстіңгі жақтауы аралығы, (0,05*м*)

Тік бұрышты туннельді автоклавтың жұмыс камерасының көлемі мына формула бойынша анықталады:

$$V_{кам} = L_{кам} \cdot B_{кам} \cdot H_{кам} \ , \ м^3$$

Цилиндрлі автоклавтың жұмыс камерасының көлемі мына формула бойынша анықталады:

$$V_{кам} = \frac{\pi \cdot D_{авт}^2}{4} \cdot L_{кам}, \quad м^3$$

мұнда: $D_{авт}$ – автоклав диаметрі, *м* (3-кесте бойынша қабылданады)

3–кесте

Цилиндрлі автоклавтың техникалық сипаттамалары

Көрсеткіштері	Автоклавтар маркалары						
	118941	СМ-1268	СМ-1264	СМ-1263	СМ-1924	СМ-1039	АВ30/8а
Автоклав типтері	өтпелі	тұйық	өтпелі	өтпелі	өтпелі	тұйық	өтпелі
Ішкі диаметрі, *мм*	2000	2000	2000	2600	3600	3600	3600
Ұзындығы, *мм*	17180	17000	19000	19300	21000	27000	21000
Жұмыс қысымы, *МПа*	0,9	1,2	1,2	1,2	1,1	1,2	1,3
Рельстер аралығы, *мм*	750	750	750	900	1524	1524	1524
Габариттік өлшемдері, *мм*							
Ұзындығы	18760	19205	20845	21460	23556	29420	23240
Ені	2735	2547	2547	5015	5379	4250	4800
Биіктігі	3700	3830	3830	3150	6197	5902	5000
Салмағы, *кг*	19000	17670	22000	50450	118700	113800	118500
Белгіленген қуаты, *кВт*	-	-	-	7,0	4,5	10,5	10,0

Тік бұрышты шұңқырлы автоклав

Шұңқырлы автоклавтардың негізгі өлшемдерін есептеу үшін, шұңқырлы булау камерасы сияқты, алдын-ала жұмыс камерасына бұйымдарды тиімді орналастырудың нұсқасын анықтау қажет (2–сурет). Автоклавтың жұмыс камерасының өлшемі: қондырғының өнімділігіне, қалып пішініне, бұйымның номенклатурасына, бұйымдар арасындағы технологиялық саңлауларға (бұйымдардың аралығы, оларды орнықтыру тіректерінің орны, бұйымдарды түсіру-шығару механизмдерінің бұйымдар аралығынан өту кеңістігі және т.б.) байланысты болады.

Жұмыс камерасының ұзындығы мына формула бойынша анықталады:

$$L_{кам} = \ell_{қ} \cdot n_1 + (n_1 + 1) \cdot \ell_1, \quad м$$

мұнда: $\ell_{қ}$ – бұйымның пішініне сәйкес қалып ұзындығы, *м*

$$\ell_{қ} = \ell_{бұй} + (0{,}2 \div 0{,}3), \quad м$$

$\ell_{бұй}$ – бір бұйымның ұзындығы, *м*

n_1 – камераның ұзындығы бойынша қалыптар саны, типтік қондырғының жұмыс камерасының нормативті ұзындығын (5,0 ÷ 7,0*м*) ескеріп қабылданады, *дана*

ℓ_1 – қалыптардың өзара және камера қабырғасымен аралығы (0,1*м*)

Жұмыс камерасының ені мына формула бойынша анықталады:

$$B_{кам} = в_{қ} \cdot n_2 + (n_2 + 1) \cdot \ell_1 \ , \ м$$

мұнда: $в_{қ}$ – бұйымның пішініне сәйкес қалып ені, *м*

$$в_{қ} = в_{бұй} + (0{,}2 \div 0{,}3) \ , м$$

$в_{бұй}$ – бір бұйымның ені, *м*

n_2 – камераның ені бойынша қалыптар саны, типтік қондырғының камерасының нормативті енін (5,0÷7,0*м*) ескеріп қабылдайды, *дана*

Жұмыс камерасының биіктігі мына формула бойынша анықталады:

$$H_{кам} = (h_{қ} + h_1) \cdot n_3 + h_2 + h_3 \ , \ м$$

мұнда: $h_{қ}$ – бұйымның пішініне сәйкес қалып биіктігі, *м*

$$h_{қ} = h_{бұй} + 0{,}024, м$$

$h_{бұй}$ – бір бұйымның биіктігі, *м*

n_3 – камераның биіктігі бойынша қалыптар саны, типтік қондырғының камерасының нормативті биіктігін (≤5м) ескеріп қабылдайды, *дана*

h_1 – камера биіктігі бойынша бұйымдардың аралығы (0,03*м*);

h_2 – камера еденімен бұйымдардың аралығы (0,15*м*);

h_3 – камера қақпағымен бұйымдардың аралығы, (0,05*м*).

Камераның көлемі мына формула бойынша анықталады:

$$V_{кам} = L_{кам} \cdot B_{кам} \cdot H_{кам} \ , \quad м^3$$

Автоклавтағы бұйымдар саны мына формула бойынша анықталады:

$$D_{кам} = n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \ , \quad дана$$

4.9.7 Жылулық қондырғының қажетті санын есептеу

Үздіксіз жұмыс істейтін қондырғылар

Туннельді булау камерасы

Қондырғының қажетті саны мына формула бойынша анықталады:

$$T_{қон} = \frac{L_{кам}}{L_{тип}} \ , \ дана$$

мұнда: $L_{тип}$ – типтік туннельді булау камерасының ұзындығы, (70 ÷ 130) *м*

Қондырғының қажетті саны бүтін санға дейін ұлғайтылып алынады.

Тік булау камерасы

Қондырғының қажетті саны мына формула бойынша анықталады:

$$T_{қон} = \frac{H_{кам}}{H_{тип}} \ , \ дана$$

мұнда: $H_{тип}$ – типтік тік булау камерасының биіктігі, (≤10) *м*

Қондырғының қажетті саны бүтін санға дейін ұлғайтылып алынады.

Үздікті режимде жұмыс істейтін қондырғылар

Үздікті режимде жұмыс істейтін жылулық қондырғылардың бір тәуліктегі жұмыс істеу циклдарының саны:

$$П_{ц} = \frac{24}{\tau_{ц}} \ , \ дана/тәулік$$

мұнда: ($\tau_{ц}$) – қондырғының жұмыс істеуінің жалпы бір циклы, *сағат*

Өнімнің ($м^3$) бойынша қондырғының жобалық тәуліктік өнімділігі мына формула бойынша анықталады:

$$V_{тәу} = \frac{V_{жоба}}{365 - \tau_{жос} - \tau_{дем}} \ , \ \ м^3/тәулік$$

мұнда: $V_{жоба}$ – қондырғының жылдық жобалық өнімділігі, $м^3/жыл$

$\tau_{жос}$ – өндірістегі қондырғыны жоспарлы жөндеуге шығындалатын уақыт мерзімі, (7 ÷ 20) *тәулік* аралығында қабылданады

$\tau_{дем}$ – бір жылдағы демалыс және мейрам күндері, *тәулік*

Өнімнің (*дана*) бойынша қондырғының жобалық тәуліктік өнімділігі мына формула бойынша анықталады:

$$D_{тәу} = \frac{V_{тәу}}{V_{бұй}} \ , \ \ дана/тәулік$$

мұнда: $V_{бұй}$ – бір бұйымның көлемі, $м^3$

Қондырғының бір циклдағы өнімділігі:

$$V_{қон} = \frac{V_{тәу}}{П_ц}\ ,\ м^3/цикл \quad \text{немесе} \quad D_{қон} = \frac{D_{тәу}}{П_ц}\ ,\ дана/цикл$$

Қондырғының қажетті санын есептеу мына формула бойынша жүргізіледі:

$$T_{қон} = \frac{D_{қон}}{D_{кам} \cdot \eta_{кам}}\ ,\ дана$$

мұнда: ($\eta_{кам}$) – қондырғының қолдану коэффициенті, келесі мән қабылданады: шұңқырлы камераға – 0,87; туннельді камераға – 0,95; кассетті және термоформа қондырғыларына – 0,9.

Қондырғының толтырылу ($K_{тол}$) және бұйымдарды камераға орнықтыру ($K_{орн}$) коэффициенттері мына формулалар бойынша анықталады:

$$K_{тол} = \frac{V_{қал} \cdot D_{кам}}{V_{кам}}; \qquad K_{орн} = \frac{V_{қон}}{V_{кам}}$$

мұнда: $V_{қал}$ – бір бұйымның қалыппен бірге көлемі, $м^3$

$$V_{қал} = \ell_қ \cdot в_қ \cdot h_қ, м^3$$

$\ell_қ$ – бұйымның пішініне сәйкес қалып ұзындығы, *м*

$$\ell_қ = \ell_{бұй} + (0{,}2 \div 0{,}3), м$$

$\ell_{бұй}$ – бір бұйымның ұзындығы, *м*

$в_қ$ – бұйымның пішініне сәйкес қалып ені, *м*

$$в_қ = в_{бұй} + (0{,}2 \div 0{,}3)\, м$$

$в_{бұй}$ – бір бұйымның ені, *м*

$h_қ$ – бұйымның пішініне сәйкес қалып биіктігі, *м*

$$h_қ = h_{бұй} + (0{,}2 \div 0{,}3)\, м$$

$h_{бұй}$ – бір бұйымның биіктігі, *м*

$V_{кам}$ – қондырғының жұмыс камерасының көлемі, $м^3$

$$V_{кам} = L_{кам} \cdot B_{кам} \cdot H_{кам}, м^3$$

Қондырғының толтырылу ($K_{тол}$) және бұйымдарды камераға орнықтыру ($K_{орн}$) коэффициенттерінің дұрыстығы 4–кестеге сәйкес анықталады. Бұл мәндердің кестедегі мәндермен сәйкестігі алшақ болған жағдайда, бұйымдарды камераға толтыру және орнықтырудың оңтайлы тәсілін таңдайды.

4–кесте

Бұйымдарды камераға толтыру және орнықтыру коэффициенттері

Бұйым түрі	$К_{тол}$	$К_{орн}$
Іргетас блоктары	0,42	0,39
Плиталар	0,78	0,27
Қуысты плиталар	0,86	0,35
Кіші бұйымдар	-	0,1

Цилиндрлі автоклавтардың толтырылу ($К_{тол}$) коэффициенттерінің дұрыстығы 5–кестеге сәйкес анықталады.

5–кесте

Цилиндрлі автоклавтардағы бұйымдарды камераға толтыру коэффициенттері

Автоклав диаметрі, *м*	Кіші өлшемді бұйымдар	Ірі өлшемді бұйымдар	
		Кассетті қалыптарда	Көлденеңді қалыптарды
2,0	0,21	0,35-0,4	0,25-0,28
2,6	0,25-0,26	0,30-0,4	0,3
3,6	0,31	0,3	0,3

4.9.8 Жылулық балансты есептеу және будың меншікті шығынын анықтау

Жылулық балансты есептеу бұйымдарды жылулық өңдеу кезіндегі жұмсалатын жылулық энергияның мөлшерін анықтау үшін жүргізіледі. Жылулық баланс энергияның сақталу заңына сәйкес, кіріс және шығыс бөлімдерінің тепе-теңдігін анықтау арқылы шығарылады. Жылулық баланс теңдеуі мына түрде жазылады:

$$Q_{кіріс} = Q_{шығыс}$$

мұнда: $Q_{кіріс}$ – кіріс бөліміндегі жылулық энергиялардың жалпы қосындысы (қондырғыға берілетін), *кДж (кВт)*

$Q_{шығыс}$ – шығыс бөліміндегі жылулық энергиялардың жалпы қосындысы (қондырғыда шығындалатын), *кДж (кВт)*

Үздікті режимде жұмыс істейтін жылулық қондырғыларды есептеуде жылулық баланс әр сатыға (қыздыру және изотермиялық ұстап тұру сатылары) жеке есептеледі. Қондырғыдағы будың жалпы шығыны ретінде, әр сатыларда анықталған бу шығындарының қосындысын қабылдайды.

Үздіксіз режимде жұмыс істейтін жылулық қондырғыларды есептеуде, жылулық баланс қондырғының жұмыс камерасының барлық көлеміне бірдей немесе әр технологиялық бөлімдеріне (қыздыру, изотермиялық ұстап тұру және суыту бөлімдері) жеке есептеледі.

Жылулық баланс теңдеуін шешу нәтижесінде, дайын өнімнің өлшем бірлігіне (*м*^{3}*, кг, дана*) немесе уақыт бірлігіне (*сағат, тәулік, жылулық өңдеу сатысы*) шығындалатын будың меншікті шығыны (*кг*) анықталады. Будың меншікті шығынының мәні арқылы, дайын өнімді алуға қажетті жылу энергиясының мөлшері белгіленеді.

Үздікті жұмыс істейтін қондырғылар

Шұңқырлы булау камерасы

Қыздыру сатысы

Кіріс бөлімі

Цемент экзотермиясының жылулығы

$$Q_{экз.қыз} = 0{,}0023 \cdot Q_{э.28} \cdot G_{цем} \cdot t_{орт} \cdot \tau_{қыз} \cdot \left(\frac{C}{Ц}\right)^{0{,}44}, \ кДж/саты$$

мұнда: $Q_{э.28}$ – 28 тәулікте қатаю кезінде бөлінетін цементтің экзотермиялық реакциясының жылулығы, *кДж/кг* (6-кестеден алынады)

$G_{цем}$ – камераға кіргізілген бұйымдардағы цементтің массасы, *кг*

$$G_{цем} = Ц \cdot V_{бұй} \cdot D_{кам}, \ кг$$

$Ц$ – 1 *м*^{3} бетондағы цемент массасы, *кг*

$V_{бұй}$ – бір бұйымның көлемі, *м*^{3}

$D_{кам}$ – камерадағы бұйымдар саны, *дана*

$t_{орт}$ – қыздыру сатысы кезіндегі камерадағы орташа температура, ^oC

$$t_{орт} = \frac{t_{из} + t_{ауа}}{2}, \ ^oC$$

$t_{из}$ – изотермиялық ұстап тұру температурасы, ^oC

$t_{ауа}$ – қоршаған ортадағы ауа температурасы, ^oC

$\tau_{қыз}$ – қыздыру сатысының уақыты, *сағат*

$\left(\frac{C}{Ц}\right)$ – су-цемент қатынасы, формула бойынша есептеледі (Қосымша О)

6–кесте

Цементтің экзотермиялық реакциясының жылулығы

Цемент маркасы	200	300	400	500
$Q_{э.28}$, *кДж/кг*	250	335	420	500

Қыздыру сатысында камераға берілетін қанықкан бу жылулығы

$$Q_{бу.қыз} = G_{бу.қыз} \cdot I_{бу},\ кДж/саты$$

мұнда: $G_{бу.қыз}$ – қыздыру сатысы кезіндегі камераға берілетін будың массасы, *кг* (белгісіз шама, жылулық баланс теңдеуін шешу нәтижесінде анықталады)

$I_{бу}$ – $100\ ^oC$ температурасы кезіндегі камераға берілетін будың энтальпиясы, *кДж/кг* (Қосымша П)

Кіріс бөлімінің жалпы мөлшері

$$Q_{қыз.кір} = Q_{экз.қыз} + Q_{бу.қыз},\ кДж/саты$$

Шығыс бөлімі

Бұйымдарды қыздыруға кететін жылу шығыны

$$Q_{бұй.қыз} = G_{құр.бұй} \cdot C_{бұй} \cdot \left(t_{бұй.орт} - t_{ауа}\right),\ кДж/саты$$

мұнда: $G_{құр.бұй}$ – құрғақ бетонның массасы, *кг*

$$G_{құр.бұй} = (1{,}01 \cdot \rho_{бұй} - A - C) \cdot V_{бұй} \cdot D_{кам},\ кг$$

A – $1\ м^3$ бетондағы арматура массасы, *кг*

C – $1\ м^3$ бетондағы су массасы, $C = Ц \cdot \left(\frac{C}{Ц}\right)$, *кг*

$\rho_{бұй}$ – бұйымның тығыздығы, $кг/м^3$

$C_{бұй}$ – бетонның жылусыйымдылығы, $кДж/(кг \cdot ^oC)$ (Қосымша С)

$t_{бұй.орт}$ – қыздыру сатысының соңындағы бұйымдардың орташа температурасы, $t_{бұй.орт} = (0{,}85 \div 0{,}95) \cdot t_{из},\ ^oC$

Бетон қоспасына араластырылған судың бір бөлігінің буланууына кететін жылу шығыны

$$Q_{су.бу.қыз} = G_{су.бу} \cdot I_{бу},\ кДж/саты$$

мұнда: $G_{су.бу}$ – бетондағы буланатын су массасы, *кг*

жеңіл бетондар үшін $G_{су.бу} = (0{,}08 \div 0{,}12) \cdot C$, *кг*

ауыр бетондар үшін $G_{су.бу} = 0{,}01 \cdot C$, *кг*

$I_{бу}$ – $t_{орт}$, ^oC температурасы кезіндегі будың энтальпиясы, *кДж/кг* (Қосымша П)

Бұйымдардағы қалған суды қыздыру сатысының соңына дейін қыздыруға кететін жылу шығыны

$$Q_{су.бұй.қыз} = G_{су.бұй} \cdot C_{су} \cdot \left(t_{бұй.орт} - t_{ауа}\right),\ кДж/сағ$$

мұнда: $G_{су.бұй}$ – бұйымдардағы қалған судың массасы, *кг*

$$G_{су.бұй} = (C - G_{су.бу}) \cdot V_{бұй} \cdot D_{кам},\ кг$$

$C_{су}$ – бұйымдардағы қалған судың жылусыйымдылығы, *кДж/(кг·°С)* (Қосымша Р)

Бұйымдардағы арматураны қыздыру сатысының соңына дейін қыздыруға кететін жылу шығыны

$$Q_{арм.қыз} = G_{арм} \cdot C_{арм} \cdot \left(t_{бұй.орт} - t_{ауа}\right),\ кДж/сағ$$

мұнда: $G_{арм}$ – бұйымдардағы арматураның массасы, *кг*

$$G_{арм} = A \cdot V_{бұй} \cdot D_{кам},\ кг$$

$C_{арм}$ – арматура жылусыйымдылығы, *кДж/(кг·°С)* (Қосымша С)

Бұйымдар құйылған қалыпты қыздыру сатысының соңына дейін қыздыруға кететін жылу шығыны

$$Q_{қал.қыз} = G_{қал} \cdot C_{қал} \cdot \left(t_{бұй.орт} - t_{ауа}\right),\ кДж/сағ$$

мұнда: $G_{қал}$ – камерадағы қалыптар массасы, $G_{қал} = 0{,}25 \cdot G_{құр.бұй}$, *кг*

$C_{қал}$ – қалып жылусыйымдылығы, *кДж/(кг·°С)* (Қосымша С)

Камера қабырғаларының қоршау материалдарын (қабырға, еден, қақпақ) қыздыру сатысының соңына дейін қыздыруға кететін жылу шығыны

$$Q_{қаб.қыз} = 7{,}2 \cdot \lambda \cdot F \cdot \left(t'_{орт} - t_{ауа}\right) \cdot \sqrt{\frac{\tau_{қыз}}{a \cdot \pi}},\ кДж/сағ$$

мұнда: λ – қоршау материалдарының жылуөткізгіштік коэффициенті, *Вт/(м·°С)*

F – қоршау материалдарының жалпы бет ауданы, *м²* (Қосымша С)

$$F = 2 \cdot L_{кам} \cdot H_{кам} + 2 \cdot B_{кам} \cdot H_{кам} + 2 \cdot L_{кам} \cdot B_{кам},\ м^2$$

$t'_{орт}$ – қыздыру сатысы кезіндегі қоршау материалдарының орташа температурасы, $t'_{орт} = (0{,}85 \div 0{,}95) \cdot t_{орт}$, ^oC

a – қоршау материалдарының температураөткізгіштік коэффициенті, *м²/сағ* (Қосымша С)

Қыздыру сатысында камера қабырғалары арқылы қоршаған ортаға кететін жылу шығыны

$$Q_{қор.орт.қыз} = q_{жоғ} + q_{төм} + q_{қақ} + q_{еден},\ кДж/сағ$$

мұнда: $q_{жоғ}$ – камераның жер деңгейінен жоғары тұрған бөлігінен кететін жылу шығыны, $q_{жоғ} = 3{,}6 \cdot \tau_{қыз} \cdot K_{жоғ} \cdot \left(t'_{орт} - t_{ауа}\right) \cdot F_{жоғ}$, *кДж*

$K_{жоғ}$ – камера қабырғасының жер деңгейінен жоғары тұрған бөлігінің жылуөту коэффициенті, $K_{жоғ} = \dfrac{1}{\dfrac{1}{\alpha_1} + \sum \dfrac{\delta}{\lambda} + \dfrac{1}{\alpha_2}}$, $Вт/(м^2 \cdot {}^oC)$

δ – қоршау материалдарының қалыңдығы, *м*

α_1 – су буынан қоршау материалдарының ішкі бетіне жылу беру коэффиценті, $\alpha_1 = (21 \div 64)$, $Вт/(м^2 \cdot {}^oC)$

α_2 – қоршау материалдарынан қоршаған ортаға жылу беру коэффиценті, $\alpha_2 = (5 \div 10)$, $Вт/(м^2 \cdot {}^oC)$

$F_{жоғ}$ – камера қабырғасының жер деңгейінен жоғары тұрған бөлігінің жалпы бет ауданы, $F_{жоғ} = 2 \cdot (L_{кам} \cdot h_{кам}) + 2 \cdot (B_{кам} \cdot h_{кам})$, $м^2$

$h_{кам}$ – камера қабырғасының жер деңгейінен жоғары тұрған бөлігінің биіктігі, $h_{кам} = (0{,}4 \div 0{,}6)$, *м*

$q_{төм}$ – камераның жер деңгейінен төмен тұрған бөлігінен кететін жылу шығыны, $q_{төм} = 3{,}6 \cdot \tau_{қыз} \cdot K_{төм} \cdot (t_{орт} - t_{ауа}) \cdot F_{төм}$, к*Дж*

$K_{төм}$ – камера қабырғасының жер деңгейінен төмен тұрған бөлігінің жылуөту коэффициенті, $K_{төм} = 0{,}5 \cdot K_{жоғ}$, $Вт/(м^2 \cdot {}^oC)$

$F_{төм}$ – камера қабырғасының жер деңгейінен төмен тұрған бөлігінің жалпы бет ауданы,
$F_{төм} = 2 \cdot (H_{кам} - h_{кам}) \cdot L_{кам} + 2 \cdot (H_{кам} - h_{кам}) \cdot B_{кам}$, $м^2$

$q_{қақ}$ – камераның қақпағы қабатынан кететін жылу шығыны,
$q_{қақ} = 3{,}6 \cdot \tau_{қыз} \cdot K_{қақ} \cdot (t'_{орт} - t_{ауа}) \cdot F_{қақ}$, к*Дж*

$K_{қақ}$ – камера қақпағының жылуөту коэффициенті, $Вт/(м^2 \cdot {}^oC)$
$K_{қақ} = (1{,}2 \div 1{,}5) \cdot K_{жоғ}$, $Вт/(м^2 \cdot {}^oC)$

$F_{қақ}$ – камера қақпағының бет ауданы, $F_{қақ} = L_{кам} \cdot B_{кам}$, $м^2$

$q_{еден}$ – камераның еденінен кететін жылу шығыны,
$q_{еден} = 0{,}5 \cdot q_{қақ}$, к*Дж*

Қыздыру сатысы кезіндегі су буының конденсатымен кететін жылу шығыны

$$Q_{конд.қыз} = I_{конд} \cdot G_{конд} = I_{су} \cdot (G_{бу.қыз} - G_{бос} - G_{құб}),\ \text{к}Дж/сатy$$

мұнда: $I_{су}$ – $t = 100\ ^oC$ кезіндегі конденсат энтальпиясы, *кДж/кг* (Қосымша П)

$G_{бос}$ – жұмыс камерасының бұйымдардан бос бөлігін толтыратын су буының массасы, $G_{бос} = \rho_{бу} \cdot (V_{кам} - V_{кам.бұй})$, *кг*

$\rho_{бу}$ – $t = 100\ ^oC$ кезіндегі будың тығыздығы, $кг/м^3$ (Қосымша П)

$V_{кам}$ – жұмыс камерасының жалпы көлемі, $V_{кам} = L_{кам} \cdot B_{кам} \cdot H_{кам}$, $м^3$

$V_{кам.бұй}$ – жұмыс камерасындағы бұйымдардың жалпы көлемі, $м^3$
$V_{кам.бұй} = D_{кам} \cdot \ell_қ \cdot в_қ \cdot h_қ$, $м^3$

$G_{құб}$ – жұмыс камерасындағы кері қайту құбыры арқылы шығындалатын су буының массасы, $G_{құб} = 0{,}1 \cdot G_{бу.қыз}$, *кг*
(тек қысымсыз шұңқырлы булау камералары үшін)

$G_{конд}$ – қыздыру сатысында пайда болатын конденсат массасы, *кг/саты*

Шығыс бөлімінің жалпы мөлшері

$$Q_{қыз.шығ} = 1{,}1 \cdot \begin{pmatrix} Q_{бұй.қыз} + Q_{су.бу.қыз} + Q_{су.бұй.қыз} + Q_{арм.қыз} + Q_{қал.қыз} \\ + Q_{қаб.қыз} + Q_{қор.орт.қыз} + Q_{конд.қыз} \end{pmatrix},$$

кДж/саты

Қыздыру сатысындағы камераға берілетін және шығындалатын жылудың жалпы мөлшерлерін теңестіру арқылы будың шығын мөлшері $G_{бу.қыз}$ анықталады.

$$Q_{қыз.кір} = Q_{қыз.шығ}$$

Изотермиялық ұстап тұру сатысы

Кіріс бөлімі

Цемент экзотермиясының жылулығы

$$Q_{экз.из} = 0{,}0023 \cdot Q_{э.28} \cdot G_{цем} \cdot t_{из} \cdot \tau_{из} \cdot \left(\frac{C}{Ц}\right)^{0{,}44}, \ кДж/саты$$

Бұйымдардың қыздыру сатысы кезіндегі жылулығы (қыздыру сатысында анықталған)

$$Q_{бұй.қыз} = G_{құр.бұй} \cdot C_{бұй} \cdot \left(t_{бұй.орт} - t_{ауа}\right), \ кДж/саты$$

Бұйымдардағы қалған судың қыздыру сатысы кезіндегі жылулығы (қыздыру сатысында анықталған)

$$Q_{су.бұй.қыз} = G_{су.бұй} \cdot C_{су} \cdot \left(t_{бұй.орт} - t_{ауа}\right), \ кДж/саты$$

Бұйымдардағы арматураның қыздыру сатысы кезіндегі жылулығы (қыздыру сатысында анықталған)

$$Q_{арм.қыз} = G_{арм} \cdot C_{арм} \cdot \left(t_{бұй.орт} - t_{ауа}\right), \ кДж/саты$$

Бұйымдар құйылған қалыптың қыздыру сатысы кезіндегі жылулығы (қыздыру сатысында анықталған)

$$Q_{қал.қыз} = G_{қал} \cdot C_{қал} \cdot \left(t_{бұй.орт} - t_{ауа}\right), \ кДж/саты$$

Камера қабырғаларының қоршау материалдарын қыздыру сатысы кезіндегі жылулығы (қыздыру сатысында анықталған)

$$Q_{қаб.қыз} = 7{,}2 \cdot \lambda \cdot F \cdot \left(t'_{орт} - t_{ауа}\right) \cdot \sqrt{\frac{\tau_{қыз}}{a \cdot \pi}}\ ,\ кДж/саты$$

Изотермиялық ұстап тұру сатысында камераға берілетін қаныққан бу жылулығы

$$Q_{бу.из} = G_{бу.из} \cdot I_{бу}\ ,\ кДж/саты$$

мұнда: $G_{бу.из}$ – изотермиялық ұстап тұру сатысы кезіндегі камераға берілетін будың массасы, *кг* (белгісіз шама, жылулық баланс теңдеуін шешу нәтижесінде анықталады)

Кіріс бөлімінің жалпы мөлшері

$$Q_{из.кір} = Q_{эц.из} + Q_{бұй.қыз} + Q_{су.бұй.қыз} + Q_{арм.қыз} + Q_{қал.қыз} + Q_{қаб.қыз} + Q_{бу.из}\ ,\quad кДж/саты$$

Шығыс бөлімі

Бұйымдарды максимальды температураға дейін қыздыруға кететін жылу шығыны

$$Q_{бұй.из} = G_{құр.бұй} \cdot C_{бұй} \cdot t_{из}\ ,\ кДж/саты$$

Бұйымдардағы қалған суды максимальды температураға дейін қыздыруға кететін жылу шығыны

$$Q_{су.бұй.из} = G_{су.бұй} \cdot C_{су} \cdot t_{из}\ ,\ кДж/саты$$

Бұйымдардағы арматураны максимальды температураға дейін қыздыруға кететін жылу шығыны

$$Q_{арм.из} = G_{арм} \cdot C_{арм} \cdot t_{из}\ ,\ кДж/саты$$

Бұйымдар құйылған қалыпты максимальды температураға дейін қыздыруға кететін жылу шығыны

$$Q_{қал.из} = G_{қал} \cdot C_{қал} \cdot t_{из}\ ,\ кДж/саты$$

Камера қабырғаларының қоршау материалдарын (қабырға, еден, қақпақ) максимальды температураға дейін қыздыруға кететін жылу шығыны

$$Q_{қаб.из} = 7{,}2 \cdot \lambda \cdot F \cdot \left(t_{из} - t_{ауа}\right) \cdot \sqrt{\frac{\tau_{из}}{a \cdot \pi}}\ ,\ кДж/сағ$$

Изотермиялық ұстап тұру сағысында камера қабырғалары арқылы қоршаған ортаға кететін жылу шығыны

$$Q_{қор.орт.из} = q_{жоғ} + q_{төм} + q_{қақ} + q_{еден}\ ,\ кДж/сағ$$

мұнда: $q_{жоғ} = 3{,}6 \cdot \tau_{из} \cdot K_{жоғ} \cdot \left(t_{из} - t_{ауа}\right) \cdot F_{жоғ}\ ,$ кДж

$$q_{төм} = 3{,}6 \cdot \tau_{из} \cdot K_{төм} \cdot \left(t_{из} - t_{ауа}\right) \cdot F_{төм}\ ,\ кДж$$

$$q_{қақ} = 3{,}6 \cdot \tau_{из} \cdot K_{қақ} \cdot \left(t_{из} - t_{ауа}\right) \cdot F_{қақ}\ ,\ кДж$$

$$q_{еден} = 0{,}5 \cdot q_{қақ}\ ,\ кДж$$

Изотермиялық ұстап тұру сағысы кезіндегі су буының конденсатымен кететін жылу шығыны

$$Q_{конд.из} = I_{конд} \cdot G_{конд} = I_{су} \cdot \left(G_{бу.из} - G_{бос} - G_{құб}\right),\ кДж/сағ$$

Шығыс бөлімінің жалпы мөлшері

$$Q_{из.шыг} = 1{,}1 \cdot \left(\begin{matrix} Q_{бұй.из} + Q_{су.бұй.из} + Q_{арм.из} + Q_{қал.из} + Q_{қаб.из} + \\ + Q_{қор.орт.из} + Q_{конд.из} \end{matrix} \right),\ кДж/сағ$$

Изотермиялық ұстап тұру сағысындағы камераға берілетін және шығындалатын жылудың жалпы мөлшерлерін теңестіру арқылы будың шығын мөлшері $G_{бу.из}$ анықталады.

$$Q_{из.кір} = Q_{из.шыг}$$

Жылулық қондырғының бір циклдағы жұмыс істеу кезіндегі толық шығындалатын будың меншікті шығын мөлшері мына формула бойынша анықталады:

$$G_{бу.мен} = \frac{G_{бу.қыз} + G_{бу.из}}{D_{кам} \cdot V_{бұй}}\ ,\qquad кг/м^3\ бетонға$$

Туннельді булау камерасы

Туннельді булау камерасының жылулық балансын есептеу, шұңқырлы булау камерасын есептеген тәсілмен жүргізіледі. Ерекшеліктері төменде келтірілген.

Қыздыру сатысы

Шығыс бөлімі

Камера қабырғаларының қоршау материалдарын (қабырғасы, едені, жоғарғы бөлігі) қыздыру сатысының соңына дейін қыздыруға кететін жылу шығыны мына формула бойынша анықталады.

$$Q_{қаб.қыз} = 7{,}2 \cdot \lambda \cdot F \cdot \left(t'_{орт} - t_{ауа}\right) \cdot \sqrt{\frac{\tau_{қыз}}{a \cdot \pi}}\ ,\ кДж/саты$$

мұнда: λ – қоршау материалдарының жылуөткізгіштік коэффициенті, *Вт/(м·°С)*

F – қоршау материалдарының жалпы бет ауданы, $м^2$

$$F = 2 \cdot L_{кам} \cdot H_{кам} + 2 \cdot L_{кам} \cdot B_{кам}\ ,\ м^2$$

Қыздыру сатысында камера қабырғалары арқылы қоршаған ортаға кететін жылу шығыны мына формула бойынша анықталады.

$$Q_{қор.орт.қыз} = q_{қаб} + q_{жоғ} + q_{еден}\ ,\ кДж/саты$$

мұнда: $q_{қаб}$ – камераның қабырғасы арқылы кететін жылу шығыны,

$$q_{қаб} = 3{,}6 \cdot \tau_{қыз} \cdot K_{қаб} \cdot \left(t'_{орт} - t_{ауа}\right) \cdot F_{қаб}\ ,\ кДж$$

$K_{қаб}$ – камера қабырғасының жылуөту коэффициенті, *Вт/(м²·°С)*

$$K_{қаб} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}\ ,\ Вт/(м^2 \cdot {}^oC)$$

$F_{қаб}$ – камера қабырғасының жалпы бет ауданы, $F_{қаб} = 2 \cdot L_{кам} \cdot H_{кам}$, $м^2$

$q_{жоғ}$ – камераның жоғарғы бөлігі арқылы кететін жылу шығыны,

$$q_{жоғ} = 3{,}6 \cdot \tau_{қыз} \cdot K_{жоғ} \cdot \left(t'_{орт} - t_{ауа}\right) \cdot F_{жоғ}\ ,\ кДж$$

$K_{жоғ}$ – камераның жоғарғы бөлігінің жылуөту коэффициенті, *Вт/(м²·°С)*

$$K_{жоғ} = (1{,}2 \div 1{,}5) \cdot K_{қаб}\ ,\ Вт/(м^2 \cdot {}^oC)$$

$F_{жоғ}$ – камераның жоғарғы бөлігінің бет ауданы, $F_{жоғ} = L_{кам} \cdot B_{кам}$, $м^2$

$q_{еден}$ – камераның төменгі бөлігінен кететін жылу шығыны,

$$q_{еден} = 0{,}5 \cdot q_{жоғ}\ ,\ кДж$$

Бұйымдар орнықтырылған вагонеткаларды қыздыру сатысының соңына дейін қыздыруға кететін жылу шығыны

$$Q_{ваг.қыз} = G_{ваг} \cdot C_{ваг} \cdot \left(t_{бұй.орт} - t_{ауа}\right),\ кДж/сағ$$

мұнда: $G_{ваг}$ – камерадағы вагонеткалардың жалпы массасы, *кг*

$$G_{ваг} = m_{ваг} \cdot n_{ваг},\ кг$$

$m_{ваг}$ – туннельді камерадағы бір вагонетка массасы , (750÷3000)*кг*

$n_{ваг}$ – жұмыс камерасындағы вагонеткалар саны , *дана*

$C_{ваг}$ – вагонетканың жылусыйымдылығы, *кДж/(кг·°С)* (Қосымша С)

Изотермиялық ұстап тұру сатысы

Кіріс бөлімі

Бұйымдар орнықтырылған вагонеткаларды қыздыру сатысы кезіндегі жылулығы (қыздыру сатысында анықталған)

$$Q_{ваг.қыз} = G_{ваг} \cdot C_{ваг} \cdot \left(t_{бұй.орт} - t_{ауа}\right),\ кДж/сағ$$

Шығыс бөлімі

Бұйымдар орнықтырылған вагонеткаларды максимальды температураға дейін қыздыруға кететін жылу шығыны

$$Q_{ваг.из} = G_{ваг} \cdot C_{ваг} \cdot t_{из},\ кДж/сағ$$

Камера қабырғаларының қоршау материалдарын (қабырғасы, едені, жоғарғы бөлігі) максимальды температураға дейін қыздыруға кететін жылу шығыны мына формула бойынша анықталады

$$Q_{қаб.из} = 7{,}2 \cdot \lambda \cdot F \cdot \left(t_{из} - t_{ауа}\right) \cdot \sqrt{\frac{\tau_{из}}{a \cdot \pi}},\ кДж/сағ$$

Изотермиялық ұстап тұру сатысында камера қабырғалары арқылы қоршаған ортаға кететін жылу шығыны мына формула бойынша анықталады.

$$Q_{қор.орт.из} = q_{қаб} + q_{жоғ} + q_{еден},\ кДж/сағ$$

мұнда: $q_{қаб} = 3{,}6 \cdot \tau_{из} \cdot K_{қаб} \cdot \left(t_{из} - t_{ауа}\right) \cdot F_{қаб},\ кДж$

$$q_{жоғ} = 3{,}6 \cdot \tau_{из} \cdot K_{жоғ} \cdot \left(t_{из} - t_{ауа}\right) \cdot F_{жоғ},\ кДж$$

$$q_{еден} = 0{,}5 \cdot q_{жоғ},\ кДж$$

Кассетті қондырғы

Кассетті қондырғының жылулық балансын есептеу, шұңқырлы булау камерасын есептеген тәсілмен жүргізіледі. Ерекшеліктері төменде келтірілген.

Қыздыру сатысы

Шығыс бөлімі

Кассетті қондырғының оқшаулағыш қоршау материалдарын қыздыру сатысының соңына дейін қыздыруға кететін жылу шығыны мына формула бойынша анықталады.

$$Q_{қаб.қыз} = 7{,}2 \cdot \lambda \cdot F \cdot \left(t^{/}_{орт} - t_{ауа}\right) \cdot \sqrt{\frac{\tau_{қыз}}{a \cdot \pi}}\ ,\ кДж/саты$$

мұнда: λ – оқшаулағыш қоршау материалдарының жылуөткізгіштік коэффиценті, $Вт/м \cdot {}^{o}C$

F – оқшаулағыш қоршау материалдарының жалпы бет ауданы, $м^2$

$$F = 2 \cdot B \cdot H\ ,\ м^2$$

Қыздыру сатысында қондырғының оқшаулағыш қоршау материалдары, жоғарғы және төменгі бөліктері арқылы қоршаған ортаға кететін жылу шығыны мына формула бойынша анықталады.

$$Q_{қор.орт.қыз} = q_{қорш} + q_{жоғ} + q_{төм}\ ,\ кДж/саты$$

мұнда: $q_{қорш}$ – қондырғының оқшаулағыш қоршау материалдары арқылы кететін жылу шығыны,

$$q_{қорш} = 3{,}6 \cdot \tau_{қыз} \cdot K_{қорш} \cdot \left(t^{/}_{орт} - t_{ауа}\right) \cdot F_{қорш}\ ,\ кДж$$

$K_{қорш}$ – қондырғының оқшаулағыш қоршау материалдарының жылуөту коэффиценті, $K_{қорш} = \dfrac{1}{\sum \dfrac{\delta}{\lambda} + \dfrac{1}{\alpha_2}}\ ,\ Вт/(м^2 \cdot {}^{o}C)$

$F_{қорш}$ – қоршау материалдарының жалпы бет ауданы,

$$F_{қорш} = 2 \cdot B \cdot H\ ,\ м^2$$

$q_{жоғ}$ – қондырғының жоғарғы бөлігі арқылы кететін жылу шығыны,

$$q_{жоғ} = 3{,}6 \cdot \tau_{қыз} \cdot K_{жоғ} \cdot \left(t^{/}_{орт} - t_{ауа}\right) \cdot F_{жоғ}\ ,\ кДж$$

$K_{жоғ}$ – қондырғының жоғарғы бөлігінің жылуөту коэффициенті, $Вт/(м^2 \cdot {}^{o}C)$

$$K_{жоғ} = (1{,}0 \div 1{,}2) \cdot K_{қорш}\ ,\ Вт/(м^2 \cdot {}^{o}C)$$

$F_{жоғ}$ – қондырғының жоғарғы бөлігінің бет ауданы, $F_{жоғ} = L \cdot B\ ,\ м^2$

$q_{төм}$ – қондырғының төменгі бөлігінен кететін жылу шығыны,

$$q_{төм} = 0{,}5 \cdot q_{жоғ}\ ,\ кДж$$

Қыздыру сатысы кезіндегі су буының конденсатымен кететін жылу шығыны

$$Q_{конд.қыз} = I_{конд} \cdot G_{конд} = I_{су} \cdot \left(G_{бу.қыз} - G_{б.к.}\right),\ кДж/саты$$

мұнда: $G_{б.к.}$ – қондырғыдағы барлық бу беру кеңістіктерін толтыратын су буының массасы, $G_{б.к.} = \rho_{бу} \cdot n_{б.к.} \cdot V_{б.к.}$, *кг*

$V_{б.к.}$ – бір бу беру кеңістігінің көлемі, $V_{б.к.} = \delta_{б.к.} \cdot B \cdot H$, $м^3$

Изотермиялық ұстап тұру сатысы

Шығыс бөлімі

Кассетті қондырғының оқшаулағыш қоршау материалдарын максимальды температураға дейін қыздыруға кететін жылу шығыны мына формула бойынша анықталады.

$$Q_{қаб.из} = 7{,}2 \cdot \lambda \cdot F \cdot \left(t^{/}_{орт} - t_{ауа}\right) \cdot \sqrt{\frac{\tau_{из}}{a \cdot \pi}},\ кДж/саты$$

Изотермиялық ұстап тұру сатысында қондырғының оқшаулағыш қоршау материалдары, жоғарғы және төменгі бөліктері арқылы қоршаған ортаға кететін жылу шығыны мына формула бойынша анықталады.

$$Q_{қор.орт.из} = q_{қорш} + q_{жоғ} + q_{төм},\ кДж/саты$$

мұнда: $q_{қорш}$ – қондырғының оқшаулағыш қоршау материалдары арқылы кететін жылу шығыны,

$$q_{қорш} = 3{,}6 \cdot \tau_{из} \cdot K_{қорш} \cdot \left(t^{/}_{орт} - t_{ауа}\right) \cdot F_{қорш},\ кДж$$

$K_{қорш}$ – қондырғының оқшаулағыш қоршау материалдарының жылуөту коэффициенті, $K_{қорш} = \dfrac{1}{\sum \dfrac{\delta}{\lambda} + \dfrac{1}{\alpha_2}}$, $Вт/(м^2 \cdot {}^oC)$

$F_{қорш}$ – қоршау материалдарының жалпы бет ауданы,

$$F_{қорш} = 2 \cdot B \cdot H,\ м^2$$

$q_{жоғ}$ – қондырғының жоғарғы бөлігі арқылы кететін жылу шығыны,

$$q_{жоғ} = 3{,}6 \cdot \tau_{из} \cdot K_{жоғ} \cdot \left(t^{/}_{орт} - t_{ауа}\right) \cdot F_{жоғ},\ кДж$$

$K_{жоғ}$ –қондырғының жоғарғы бөлігінің жылуөту коэффициенті, $Вт/(м^2 \cdot {}^oC)$

$$K_{жоғ} = (1{,}0 \div 1{,}2) \cdot K_{қорш},\ Вт/(м^2 \cdot {}^oC)$$

$F_{жоғ}$ – камераның жоғарғы бөлігінің бет ауданы, $F_{жоғ} = L \cdot B$, $м^2$

$q_{төм}$ – қондырғының төменгі бөлігінен кететін жылу шығыны,

$$q_{төм} = 0{,}5 \cdot q_{жоғ},\ кДж$$

Изотермиялық ұстап тұру сатысы кезіндегі су буының конденсатымен кететін жылу шығыны

$$Q_{конд.из} = I_{конд} \cdot G_{конд} = I_{су} \cdot \left(G_{бу.из} - G_{б.к.}\right),\ кДж/саты$$

Термоформа қондырғысы

Термоформа қондырғысының жылулық балансын есептеу, кассетті қондырғыны есептеген тәсілмен жүргізіледі.

Автоклав қондырғысы

Цилиндрлі автоклав

Қыздыру сатысы

Кіріс бөлімі

Автоклавқа кіргізілетін бұйымдардың құрғақ массасының жылулығы

$$Q_{құр.бұй.қыз} = G_{құр.бұй} \cdot C_{бұй} \cdot t_{бұй},\ кДж/саты$$

мұнда: $G_{құр.бұй}$ – құрғақ бетонның массасы, *кг*

$$G_{құр.бұй} = \left((1+K) \cdot \rho_{бұй} - A - C\right) \cdot V_{бұй} \cdot D_{кам},\ кг$$

K – 1 $м^3$ бетондағы буланатын судың массасын ескеретін коэффициент, (ауыр бетондар үшін – 0,01; қуысты бетондар үшін – 0,05; әктас негізіндегі бетондар үшін – 0,08)

$\rho_{бұй}$ – бұйымның тығыздығы, *кг/м*^{3}

A – 1 $м^3$ бетондағы арматура массасы, *кг*

C – 1 $м^3$ бетондағы су массасы, $C = Ц \cdot \left(\frac{C}{Ц}\right)$, *кг*

$Ц$ – 1 $м^3$ бетондағы цемент массасы, *кг*

$\left(\frac{C}{Ц}\right)$ – су-цемент қатынасы, формулалар бойынша есептеледі (Қосымша О)

$V_{бұй}$ – бір бұйымның көлемі, $м^3$

$D_{кам}$ – автоклавтағы бұйымдар саны, *дана*

$C_{бұй}$ – бетонның жылусыйымдылығы, *кДж/(кг·*^oC*)* (Қосымша С)

$t_{бұй}$ – автоклавқа кіргізілетін бұйымдардың температурасы, әктас негізіндегі бетондар үшін 30-40 ^oC, цемент негізіндегі бетондар үшін 15-20 ^oC

Бұйымдарды қалыптаудағы араластырылған судың жылулығы

$$Q_{су.бұй.қыз} = G_{су.бұй} \cdot C_{су} \cdot t_{бұй}\ ,\ кДж/саты$$

мұнда: $G_{су.бұй}$ – араластырылған судың массасы, *кг*

$$G_{су.бұй} = C \cdot V_{бұй} \cdot D_{кам}\ ,\ кг$$

$C_{су}$ – бұйымдардағы судың жылусыйымдылығы, *кДж/(кг·°С)* (Қосымша Р)

Бұйымдардағы арматураның жылулығы

$$Q_{арм.қыз} = G_{арм} \cdot C_{арм} \cdot t_{бұй}\ ,\ кДж/саты$$

мұнда: $G_{арм}$ – бұйымдардағы арматураның массасы, *кг*

$$G_{арм} = A \cdot V_{бұй} \cdot D_{кам}\ ,\ кг$$

$C_{арм}$ – арматура жылусыйымдылығы, *кДж/(кг·°С)* (Қосымша С)

Бұйымдар құйылған қалыптардың жылулығы

$$Q_{қал.қыз} = G_{қал} \cdot C_{қал} \cdot t_{бұй}\ ,\ кДж/саты$$

мұнда: $G_{қал}$ – автоклавтардағы қалыптар массасы, *кг*

$$G_{қал} = (0{,}25 \div 1{,}0) \cdot G_{бұй} \cdot V_{бұй} \cdot D_{кам}\ ,\ кг$$

$G_{бұй}$ – бір бұйымның массасы, *кг*

$C_{қал}$ – қалып жылусыйымдылығы, *кДж/кг·°С*

Бұйымдар орнықтырылған вагонеткалардың жылулығы

$$Q_{ваг.} = G_{ваг} \cdot C_{ваг} \cdot t_{.орт}\ ,\ кДж/саты$$

мұнда: $G_{ваг}$ – автоклавтағы вагонеткалардың жалпы массасы, *кг*

$$G_{ваг} = m_{ваг} \cdot n_{ваг}\ ,\ кг$$

$m_{ваг}$ – автоклавтағы бір вагонетка массасы, *кг*

$n_{ваг}$ – автоклавтағы вагонеткалар саны, *дана*

$C_{ваг}$ – вагонетканың жылусыйымдылығы, *кДж/(кг·°С)*

$t_{.орт}$ – қоршаған ортаның температурасы, *°С*

Қыздыру сатысында автоклавқа камераға берілетін қанықкан бу жылулығы

$$Q_{бу.қыз} = G_{бу.қыз} \cdot I_{бу}\ ,\ кДж/саты$$

мұнда: $G_{бу.қыз}$ – қыздыру сатысы кезіндегі автолкавқа берілетін бу массасы, *кг* (белгісіз шама, жылулық баланс теңдеуін шешу нәтижесінде анықталады)

$I_{бу}$ – автоклавқа берілетін будың энтальпиясы, *кДж/кг*

$I_{бу} = 2680 + 120 \cdot \sqrt[4]{P_{ж.қ.}}$, *кДж/кг* (немесе Қосымша Т-дан қабылданады)

$P_{ж.қ.}$ – автоклавтағы будың жұмыс қысымы, *МПа*

Кіріс бөлімінің жалпы мөлшері

$$Q_{қыз.кір} = Q_{құр.бұй.қыз} + Q_{су.бұй.қыз} + Q_{арм.қыз} + Q_{қал.қыз} + Q_{ваг.қыз} + Q_{бу.қыз}, \quad кДж/саты$$

Шығыс бөлімі

Қыздыру сатысының соңындағы бұйымдардың құрғақ массасының жылулығы

$$Q^{I}_{құр.бұй.қыз} = G_{құр.бұй} \cdot C_{бұй} \cdot t^{I}_{из}, \ кДж/саты$$

мұнда: $t^{I}_{из}$ – қыздыру сатысының соңындағы бұйымдардың орташа температурасы, $t^{I}_{из} = (0{,}85 \div 0{,}95) \cdot t_{из}$, ^{o}C

$t_{из}$ – изотермиялық ұстап тұру температурасы, ^{o}C

Бұйымдарды қалыптаудағы араластырылған судың бір бөлігінің буланuына шығындалатын жылу мөлшері

$$Q^{I}_{су.бу.қыз} = G_{су.бу} \cdot I_{бу}, \ кДж/саты$$

мұнда: $G_{су.бу}$ – бұйымдардан буланатын судың массасы, *кг*

$$G_{су.бу} = m_{су} \cdot V_{бұй} \cdot D_{кам}, \ кг$$

$m_{су}$ – 1 $м^3$ бетондағы буланатын судың массасы,

$$m_{су} = K \cdot \rho_{бұй}, \ кг$$

$I_{бу}$ – $t_{орт}$ температурасы кезіндегі камераға берілетін будың энтальпиясы, *кДж/кг* (Қосымша Т)

$t_{орт}$ – қыздыру сатысы кезіндегі автоклавтағы будың орташа температурасы, $t_{орт} = \dfrac{t_{ауа} + t_{из}}{2}$, ^{o}C

Бұйымдардағы қалған суды қыздыру сатысының соңына дейін қыздыруға кететін жылу шығыны

$$Q^{I}_{су.бұй.қыз} = G_{су.бұй} \cdot C_{су} \cdot t^{I}_{из}, \ кДж/саты$$

мұнда: $G^{I}_{су.бұй}$ – қыздыру сатысының соңында бұйымдардағы қалған судың массасы, $G^{I}_{су.бұй} = (C - m_{су}) \cdot V_{бұй} \cdot D_{кам}$, *кг*

$C_{су}$ – $t^{I}_{из}$ температурасы кезіндегі бұйымдардағы қалған судың жылусыйымдылығы, *кДж/(кг·^{o}C)* (Қосымша Р)

Қыздыру сатысының соңындағы бұйымдардағы арматураның жылулығы

$$Q^{I}_{арм.қыз} = G_{арм} \cdot C_{арм} \cdot t^{I}_{из},\ кДж/саты$$

Қыздыру сатысының соңындағы бұйымдар құйылған қалыптардың жылулығы

$$Q^{I}_{қал.қыз} = G_{қал} \cdot C_{қал} \cdot t^{I}_{из},\ кДж/саты$$

Қыздыру сатысының соңындағы бұйымдар орнықтырылған вагонеткалардың жылулығы

$$Q^{I}_{ваг.қыз} = G_{ваг} \cdot C_{ваг} \cdot t^{I}_{из},\ кДж/саты$$

Автоклавтың қоршау материалдарын (металл қабат, жылуоқшаулағыш қабат, қақпақтар) қыздыру сатысының соңына дейін қыздыруға кететін жылу шығыны)

$$Q^{I}_{қорш.қыз} = G_{м} \cdot C_{м} \cdot \left(t^{I}_{из} - t_{ав}\right) + G_{оқш} \cdot C_{оқш} \cdot \left(t_{ав} - t_{с.бет}\right),\ кДж/саты$$

мұнда: $G_{м}$ – қоршау материалдарының металл қабатының массасы, *кг*

$$G_{м} = \rho_{ц.м.қаб} \cdot F_{ц.м.қаб} \cdot \delta_{ц.м.қаб} + \rho_{м.қақ} \cdot F_{м.қақ} \cdot \delta_{м.қақ}$$

$\rho_{ц.м.қаб}$ – цилиндрлі металл қабатының тығыздығы, *кг/м*^{3} (Қосымша С)

$F_{ц.м.қаб}$ – цилиндрлі металл қабаты қабырғасының жалпы ауданы, *м*^{2}

$$F_{ц.м.қаб} = \pi \cdot D_{авт} \cdot L_{авт},\ м^2$$

$\delta_{ц.м.қаб}$ – цилиндрлі металды қабат қабырғасының қалыңдығы, *м*

$$\delta_{ц.м.қаб} = \frac{P_{ж.қ.} \cdot D_{авт}}{(230 \cdot \sigma_{ш.к.} - P_{ж.қ.}) \cdot \varphi}$$

$\sigma_{ш.к.}$ – бу қысымы әсерінен созылу кезіндегі шекті кернеу, *МПа*

$$\sigma_{ш.к.} = \frac{\sigma_{б.ш.}}{\varepsilon_{ц.д.}},\ МПа$$

$\sigma_{б.ш.}$ – болат металдар үшін созылу кезіндегі беріктік шегі, (3,6÷4,5) *МПа* аралығында қабылданады

$\varepsilon_{ц.д.}$ – цилиндрлі денелерді дәнекерлеу коэффициенті, 4,0÷4,25 аралығында қабылданады

φ – дәнекерленген сызықтардың беріктік коэффициенті, дәнекерлеу тәсіліне байланысты 0,7÷0,95 аралығында қабылданады

$\rho_{м.қақ}$ – металды қақпақтар тығыздығы, *кг/м*^{3}

$F_{м.қақ}$ – металды қақпақтардың жалпы ауданы, *м*^{2}

(екі қақпақ үшін) $F_{м.қақ} = 2 \cdot 0{,}4 \cdot \pi \cdot D^2_{авт}$, $м^2$

$\delta_{м.қақ}$ – металды қақпақтардың қалыңдығы, $\delta_{м.қақ} = 1{,}15 \cdot \delta_{ц.м.қаб}$, $м$

$C_м$ – металл қабатының жылусыйымдылығы, $кДж/кг \cdot {}^oC$ (Қосымша С)

$t_{ав}$ – автоклавтың металл қабатының қыздыру сатысы кезіндегі температурасы, $t_{ав} = (100 \div 110)$, ${}^oC$

$G_{оқш}$ – жылуоқшаулағыш қабатының массасы,

$G_{оқш} = \rho_{оқш} \cdot F_{оқш} \cdot \delta_{оқш}$, $кг$

$\rho_{оқш}$ – жылуоқшаулағыш қабатының тығыздығы, $кг/м^3$ (Қосымша С)

$F_{оқш}$ – жылуоқшаулағыш қабаты қабырғасының жалпы ауданы, $м^2$

$F_{оқш} = \pi \cdot (D_{авт} + 2 \cdot \delta_{оқш}) \cdot L_{авт}$, $м^2$

$\delta_{оқш}$ – жылуоқшаулағыш қабаты қабырғасының қалыңдығы, $(0{,}1 \div 0{,}15)$ $м$

$C_{оқш}$ – жылуоқшаулағыш қабатының жылусыйымдылығы, $кДж/(кг \cdot {}^oC)$

$t_{с.бет}$ – автоклавтың қыздыру сатысы кезіндегі оқшаулағыш қабатының сыртқы бетінің температурасы, $t_{с.бет} = (35 \div 40)$, ${}^oC$

Қыздыру сатысында автоклав қоршаулары арқылы қоршаған ортаға кететін жылу шығыны

$$Q^I_{қор.орт.қыз} = 3{,}6 \cdot \alpha_c \cdot \tau_{қыз} \cdot \left(t_{с.бет} - t_{ауа}\right) \cdot F_{ж.қорш} , \ кДж/саты$$

мұнда: α_c – автоклавтың сыртқы бетінен қоршаған ортаға жылуберу коэффиценті, $\alpha_c = 9{,}4 + 0{,}052 \cdot \left(t_{с.бет} - t_{ауа}\right)$, $Вт/(м^2 \cdot {}^oC)$ (немесе 7–кестеден қабылданады)

$F_{ж.қорш}$ – қоршау материалдарының жалпы бет ауданы, $м^2$

$F_{ж.қорш} = F_{м.қақ} + F_{оқш}$, $м^2$

7–кесте

Автоклавтың сыртқы бетінің температурасына байланысты цилиндрлі қабырғалар үшін қоршаған ортаға жылуберу коэффициентінің мәні

$t_{с.бет}$, ${}^oC$	α_c , $Вт/(м^2 \cdot {}^oC)$
10	9,78
25	10,45
40	10,69

Қыздыру сатысы кезіндегі су буының конденсатымен кететін жылу шығыны

$$Q^I_{конд.қыз} = I_{конд} \cdot G_{конд} = I_{су} \cdot \left(G_{бу.қыз} - G_{бос}\right), \ кДж/саты$$

мұнда: $I_{су}$ – $t^I_{из}$, ${}^oC$ температурасы кезіндегі конденсат энтальпиясы, $кДж/кг$

$I_{су} = 762 \cdot \sqrt[4]{P_{ж.қ.}}$, $кДж/кг$ (немесе Қосымша Т-дан қабылданады)

$G_{бос}$ – жұмыс камерасының бұйымдардан бос бөлігін толтыратын су буының массасы, $G_{бос} = \rho_{бу} \cdot (V_{кам} - V_{кам.бұй} - V_{кам.ваг})$, *кг*

$\rho_{бу} - t^{I}_{из}, {}^{o}C$ температурасы кезіндегі бу тығыздығы, *кг/ м*^{3} (Қосымша Т)

$V_{кам}$ – жұмыс камерасының жалпы көлемі, *м*^{3}

$V_{кам.бұй}$ – жұмыс камерасындағы бұйымдардың қалыппен бірге жалпы көлемі, $V_{кам.бұй} = V_{бұй} \cdot D_{кам} + \frac{G_{қал}}{\rho_{қал}}$, *м*^{3}

$V_{кам.ваг}$ – жұмыс камерасындағы вагонеткалардың жалпы көлемі, *м*^{3}

$$V_{кам.ваг} = \frac{G_{ваг}}{\rho_{ваг}}, \ м^3$$

Қыздыру сатысы кезіндегі ескерілмеген жылу шығындары

$Q^{I}_{еск.қыз} = (0{,}05 \div 0{,}1) \cdot Q_{қыз.кір}$, к*Дж/саты*

Шығыс бөлімінің жалпы мөлшері

$$Q_{қыз.шыг} = Q^{I}_{құр.бұй.қыз} + Q^{I}_{су.бу.қыз} + Q^{I}_{су.бұй.қыз} + Q^{I}_{арм.қыз} + Q^{I}_{қал.қыз} + Q^{I}_{ваг.қыз} + Q^{I}_{қорш.қыз} + Q^{I}_{қор.орт.қыз} + Q^{I}_{конд.қыз} + Q^{I}_{еск.қыз}, \text{ к}Дж/саты$$

Қыздыру сатысындағы автоклавқа берілетін және шығындалатын жылудың жалпы мөлшерін теңестіру арқылы будың шығын мөлшері $G_{бу.қыз}$ анықталады.

$$Q_{қыз.кір} = Q_{қыз.шыг}$$

Будың шығын мөлшерінің $G_{бу.қыз}$ мәні арқылы қыздыру сатысы кезіндегі 1*м*^{3} бетонға шығындалатын будың меншікті шығын мөлшері мына формула бойынша анықталады:

$$G_{қыз.мен} = \frac{G_{бу.қыз}}{V_{кам} \cdot D_{кам}}, \qquad кг/м^3$$

<u>Изотермиялық ұстап тұру сатысы</u>

Кіріс бөлімі

Изотермиялық ұстап тұру сатысының кезіндегі бұйымдардың құрғақ массасының жылулығы (қыздыру сатысында анықталған)

$$Q_{құр.бұй.из} = Q^{I}_{құр.бұй.қыз},\ кДж/саты$$

Бұйымдардағы қалған судың изотермиялық ұстап тұру сатысы кезіндегі жылулығы (қыздыру сатысында анықталған)

$$Q_{су.бұй.из} = Q^{I}_{су.бұй.қыз},\ кДж/саты$$

Бұйымдардағы арматураның изотермиялық ұстап тұру сатысы кезіндегі жылулығы (қыздыру сатысында анықталған)

$$Q_{арм.изд} = Q^{I}_{арм.қыз},\ кДж/саты$$

Бұйымдар құйылған қалыптың изотермиялық ұстап тұру сатысы кезіндегі жылулығы (қыздыру сатысында анықталған)

$$Q_{қал.из} = Q^{I}_{қал.қыз},\ кДж/саты$$

Бұйымдар орнықтырылған вагонеткалардың изотермиялық ұстап тұру сатысы кезіндегі жылулығы (қыздыру сатысында анықталған)

$$Q_{ваг.из} = Q^{I}_{ваг.қыз},\ кДж/саты$$

Автоклавтың қоршау материалдарының изотермиялық ұстап тұру сатысы кезіндегі жылулығы (қыздыру сатысында анықталған)

$$Q_{қорш.из} = Q^{I}_{қорш.қыз},\ кДж/саты$$

Изотермиялық ұстап тұру сатысында автоклавқа берілетін қаныққан бу жылулығы

$$Q_{бу.из} = G_{бу.из} \cdot I_{бу},\ кДж/саты$$

мұнда: $G_{бу.из}$ – изотермиялық ұстап тұру сатысы кезіндегі камераға берілетін будың массасы, *кг* (белгісіз шама, жылулық баланс теңдеуін шешу нәтижесінде анықталады)

Кіріс бөлімінің жалпы мөлшері

$$Q_{из.кір} = Q_{құр.бұй.из} + Q_{су.бұй.из} + Q_{арм.из} + Q_{қал.из} + Q_{ваг.из} + Q_{қорш.из} + Q_{бу.из},\ кДж/саты$$

Шығыс бөлімі

Изотермиялық ұстап тұру сатысының соңындағы бұйымдардың құрғақ массасының жылулығы

$$Q^{I}_{құр.бұй.из} = G_{құр.бұй} \cdot C_{бұй} \cdot t_{из},\ кДж/саты$$

Бұйымдардағы қалған суды изотермиялық ұстап тұру сатысының соңына дейін қыздыруға кететін жылу шығыны

$$Q^{I}_{су.бұй.из} = G_{су.бұй} \cdot C_{су} \cdot t_{из},\ кДж/саты$$

Изотермиялық ұстап тұру сатысының соңындағы бұйымдардағы арматураның жылулығы

$$Q^{I}_{арм.из} = G_{арм} \cdot C_{арм} \cdot t_{из},\ кДж/саты$$

Автоклавтың қоршау материалдарын изотермиялық ұстап тұру сатысының соңына дейін қыздыруға кететін жылу шығыны

$$Q^{I}_{қорш.из} = G_{м} \cdot C_{м} \cdot \left(t_{из} - t_{ав}\right) + G_{оқш} \cdot C_{оқш} \cdot \left(t_{ав} - t_{с.бет}\right),\ кДж/саты$$

Изотермиялық ұстап тұру сатысында автоклав қоршаулары арқылы қоршаған ортаға кететін жылу шығыны

$$Q^{I}_{қор.орт.из} = 3{,}6 \cdot \alpha_{с} \cdot \tau_{из} \cdot \left(t_{с.бет} - t_{ауа}\right) \cdot F_{ж.қорш},\ кДж/саты$$

Изотермиялық ұстап тұру сатысы кезіндегі су буының конденсатымен кететін жылу шығыны

$$Q^{I}_{конд.из} = I_{конд} \cdot G_{конд} = I_{су} \cdot \left(G_{бу.из} - G_{бос}\right),\ кДж/саты$$

Изотермиялық ұстап тұру сатысы кезіндегі ескерілмеген жылу шығындары

$$Q^{I}_{еск.из} = (0{,}02 \div 0{,}05) \cdot Q_{из.кір},\ кДж/саты$$

Шығыс бөлімінің жалпы мөлшері

$$Q_{из.шығ} = Q^{I}_{құр.бұй.из} + Q^{I}_{су.бұй.из} + Q^{I}_{арм.из} + Q^{I}_{қорш.из} + Q^{I}_{қор.орт.из} + Q^{I}_{конд.из} + Q^{I}_{еск.из},\ кДж/саты$$

Изотермиялық ұстап тұру сатысындағы автоклавқа берілетін және шығындалатын жылудың жалпы мөлшерін теңестіру арқылы будың шығын мөлшері $G_{бу.из}$ анықталады.

$$Q_{из.кір} = Q_{из.шығ}$$

Будың шығын мөлшерінің $G_{бу.из}$ мәні арқылы изотермиялық ұстап тұру сатысы кезіндегі $1\ м^3$ бетонға шығындалатын будың меншікті шығын мөлшері мына формула бойынша анықталады:

$$G_{из.мен} = \frac{G_{бу.из}}{V_{кам} \cdot D_{кам}}\ , \qquad кг/м^3$$

Автоклавтың бір циклдағы жұмыс істеу кезіндегі толық шығындалатын будың меншікті шығын мөлшері мына формула бойынша анықталады:

$$G_{ав.мен} = G_{қыз.мен} + G_{из.мен}\ , \qquad кг/м^3\ бетонға$$

<u>Тік бұрышты көлденеңді автоклав</u>

Тік бұрышты көлденеңді автоклавтың жылулық балансын есептеу, цилиндрлі автоклавты есептеген тәсілмен жүргізіледі. Ерекшеліктері төменде келтірілген.

<u>Қыздыру сатысы</u>

Кіріс бөлімінің жалпы мөлшері

$$Q_{қыз.кір} = Q_{құр.бұй.қыз} + Q_{су.бұй.қыз} + Q_{арм.қыз} + Q_{қал.қыз} + \\ + Q_{ваг.қыз} + Q_{бу.қыз}\ , \quad кДж/саты$$

Шығыс бөлімі

Шығыс бөлімінің жалпы мөлшері

$$Q_{қыз.шығ} = Q^I_{құр.бұй.қыз} + Q^I_{су.бу.қыз} + Q^I_{су.бұй.қыз} + Q^I_{арм.қыз} + Q^I_{қал.қыз} + \\ + Q^I_{ваг.қыз} + Q^I_{қорш.қыз} + Q^I_{қор.орт.қыз} + Q^I_{конд.қыз} + Q^I_{еск.қыз}\ , кДж/саты$$

Автоклавтың қоршау материалдарын (металл қабат, жылуоқшаулағыш қабат, қақпақтар) қыздыру сатысының соңына дейін қыздыруға кететін жылу шығыны)

$$Q^{I}_{қорш.қыз} = G_{м} \cdot C_{м} \cdot \left(t^{I}_{из} - t_{ав}\right) + G_{б} \cdot C_{б} \cdot \left(t_{ав} - t_{с.бет}\right),\ кДж/сағ$$

мұнда: $G_{м}$ – қоршау материалдарының металл қабатының массасы, *кг*

$$G_{м} = \rho_{м.қаб} \cdot F_{м.қаб} \cdot \delta_{м.қаб} + \rho_{м.қақ} \cdot F_{м.қақ} \cdot \delta_{м.қақ}$$

$\rho_{м.қаб}$ – металл қабатының тығыздығы, *кг/м*^{3} (Қосымша С)

$F_{м.қаб}$ – металл қабаты қабырғасының жалпы ауданы, *м*^{2}

$$F_{м.қаб} = 2 \cdot (B_{авт} \cdot L_{авт} + H_{авт} \cdot L_{авт}),\ м^2$$

$\delta_{м.қаб}$ – металды қабат қабырғасының қалыңдығы, 0,005*м*

$\rho_{м.қақ}$ – металды қақпақтар тығыздығы, *кг/м*^{3}

$F_{м.қақ}$ – металды қақпақтардың жалпы ауданы, *м*^{2}

(екі қақпақ үшін) $F_{м.қақ} = 2 \cdot B_{авт} + H_{авт},\ м^2$

$\delta_{м.қақ}$ – металды қақпақтардың қалыңдығы, 0,024*м*

$C_{м}$ – металл қабатының жылусыйымдылығы, *кДж/(кг·*^{o}*С)* (Қосымша С)

$t_{ав}$ – автоклавтың металл қабатының қыздыру сатысы кезіндегі температурасы, $t_{ав} = (100 \div 110)$, ^{o}C

$G_{б}$ – бетон қабатының массасы, $G_{б} = \rho_{б} \cdot F_{б} \cdot \delta_{б}$, *кг*

$\rho_{б}$ – бетон қабатының тығыздығы, *кг/м*^{3} (Қосымша С)

$F_{б}$ – бетон қабаты қабырғасының жалпы ауданы, *м*^{2}

$$F_{б} = 2 \cdot (B_{авт} \cdot L_{авт} + H_{авт} \cdot L_{авт}),\ м^2$$

$\delta_{б}$ – бетон қабаты қабырғасының қалыңдығы, 0,23*м*

$C_{б}$ – бетон қабатының жылусыйымдылығы, *кДж/(кг·*^{o}*С)*

$t_{с.бет}$ – автоклавтың сыртқы бетінің температурасы, $t_{с.бет} = (35 \div 40)$, ^{o}C

Қыздыру сатысында автоклав қоршаулары арқылы қоршаған ортаға кететін жылу шығыны

$$Q^{I}_{қор.орт.қыз} = 3{,}6 \cdot \alpha_{с} \cdot \tau_{қыз} \cdot \left(t_{с.бет} - t_{ауа}\right) \cdot F_{ж.қорш},\ кДж/сағ$$

мұнда: $F_{ж.қорш}$ – қоршау материалдарының жалпы бет ауданы, *м*^{2}

$$F_{ж.қорш} = F_{м.қақ} + F_{м.қаб},\ м^2$$

<u>*Изотермиялық ұстап тұру сатысы*</u>

Кіріс бөлімінің жалпы мөлшері

$$Q_{из.кір} = Q_{құр.бұй.из} + Q_{су.бұй.из} + Q_{арм.из} + Q_{қал.из} + Q_{ваг.из} + Q_{қорш.из} + Q_{бу.из},\ кДж/сағ$$

Шығыс бөлімі

Шығыс бөлімінің жалпы мөлшері

$$Q_{из.шыг} = Q^{I}_{құр.бұй.из} + Q^{I}_{су.бұй.из} + Q^{I}_{арм.из} + Q^{I}_{қорш.из} + Q^{I}_{қор.орт.из} + \\ + Q^{I}_{конд.из} + Q^{I}_{еск.из}, \text{ кДж/саты}$$

Автоклавтың қоршау материалдарын изотермиялық ұстап тұру сатысының соңына дейін қыздыруға кететін жылу шығыны

$$Q^{I}_{қорш.из} = G_{м} \cdot C_{м} \cdot \left(t_{из} - t_{ав}\right) + G_{б} \cdot C_{б} \cdot \left(t_{ав} - t_{с.бет}\right), \text{ кДж/саты}$$

<u>Тік бұрышты шұңқырлы автоклав</u>

Тік бұрышты шұңқырлы автоклавтың жылулық балансын есептеу, цилиндрлі автоклавты есептеген тәсілмен жүргізіледі. Ерекшеліктері төменде келтірілген.

<u>Қыздыру сатысы</u>

Тік бұрышты шұңқырлы автоклавтарда бұйымдарды камераға кіргізу вагонеткасыз жүргізіледі, яғни:

Кіріс бөлімінің жалпы мөлшері

$$Q_{қыз.кір} = Q_{құр.бұй.қыз} + Q_{су.бұй.қыз} + Q_{арм.қыз} + Q_{қал.қыз} + Q_{бу.қыз}, \quad \text{кДж/саты}$$

Шығыс бөлімі

Шығыс бөлімінің жалпы мөлшері

$$Q_{қыз.шыг} = Q^{I}_{құр.бұй.қыз} + Q^{I}_{су.бу.қыз} + Q^{I}_{су.бұй.қыз} + Q^{I}_{арм.қыз} + Q^{I}_{қал.қыз} + \\ + Q^{I}_{қорш.қыз} + Q^{I}_{қор.орт.қыз} + Q^{I}_{конд.қыз} + Q^{I}_{еск.қыз}, \text{ кДж/саты}$$

Автоклавтың қоршау материалдарын (металл қабат, жылуоқшаулағыш қабат, қақпақтар) қыздыру сатысының соңына дейін қыздыруға кететін жылу шығыны)

$$Q^{I}_{қорш.қыз} = G_{м} \cdot C_{м} \cdot \left(t^{I}_{из} - t_{ав}\right) + G_{б} \cdot C_{б} \cdot \left(t_{ав} - t_{с.бет}\right), \text{ кДж/саты}$$

мұнда: $G_{м}$ – қоршау материалдарының металл қабатының массасы, *кг*

$$G_м = \rho_{м.қаб} \cdot F_{м.қаб} \cdot \delta_{м.қаб} + \rho_{м.қақ} \cdot F_{м.қақ} \cdot \delta_{м.қақ}$$

$\rho_{м.қаб}$ – металл қабатының тығыздығы, *кг/м*^{3} (Қосымша С)

$F_{м.қаб}$ – металл қабаты қабырғасының жалпы ауданы, *м*^{2}

$$F_{м.қаб} = 2 \cdot (B_{кам} \cdot H_{кам} + H_{кам} \cdot L_{кам}) + B_{кам} \cdot L_{кам},\ м^2$$

$\delta_{м.қаб}$ – металды қабат қабырғасының қалыңдығы, 0,005*м*

$\rho_{м.қақ}$ – металды қақпақ тығыздығы, *кг/м*^{3}

$F_{м.қақ}$ – металды қақпақтың жалпы ауданы, $F_{м.қақ} = B_{кам} + H_{кам},\ м^2$

$\delta_{м.қақ}$ – металды қақпақтың қалыңдығы, 0,1*м*

$C_м$ – металл қабатының жылусыйымдылығы, *кДж/(кг·*^{o}*С)* (Қосымша С)

$t_{ав}$ – автоклавтың металл қабатының қыздыру сатысы кезіндегі температурасы, $t_{ав} = (100 \div 110)$, ^oC

$G_б$ – бетон қабатының массасы, $G_б = \rho_б \cdot F_б \cdot \delta_б,\ кг$

$\rho_б$ – бетон қабатының тығыздығы, *кг/м*^{3} (Қосымша С)

$F_б$ – бетон қабаты қабырғасының жалпы ауданы, *м*^{2}

$$F_б = 2 \cdot (B_{кам} \cdot H_{кам} + H_{кам} \cdot L_{кам}) + B_{кам} \cdot L_{кам},\ м^2$$

$\delta_б$ – бетон қабаты қабырғасының қалыңдығы, 1,0*м*

$C_б$ – бетон қабатының жылусыйымдылығы, *кДж/(кг·*^{o}*С)*

$t_{с.бет}$ – автоклавтың сыртқы бетінің температурасы, $t_{с.бет} = (35 \div 40)$, ^oC

<u>*Изотермиялық ұстап тұру сатысы*</u>

Кіріс бөлімінің жалпы мөлшері

$$Q_{из.кір} = Q_{құр.бұй.из} + Q_{су.бұй.из} + Q_{арм.из} + Q_{қал.из} + Q_{қорш.из} + Q_{бу.из},\ кДж/саты$$

Шығыс бөлімі

Шығыс бөлімінің жалпы мөлшері

$$Q_{из.шыг} = Q^I_{құр.бұй.из} + Q^I_{су.бұй.из} + Q^I_{арм.из} + Q^I_{қорш.из} + Q^I_{қор.орт.из} + Q^I_{конд.из} + Q^I_{еск.из},\ кДж/саты$$

Автоклавтың қоршау материалдарын изотермиялық ұстап тұру сатысының соңына дейін қыздыруға кететін жылу шығыны

$$Q^I_{қорш.из} = G_м \cdot C_м \cdot (t_{из} - t_{ав}) + G_б \cdot C_б \cdot (t_{ав} - t_{с.бет}),\ кДж/саты$$

Үздіксіз жұмыс істейтін қондырғылар

Туннельді бұлау камерасы

Қыздыру бөлімінің жылулық балансы

Шығыс бөлімі

Бұйымдарды қыздыруға кететін жылу шығыны

$$Q_{бұй.қыз} = G_{қон} \cdot C_{бұй} \cdot \left(t_{бұй.орт} - t_{бұй.бас}\right),\ кВт$$

мұнда: $G_{қон}$ – қондырғының секундтық өнімділігі,

$$G_{қон} = \frac{D_{қон} \cdot G_{құр.бұй}}{3600},\ кг/секунд$$

$D_{қон}$ – бір қондырғының сағаттық өнімділігі, *дана/сағат*

$G_{құр.бұй}$ – құрғақ бетонның массасы, $G_{құр.бұй} = (\rho_{бұй} - C) \cdot V_{бұй}$, *кг*

C – 1 $м^3$ бетондағы су массасы, 200*кг*

$V_{бұй}$ – бір бұйымның көлемі, $м^3$

$\rho_{бұй}$ – бұйымның тығыздығы, $\rho_{бұй} = \frac{G_{бұй}}{V_{бұй}}$ $кг/м^3$

$G_{бұй}$ – бір бұйымның салмағы, *кг*

$C_{бұй}$ – бетонның жылусыйымдылығы, *кДж/(кг·°С)* (Қосымша С)

$t_{бұй.орт}$ – қыздыру сатысының соңындағы бұйымдардың орташа температурасы, $t_{бұй.орт} = (0{,}8 \div 0{,}95) \cdot t_{из}$, ^oC

$t_{из}$ – изотермиялық ұстап тұру температурасы, ^oC

$t_{бұй.бас}$ –камераға кіргізілетін бұйымдардың бастапқы температурасы, ^oC

Бұйымдарды қалыптайтын араластырылған суды қыздыруға кететін жылу шығыны

$$Q_{су.бұй.қыз} = 4{,}19 \cdot G_{су.бұй} \cdot \left(t_{бұй.орт} - t_{бұй.бас}\right),\ кВт$$

мұнда: $G_{су.бұй}$ – араластырылған судың массасы, *кг/секунд*

$$G_{су.бұй} = \frac{C \cdot V_{бұй} \cdot D_{қон}}{3600},\ кг/секунд$$

Бұйымдар құйылған қалыптарды және бұйымдар орнықтырылған вагонеткаларды қыздыруға кететін жылу шығыны

$$Q_{қал.қыз} = G_{қал} \cdot C_{қал} \cdot \left(t_{бұй.орт} - t_{бұй.бас}\right),\ кВт$$

мұнда: $G_{қал}$ – қалыптар және вагонеткалардың массасы, *кг/секунд*

$$G_{қал} = (1{,}25 \div 2{,}0) \cdot G_{қон}\text{, } кг/секунд$$

$C_{қал}$ – қалып және вагонеткалардың жылусыйымдылығы, *кДж/(кг·°С)*

Бұйымдардағы суды буландыруға кететін жылу шығыны

$$Q_{су.бу.қыз} = G_{су.бу.қыз} \cdot I_{бу.п.б.},\ кВт$$

мұнда: $G_{су.бу.қыз}$ – қыздыру бөліміндегі бұйымдардан буланатын су массасы, *кг*

жеңіл бетондар үшін $G_{су.бу} = (0{,}03 \div 0{,}05) \cdot G_{қон}$, *кг/секунд*

ауыр бетондар үшін $G_{су.бу} = (0{,}01 \div 0{,}02) \cdot G_{қон}$, *кг/секунд*

$I_{бу.п.б.}$ – $t_{бұй.орт}$, ^oC температурасы кезіндегі су буы пайда болудың энтальпиясы, *кДж/кг* (Қосымша П)

Қондырғының қыздыру бөлімінің қабырғалары, жоғарғы және төменгі бөліктері арқылы қоршаған ортаға кететін жылу шығыны

$$Q_{қор.орт.қыз} = q_{қаб} + q_{жоғ} + q_{төм}\text{, } кВт$$

мұнда: $q_{қаб}$ – камераның қабырғасы арқылы кететін жылу шығыны, *кВт*

$$q_{қаб} = 0{,}001 \cdot K_{қаб.қыз} \cdot \left(t_{буауа} - t_{ауа}\right) \cdot F_{қаб.қыз},\ кВт$$

$K_{қаб.қыз}$ – камера қабырғасының жылуөту коэффициенті,

$$K_{қаб.қыз} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}},\ Вт/(м^2 \cdot {}^oC)$$

δ – қоршау материалдарының қалыңдығы, *м*

λ – қоршау материалдарының жылуөткізгіштігі, *Вт/(м·°С)*

α_1 – буауа қоспасынан қоршау материалдарының ішкі бетіне жылу беру коэффициенті, $\alpha_1 = (100 \div 115)$, *Вт/(м²·°С)*

α_2 – қоршау материалдарының сыртқы бетінен қоршаған ортаға жылу беру коэффициенті, $\alpha_2 = (16 \div 18)$, *Вт/(м²·°С)*

$t_{буауа}$ – қыздыру бөліміндегі буауа қоспасының орташа температурасы, ^oC

$$t_{буауа} = \frac{t_{бұй.орт} + t_{ауа}}{2},\ ^oC$$

$t_{ауа}$ – қоршаған ортадағы ауаның температурасы, ^oC

$F_{қаб.қыз}$ – қыздыру бөлімі қабырғасының жалпы бет ауданы, $м^2$

$$F_{қаб.қыз} = 2 \cdot L_{қыз} \cdot H_{кам},\ м^2$$

$q_{жоғ}$ – камераның жоғарғы бөлігінен кететін жылу шығыны,

$$q_{жоғ} = 0{,}001 \cdot K_{жоғ.қыз} \cdot \left(t_{буауа} - t_{ауа}\right) \cdot F_{жоғ.қыз},\ кВт$$

$K_{жоғ.қыз}$ – камераның жоғарғы бөлігінің жылуөту коэффициенті,

$$K_{жоғ.қыз} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}},\ Вт/(м^2 \cdot {}^oC)$$

δ – қоршау материалдарының қалыңдығы, *м*

λ – қоршау материалдарының жылуөткізгіштігі, *Вт/(м·°С)*

α_1 – буауа қоспасынан қоршау материалдарының ішкі бетіне жылу беру коэффициенті, $\alpha_1 = (120 \div 125)$, *Вт/(м²·°С)*

α_2 – қоршау материалдарының сыртқы бетінен қоршаған ортаға жылу беру коэффициенті, $\alpha_2 = (18 \div 20)$, *Вт/(м²·°С)*

$F_{жоғ.қыз}$ – қыздыру бөлімінің жоғарғы бөлігінің бет ауданы, *м²*

$$F_{жоғ.қыз} = L_{қыз} \cdot B_{кам}, \; м^2$$

$q_{төм}$ – камераның төменгі бөлігінен кететін жылу,

$$q_{төм} = 0{,}5 \cdot q_{жоғ}, \; кВт$$

Қондырғының бұйымдар орнықтырылған вагонеткалар кіргізілетін бөлігіндегі саңлаулар арқылы қоршаған ортаға кететін бу шығыны

$$Q_{саң.қыз} = 5{,}48 \cdot \left(t_{буауа} - t_{ауа}\right)^{0,6} \cdot F_{қима} \cdot H_{кам}^{0,5}, \; кВт$$

мұнда: $F_{қима}$ – қондырғының қима ауданы, $F = B_{кам} \cdot H_{кам}, \; м^2$

Шығыс бөлімінің жалпы мөлшері

$$Q_{қыз.шыг} = 1{,}2 \cdot \begin{pmatrix} Q_{бұй.қыз} + Q_{су.бұй.қыз} + Q_{қал.қыз} + Q_{су.бу.қыз} + Q_{қор.орт.қыз} + \\ + Q_{саң.қыз} \end{pmatrix}, \; кВт$$

Кіріс бөлімі

Цемент гидратациясы кезіндегі экзотермиялық реакциялар жылулығы

$$Q_{экз.қыз} = (0{,}4 \div 0{,}6) \cdot 0{,}0023 \cdot Q_{э.28} \cdot G_{цем} \cdot t_{буауа} \cdot \tau_{қыз} \cdot \left(\frac{С}{Ц}\right)^{0,44}, \; кВт$$

мұнда: $Q_{э.28}$ – 28 тәулікте қатаю кезінде бөлінетін цементтің экзотермиялық реакциясының жылулығы, *кДж/кг* (6–кестеден алынады)

$G_{цем}$ – бұйымдардағы цементтің секундтық массасы, *кг/секунд*

$$G_{цем} = \frac{Ц \cdot V_{бұй} \cdot D_{қон}}{3600}, \; кг/секунд$$

$Ц$ – 1 $м^3$ бетондағы цемент массасы, *кг*

$\tau_{қыз}$ – қыздыру сатысының уақыты, *сағат*

$\left(\frac{С}{Ц}\right)$ – су-цемент қатынасы, арнайы бойынша есептеледі, (Қосымша О)

Қыздыру бөліміне изотермиялық ұстап тұру бөлімінен ауа ағыны пердесі арқылы өтетін будың жылулығы

$$Q_{саң.қыз} = 5{,}48 \cdot \Delta t^{0,6} \cdot F_{қима} \cdot H_{кам}^{0,5}, \; кВт$$

мұнда: Δt – қыздыру және изотермиялық ұстап тұру бөлімдерінің шекарасындағы температура айырмашылығы, $1\,^{o}C$

Қыздыру бөліміне жылутасымалдағыштармен берілетін жылу мөлшері (калориферде қыздырылған ауа, тесікті құбырмен берілетін бу және регистрмен берілетін бу жылулықтары)

$$Q_{ж.т.қыз} = Q_{қыз.шыг} - (Q_{экз.қыз} + Q_{саң.қыз}), \; кВт$$

Кіріс бөлімінің жалпы мөлшері

$$Q_{қыз.кір} = Q_{экз.қыз} + Q_{саң.қыз} + Q_{ж.т.қыз}, \; кВт$$

Калориферде қыздырылған ауаның жылулығы

$$Q_{қ.а.қыз} = \varphi_1 \cdot Q_{ж.т.қыз}, \; кВт$$

мұнда: φ_1 – камераға берілетін жылутасымалдағыштардағы қыздырылған ауаның үлесін ескеретін коэффициент (0,2÷0,5)

Тесікті бу беру құбырмен берілетін бу жылулығы

$$Q_{т.б.қыз} = \varphi_2 \cdot Q_{ж.т.қыз}, \; кВт$$

мұнда: φ_2 – камераға берілетін жылутасымалдағыштардағы тесікті бу беру құбырымен берілетін будың үлесін ескеретін коэффициент (0,5÷0,9)

Регистрмен берілетін бу жылулығы

$$Q_{р.б.қыз} = \varphi_3 \cdot Q_{ж.т.қыз}, \; кВт$$

мұнда: φ_3 – камераға берілетін жылутасымалдағыштардағы регистрмен берілетін будың үлесін ескеретін коэффициент (0,1÷0,3)

Үлес коэффициенттерінің жалпы қосындысы 1 тең болуы қажет ($\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 = 1$).

Калорифер арқылы берілетін қыздырылған ауаның мөлшері

$$G_{қ.а.қыз} = \frac{Q_{қ.а.қыз}}{C_{кір.ауа} \cdot t_{кір.ауа} - C_{шыг.ауа} \cdot t_{шыг.ауа}}, \quad кг/секунд$$

мұнда: $C_{кір.ауа}$ – $t_{кір.ауа}$ температурасына сәйкес камераға берілетін қыздырылған ауаның жылусыйымдылығы, *кДж/(кг·°С)* (8–кестеден алынады)

$t_{кір.ауа}$ – камераға берілетін қыздырылған ауаның температурасы, $t_{кір.ауа} = (90 \div 100)\ ^oC$

$C_{шығ.ауа}$ – $t_{шығ.ауа}$ температурасына сәйкес камерадан шығатын қыздырылған ауаның жылусыйымдылығы, *кДж/(кг·°С)* (8–кестеден алынады)

$t_{шығ.ауа}$ – камерадан шығатын қыздырылған ауаның температурасы, $t_{шығ.ауа} = (40 \div 60)\ ^oC$

8–кесте

Ылғал ауаның жылусыйымдылығы

$t_{ауа}$, °С	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$C_{ауа}$, *кДж/(кг·°С)*	2,93	2,83	3,24	3,93	4,65	6,63	8,93	12,38	18,16	26,76

Тесікті бу беру құбырмен берілетін будың мөлшері

$$G_{т.б.қыз} = \frac{Q_{т.б.қыз}}{I_{бу}},\quad кг/секунд$$

мұнда: $I_{бу}$ – тесікті бу беру құбырмен берілетін будың энтальпиясы, *кДж/кг* (Қосымша П)

Регистрмен берілетін будың мөлшері

$$G_{р.б.қыз} = \frac{Q_{р.б.қыз}}{I_{кір.бу} - I_{шығ.бу}},\quad кг/секунд$$

мұнда: $I_{кір.бу}$ – $t_{кір.рег.бу}$ температурасы кезінде регистрға берілетін будың энтальпиясы, *кДж/кг* (Қосымша П)

$t_{кір.рег.бу}$ – регистрға берілетін будың температурасы, $t_{кір.рег.бу} = (140 \div 150)\ ^oC$

$I_{шығ.бу}$ – $t_{шығ.рег.бу}$ температурасы кезінде регистрдан шығатын конденсат энтальпиясы, *кДж/кг* (Қосымша П)

$t_{шығ.рег.бу}$ – регистрдан шығатын будың температурасы, $t_{шығ.рег.бу} = (50 \div 60)\ ^oC$

Қыздыру бөліміне берілетін будың меншікті шығыны

$$G_{бу.қыз} = \frac{3600 \cdot Q_{ж.т.қыз}}{2676 \cdot D_{қон} \cdot V_{бұй}},\quad кг/м^3\ бетонға$$

Изотермиялық ұстап тұру бөлімінің жылулық балансы

Шығыс бөлімі

Бұйымдарды қыздыруға кететін жылу шығыны

$$Q_{бұй.из} = G_{қон} \cdot C_{бұй} \cdot \left(t_{из} - t_{бұй.орт}\right),\ кВт$$

Бұйымдарды қалыптайтын араластырылған суды қыздыруға кететін жылу шығыны

$$Q_{су.бұй.из} = 4{,}19 \cdot \left(G_{су.бұй} - G_{су.бу.қыз}\right) \cdot \left(t_{из} - t_{бұй.орт}\right),\ кВт$$

Бұйымдар құйылған қалыптарды және бұйымдар орнықтырылған вагонеткаларды қыздыруға кететін жылу шығыны

$$Q_{қал.из} = G_{қал} \cdot C_{қал} \cdot \left(t_{из} - t_{бұй.орт}\right),\ кВт$$

Бұйымдардағы суды буландыруға кететін жылу шығыны

$$Q_{су.бу.из} = G_{су.бу.из} \cdot I_{бу.п.б.},\ кВт$$

мұнда: $G_{су.бу.из}$ – изотермиялық ұстап тұру бөліміндегі бұйымдардан буланатын су массасы, *кг/секунд*

жеңіл бетондар үшін $G_{су.бу} = (0{,}04 \div 0{,}06) \cdot G_{қон}$, *кг/секунд*

ауыр бетондар үшін $G_{су.бу} = (0{,}02 \div 0{,}03) \cdot G_{қон}$, *кг/секунд*

$I_{бу.п.б.}$ – $t_{из}$, ^oC температурасы кезіндегі су буы пайда болудың энтальпиясы, *кДж/кг* (Қосымша П)

Изотермиялық ұстап тұру бөлімінің қабырғалары, жоғарғы және төменгі бөліктері арқылы қоршаған ортаға кететін жылу шығыны

$$Q_{қор.орт.из} = q_{қаб} + q_{жоғ} + q_{төм},\ кВт$$

мұнда: $q_{қаб}$ – камераның қабырғасы арқылы кететін жылу шығыны, *кВт*

$$q_{стен} = 0{,}001 \cdot K_{қаб.из} \cdot \left(t_{из} - t_{ауа}\right) \cdot F_{қаб.из},\ кВт$$

$K_{қаб.из}$ – камера қабырғасының жылуөту коэффициенті,

α_1 – қоршау материалдарының ішкі бетіне жылу беру коэффиценті, $\alpha_1 = (120 \div 135)$, $Вт/(м^2 \cdot {}^oC)$

α_2 – қоршау материалдарының сыртқы бетінен қоршаған ортаға жылу беру коэффиценті, $\alpha_2 = (21 \div 23)$, $Вт/(м^2 \cdot {}^oC)$

$F_{қаб.из}$ – изотермиялық ұстап тұру бөлімі қабырғасының жалпы бет ауданы, $F_{қаб.из} = 2 \cdot L_{из} \cdot H_{кам}$, $м^2$

$q_{жоғ}$ – камераның жоғарғы бөлігінен кететін жылу шығыны,

$$q_{жоғ} = 0{,}001 \cdot K_{жоғ.из} \cdot \left(t_{из} - t_{ауа}\right) \cdot F_{жоғ.из},\ кВт$$

$K_{жоғ.из}$ – камераның жоғарғы бөлігінің жылуөту коэффициенті,

α_1 – қоршау материалдарының ішкі бетіне жылу беру коэффициенті, $\alpha_1 = (140 \div 150),\ Вт/(м^2 \cdot {}^oC)$

α_2 – қоршау материалдарының сыртқы бетінен қоршаған ортаға жылу беру коэффициенті, $\alpha_2 = (23 \div 25),\ Вт/(м^2 \cdot {}^oC)$

$F_{жоғ.из}$ – изотермиялық ұстап тұру бөлімі жоғарғы бөлігінің бет ауданы, $F_{жоғ.из} = L_{из} \cdot B_{кам},\ м^2$

$q_{төм}$ – камераның төменгі бөлігінен кететін жылу шығыны шығыны, $q_{төм} = 0{,}5 \cdot q_{жоғ},\ кВт$

Изотермиялық ұстап тұру бөлімінен қыздыру және суыту бөлімдеріне ауа ағыны пердесі арқылы өтетін будың жылу шығыны

$$Q_{саң.из} = 2 \cdot 5{,}48 \cdot \Delta t^{0{,}6} \cdot F_{қима} \cdot H_{кам}^{0{,}5},\ кВт$$

мұнда: Δt – қыздыру және суыту бөлімдері және изотермиялық ұстап тұру бөлімі шекарасындағы температура айырмашылығы, $1\ {}^oC$

Шығыс бөлімінің жалпы мөлшері

$$Q_{из.шыг} = 1{,}2 \cdot \begin{pmatrix} Q_{бұй.из} + Q_{су.бұй.из} + Q_{қал.из} + Q_{су.бу.из} + Q_{қор.орт.из} + \\ + Q_{саң.из} \end{pmatrix},\ кВт$$

Кіріс бөлімі

Цемент гидратациясы кезіндегі экзотермиялық реакциялар жылулығы

$$Q_{экз.из} = (0{,}4 \div 0{,}6) \cdot 0{,}0023 \cdot Q_{э.28} \cdot G_{цем} \cdot t_{из} \cdot \tau_{из} \cdot \left(\frac{C}{Ц}\right)^{0{,}44},\ кВт$$

Изотермиялық ұстап тұру бөліміне жылутасымалдағыштармен берілетін жылу мөлшері (калориферде қыздырылған ауа, тесікті құбырмен берілетін бу және регистрмен берілетін бу жылулықтары)

$$Q_{ж.т.из} = Q_{из.шыг} - Q_{экз.из},\ кВт$$

Кіріс бөлімінің жалпы мөлшері

$$Q_{из.кір} = Q_{экз.из} + Q_{ж.т.из},\ кВт$$

Калориферде қыздырылған ауаның жылулығы

$$Q_{қ.а.из} = \varphi_1 \cdot Q_{ж.т.из}\ , кВт$$

мұнда: φ_1 – камераға берілетін жылутасымалдағыштардағы қыздырылған ауаның үлесін ескеретін коэффициент (0,3÷0,35)

Тесікті бу беру құбырмен берілетін бу жылулығы

$$Q_{т.б.из} = \varphi_2 \cdot Q_{ж.т.из}\ , кВт$$

мұнда: φ_2 – камераға берілетін жылутасымалдағыштардағы тесікті бу беру құбырымен берілетін будың үлесін ескеретін коэффициент (0,3÷0,35)

Регистрмен берілетін бу жылулығы

$$Q_{р.б.из} = \varphi_3 \cdot Q_{ж.т.из}\ , кВт$$

мұнда: φ_3 – камераға берілетін жылутасымалдағыштардағы регистрмен берілетін будың үлесін ескеретін коэффициент (0,3÷0,4)

Үлес коэффициенттерінің жалпы қосындысы 1 тең болуы қажет ($\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 = 1$).

Калорифер арқылы берілетін қыздырылған ауаның мөлшері

$$G_{қ.а.из} = \frac{Q_{қ.а.из}}{C_{кір.ауа} \cdot t_{кір.ауа} - C_{шығ.ауа} \cdot t_{шығ.ауа}}\ ,\quad кг/секунд$$

Тесікті бу беру құбырмен берілетін будың мөлшері

$$G_{т.б.из} = \frac{Q_{т.б.из}}{I_{бу}}\ ,\quad кг/секунд$$

Регистрмен берілетін будың мөлшері

$$G_{р.б.из} = \frac{Q_{р.б.из}}{I_{кір.бу} - I_{шығ.бу}}\ ,\quad кг/секунд$$

Изотермиялық ұстап тұру бөліміне берілетін будың меншікті шығыны

$$G_{бу.из} = \frac{3600 \cdot Q_{ж.т.из}}{2676 \cdot D_{қон} \cdot V_{бұй}}\ ,\quad кг/м^3\ бетонға$$

Суыту бөлімінің жылулық балансы

Кіріс бөлімі

Изотермиялық ұстап тұру бөлімінен суыту бөліміне келетін бұйымдардың жылулығы

$$Q_{бұй.суыт} = G_{қон} \cdot C_{бұй} \cdot t_{из},\ кВт$$

Изотермиялық ұстап тұру бөлімінен суыту бөліміне келетін бұйымдар құйылған қалыптардың және бұйымдар орнықтырылған вагонеткалардың жылулығы

$$Q_{қал.суыт} = G_{қал} \cdot C_{қал} \cdot t_{из},\ кВт$$

Суыту бөліміне изотермиялық ұстап тұру бөлімінен ауа ағыны пердесі арқылы өтетін будың жылулығы

$$Q_{саң.суыт} = 5{,}48 \cdot \Delta t^{0,6} \cdot F_{қима} \cdot H_{кам}^{0,5},\ кВт$$

Кіріс бөлімінің жалпы мөлшері

$$Q_{суыт.кір} = Q_{бұй.суыт} + Q_{қал.суыт} + Q_{саң.суыт},\ кВт$$

Шығыс бөлімі

Суыту бөлімінен шығарылатын бұйымдармен кететін жылу шығыны

$$Q_{бұй.шығ.суыт} = G_{қон} \cdot C_{бұй} \cdot t_{бұй.шығ},\ кВт$$

мұнда: $t_{бұй.шығ}$ – сыртқа шығарылатын бұйымдардың температурасы,

$$t_{бұй.шығ} = t_{ауа} + (35 \div 38)\ ^oC$$

Суыту бөлімінен шығарылатын бұйымдар құйылған қалыптардың және бұйымдар орнықтырылған вагонеткалардың жылу шығыны

$$Q_{қал.шығ.суыт} = G_{қал} \cdot C_{қал} \cdot t_{бұй.шығ},\ кВт$$

Қондырғының суыту бөлімінің қабырғалары, жоғарғы және төменгі бөліктері арқылы қоршаған ортаға кететін жылу шығыны

$$Q_{қор.орт.суыт} = q_{қаб} + q_{жоғ} + q_{төм},\ кВт$$

мұнда: $q_{қаб}$ – камераның қабырғасы арқылы кететін жылу шығыны, *кВт*

$$q_{қаб} = 0{,}001 \cdot K_{қаб.суыт} \cdot \left(t_{буаua} - t_{ауа}\right) \cdot F_{қаб.суыт},\ кВт$$

α_1 – буауа қоспасынан қоршау материалдарының ішкі бетіне жылу беру коэффициенті, $\alpha_1 = (100 \div 115)$, $Вт/(м^2 \cdot {}^oC)$

α_2 – қоршау материалдарының сыртқы бетінен қоршаған ортаға жылу беру коэффициенті, $\alpha_2 = (16 \div 18)$, $Вт/(м^2 \cdot {}^oC)$

$F_{қаб.суыт}$ – суыту бөлімі қабырғасының жалпы бет ауданы, $м^2$

$$F_{қаб.суыт} = 2 \cdot L_{суыт} \cdot H_{кам},\ м^2$$

$q_{жоғ}$ – камераның жоғарғы бөлігінен кететін жылу шығыны,

$$q_{жоғ} = 0{,}001 \cdot K_{жоғ.суыт} \cdot \left(t_{буаua} - t_{ауа}\right) \cdot F_{жоғ.суыт},\ кВт$$

α_1 – буауа қоспасынан қоршау материалдарының ішкі бетіне жылу беру коэффициенті, $\alpha_1 = (120 \div 125)$, $Вт/(м^2 \cdot {}^oC)$

α_2 – қоршау материалдарының сыртқы бетінен қоршаған ортаға жылу беру коэффициенті, $\alpha_2 = (18 \div 20)$, $Вт/(м^2 \cdot {}^oC)$

$F_{жоғ.суыт}$ – суыту бөлімінің жоғарғы бөлігінің бет ауданы, $м^2$

$$F_{жоғ.суыт} = L_{суыт} \cdot B_{кам},\ м^2$$

$q_{төм}$ – камераның төменгі бөлігінен кететін жылу шығыны шығыны, $q_{төм} = 0{,}5 \cdot q_{жоғ}$, $кВт$

Шығыс бөлімінің жалпы мөлшері

$$Q_{суыт.шығ} = 1{,}15 \cdot (Q_{бұй.шығ.суыт} + Q_{қал.шығ.суыт} + Q_{қор.орт.суыт}),\ кВт$$

Жылулық қондырғыдан сыртқа шығарылатын бұйымдардың температурасының мәні қоршаған орта температурасының мәнімен салыстырғанда 40 ${}^oC$-тан аспауы тиіс.

Егер, қондырғының суыту бөліміндегі анықталған жылулық балансының шығыс бөлімінің жалпы мөлшері ($Q_{суыт.шығ}$), кіріс бөлімінің жалпы мөлшерінен ($Q_{суыт.кір}$) артық немесе тең болса, онда камерадан шығатын бұйымдардың температурасы жоғарыда айтылған шартқа сәйкес болады, яғни олардың температурасының мәні қоршаған орта температурасынан айырмашылығы 40 ${}^oC$-тан аспайды. Мұндай жағдайда, суыту бөлімінің жылулық балансын есептеу нәтижесінде анықталған шығыс және кіріс бөлімдерінің жалпы мөлшерлерінің айырмашылығы мына теңдеуге сәйкес болуы қажет:

$$Q_{суыт.шығ} \geq Q_{суыт.кір}$$

Бұл шарт орындалса жылулық балансты есептеу аяқталады, ал егер, мұндай шарт болмаған жағдайда, яғни:

$Q_{суыт.шығ} < Q_{суыт.кір}$ болатын болса, онда бұйымдарды қажетті температураға дейін суыту үшін, қосымша су шашу қажет.

Суыту бөліміндегі бұйымдарды суыту үшін берілетін судың жылулығы

$$Q_{бұй.су.суыт} = Q_{суыт.кір} - Q_{суыт.шығ}\ ,\ кВт$$

Сонда суыту бөлімінің жылулық балансы мына теңдеуге сәйкес болады:

$$Q_{суыт.кір} = Q_{суыт.шығ} + Q_{бұй.су.суыт}$$

Суыту бөліміндегі бұйымдарды суыту үшін берілетін судың қажетті мөлшері

$$G_{бұй.су.суыт} = \frac{Q_{бұй.су.суыт}}{4{,}19 \cdot (t_{шығ.су} - t_{кір.су})}\ ,\ кг/секунд$$

мұнда: $t_{шығ.су}$ – бұйымдарды суытуға берілген судың камерадан шыққаннан кейінгі температурасы, $t_{шығ.су} = t_{бұй.шығ} - (10 \div 15)\ ^oC$

$t_{кір.су}$ – бұйымдарды суытуға берілген судың температурасы, $t_{кір.су} = t_{ауа} + (10 \div 15)\ ^oC$

Туннельді булау камерасындағы 1 $м^3$ бетонға шығындалатын будың меншікті шығын мөлшері мына формула бойынша анықталады:

$$G_{бу.мен} = G_{бу.қыз} + G_{бу.из}\ ,\ \ кг/м^3\ бетонға$$

<u>Тік булау камерасы</u>

Тік булау камерасында қаныққан су буы тек изотермиялық ұстап тұру бөліміне беріледі. Бұйымдардың қыздырылуы және суытылуы изотермиялық ұстап тұру, қыздыру және суыту бөлімдерінің өзара жылуалмасулары нәтижесінде болады. Сондықтан тік булау камерасының жылулық балансы әр технологиялық бөлімге емес, толықтай жұмыс камерасына жүргізіледі.

Шығыс бөлімі

Бұйымдарды қыздыруға кететін жылу шығыны

$$Q_{бұй} = G_{қон} \cdot C_{бұй} \cdot \left(t_{шығ.бұй} - t_{кір.бұй}\right),\ кВт$$

мұнда: $G_{қон}$ – қондырғының секундтық өнімділігі,

$$G_{қон} = \frac{D_{қон} \cdot G_{құр.бұй}}{3600}\ ,\ кг/секунд$$

$D_{қон}$ – бір қондырғының сағаттық өнімділігі, *дана/сағат*

$G_{құр.бұй}$ – құрғақ бетонның массасы, $G_{құр.бұй} = (\rho_{бұй} - C) \cdot V_{бұй}$, *кг*

C – 1 $м^3$ бетондағы су массасы, 200*кг*

$V_{бұй}$ – бір бұйымның көлемі, $м^3$

$\rho_{бұй}$ – бұйымның тығыздығы, $\rho_{бұй} = \dfrac{G_{бұй}}{V_{бұй}}$, *кг/м*^{3}

$G_{бұй}$ – бір бұйымның салмағы, *кг*

$C_{бұй}$ – бетонның жылусыйымдылығы, *кДж/(кг·*^oC*)* (Қосымша С)

$t_{шыг.бұй}$ – қондырғыдан сыртқа шығатын бұйымдардың температурасы, $t_{шыг.бұй} = t_{ауа} + (35 \div 38)$, ^oC

$t_{ауа}$ – қоршаған ортаның температурасы, ^oC

$t_{кір.бұй}$ –камераға кіргізілетін бұйымдардың бастапқы температурасы, ^oC (қалыптау жағдайына байланысты қабылданады)

Бұйымдарды қалыптайтын араластырылған суды қыздыруға кететін жылу шығыны

$$Q_{су.бұй} = 4{,}19 \cdot G_{су.бұй} \cdot \left(t_{шыг.бұй} - t_{кір.бұй}\right),\ кВт$$

мұнда: $G_{су.бұй}$ – араластырылған судың массасы, *кг/секунд*

$$G_{су.бұй} = \frac{C \cdot V_{бұй} \cdot D_{қон}}{3600},\ кг/секунд$$

Бұйымдар құйылған қалып-вагонеткаларды қыздыруға кететін жылу шығыны

$$Q_{қал} = G_{қал} \cdot C_{қал} \cdot \left(t_{шыг.қал} - t_{кір.қал}\right),\ кВт$$

мұнда: $G_{қал}$ – қалыптардың массасы, $G_{қал} = (0{,}9 \div 1{,}2) \cdot G_{қон}$, *кг/секунд*

$C_{қал}$ – қалыптардың жылусыйымдылығы, *кДж/(кг·*^oC*)* (Қосымша С)

$t_{шыг.қал}$ – қондырғыдан бұйыммен сыртқа шығатын қалыптардың температурасы, $t_{шыг.қал} = t_{шыг.бұй} - (5 \div 10)$, ^oC

$t_{кір.қал}$ – камераға кіргізілетін қалып-вагонеткалардың бастапқы температурасы, ^oC (қоршаған ортаның температурасына сәйкес қабылданады)

Бұйымдардағы суды буландыруға кететін жылу шығыны

$$Q_{су.бу} = G_{су.бу} \cdot I_{бу.п.б.},\ кВт$$

мұнда: $G_{су.бу}$ – қыздыру кезінде бұйымдардан буланатын су массасы, *кг*

$$G_{су.бу} = (0{,}02 \div 0{,}03) \cdot G_{қон},\ кг/секунд$$

$I_{бу.п.б.}$ – $t_{бу.орт}$, ^oC температурасы кезіндегі су буы пайда болудың энтальпиясы, *кДж/кг* (Қосымша П)

$t_{бу.орт}$ – жұмыс камерасындағы будың орташа температурасы, ^oC

$$t_{бу.орт} = \frac{\frac{\tau_{қыз} \cdot (t_{из} + t_{ауа})}{2} + \tau_{қыз} \cdot t_{из}}{\tau_{қыз} + \tau_{из}},\ ^oC$$

$t_{из}$ – изотермиялық ұстап тұру температурасы, ^oC

$\tau_{қыз}$ – қыздыру сатысының уақыты, *сағат*

$\tau_{из}$ – изотермиялық ұстап тұру сатысының уақыты, *сағат*

Қондырғының қыздыру, изотермиялық ұстап тұру және суыту бөлімдерінің қабырғалары арқылы қоршаған ортаға кететін жылу шығыны

$$Q_{қор.орт} = q_{қыз} + q_{из} + q_{суыт},\ кВт$$

мұнда: $q_{қыз}$ – қыздыру бөлімінің қабырғасы арқылы кететін жылу шығыны, *кВт*

$$q_{қыз} = 0{,}001 \cdot K_{қаб.қыз} \cdot \left(t_{буауа} - t_{ауа}\right) \cdot F_{қаб.қыз},\ кВт$$

$K_{қаб.қыз}$ – қыздыру бөлімі қабырғасының жылуөту коэффициенті,

$$K_{қаб.қыз} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}},\ Вт/(м^2 \cdot ^oC)$$

δ – қоршау материалдарының қалыңдығы, *м*

λ – қоршау материалдарының жылуөткізгіштігі, $Вт/(м \cdot ^oC)$

α_1 – буауа қоспасынан қоршау материалдарының ішкі бетіне жылу беру коэффиценті, $\alpha_1 = (110 \div 120)$, $Вт/(м^2 \cdot ^oC)$

α_2 – қоршау материалдарының сыртқы бетінен қоршаған ортаға жылу беру коэффиценті, $\alpha_2 = (18 \div 20)$, $Вт/(м^2 \cdot ^oC)$

$t_{буауа}$ –қыздыру бөліміндегі буауа қоспасының орташа температурасы, ^oC

$$t_{буауа} = \frac{t_{из} + t_{ауа}}{2},\ ^oC$$

$F_{қаб.қыз}$ – қыздыру бөлімі қабырғасының жалпы бет ауданы, $м^2$

$$F_{қаб.қыз} = L_{кам} \cdot H_{қыз} + B_{кам} \cdot H_{қыз},\ м^2$$

$q_{из}$ – изотермиялық ұстап тұру бөлімінің қабырғасы арқылы кететін жылу шығыны, $q_{из} = 0{,}001 \cdot K_{қаб.из} \cdot \left(t_{из} - t_{ауа}\right) \cdot F_{қаб.из}$, *кВт*

$K_{қаб.из}$ – изотермиялық ұстап тұру қабырғасының жылуөту коэффициенті,

$$K_{қаб.из} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}},\ Вт/(м^2 \cdot ^oC)$$

α_1 – буауа қоспасынан қоршау материалдарының ішкі бетіне жылу беру коэффиценті, $\alpha_1 = (140 \div 160)$, $Вт/(м^2 \cdot ^oC)$

α_2 – қоршау материалдарының сыртқы бетінен қоршаған ортаға жылу беру коэффиценті, $\alpha_2 = (20 \div 30)$, $Вт/(м^2 \cdot ^oC)$

$F_{қаб.из}$ – изотермиялық ұстап тұру бөлімі қабырғасының бет ауданы, $м^2$

$$F_{қаб.из} = 2 \cdot (L_{кам} \cdot H_{из} + B_{кам} \cdot H_{из}) + L_{кам} \cdot B_{кам} \ , м^2$$

$q_{суыт}$ – суыту бөлімінің қабырғасы арқылы кететін жылу шығыны,

$$q_{суыт} = q_{қыз} \ , \ кВт$$

Су буының конденсатымен кететін жылу шығыны

$$Q_{конд} = 4{,}19 \cdot G_{конд} \cdot t_{конд} \ , \ кВт$$

мұнда: $G_{конд}$ – қондырғыдан шығатын конденсат мөлшері, *кг/секунд*
қондырғыға берілетін будың мөлшеріне сәйкес шама $G_{конд} = G_{бу}$
(белгісіз шама, жылулық баланс теңдеуін шешу нәтижесінде анықталады)

$t_{конд}$ – жұмыс камерасынан шығатын конденсат температурасы, (40÷55) ^oC

Шығыс бөлімінің жалпы мөлшері

$$Q_{шыг} = (1{,}1 \div 1{,}15) \cdot \left(Q_{бұй} + Q_{су.бұй} + Q_{қал} + Q_{су.бу} + Q_{қор.орт} + Q_{конд}\right), \ кВт$$

Кіріс бөлімі

Цемент гидратациясы кезінде өтетін экзотермиялық реакциялар жылулығы

$$Q_{экз} = (0{,}4 \div 0{,}6) \cdot 0{,}0023 \cdot Q_{э.28} \cdot G_{цем} \cdot t_{бу.орт} \cdot (\tau_{қыз} + \tau_{из}) \cdot \left(\frac{C}{Ц}\right)^{0{,}44} \ , \ кВт$$

мұнда: $Q_{э.28}$ – 28 тәулікте қатаю кезінде бөлінетін цементтің экзотермиялық реакциясының жылулығы, *кДж/кг* (1-кестеден алынады)

$G_{цем}$ – бұйымдардағы цементтің секундтық массасы, *кг/секунд*

$$G_{цем} = \frac{Ц \cdot V_{бұй} \cdot D_{қон}}{3600} \ , кг/секунд$$

$Ц$ – 1 $м^3$ бетондағы цемент массасы, *кг*

$\left(\frac{C}{Ц}\right)$ – су-цемент қатынасы, формулалар бойынша есептеледі (Қосымша О)

Жұмыс камерасына берілетін қаныққан бу жылулығы

$$Q_{бу} = G_{бу} \cdot I_{бу} \ , \ кВт$$

мұнда: $G_{бу}$ – камераға берілетін будың массасы, *кг/секунд*
(белгісіз шама, жылулық баланс теңдеуін шешу нәтижесінде анықталады)

$I_{бу}$ – 100 ^oC температурасы кезіндегі камераға берілетін будың энтальпиясы, *кДж/кг* (Қосымша П)

Кіріс бөлімінің жалпы мөлшері

$$Q_{кір} = Q_{экз} + Q_{бу}\ ,\ кВт$$

Жұмыс камерасына берілетін және шығындалатын жылудың жалпы мөлшерлерін теңестіру арқылы будың шығын мөлшері $G_{бу}$ анықталады.

Будың шығын мөлшерінің $G_{бу}$ мәні арқылы тік булау камерасындағы 1 $м^3$ бетонға шығындалатын будың меншікті шығын мөлшері мына формула бойынша анықталады:

$$G_{бу.мен} = \frac{3600 \cdot G_{бу}}{V_{бұй} \cdot D_{қон}}\ ,\qquad кг/м^3\ бетонға$$

4.9.9 Жылулық қондырғының гидравликалық бу беру жүйесін есептеу

Жылуылық қондырғының бу беру жүйесін гидравликалық есептеудің мақсаты – жылулық қондырғыға әртүрлі жылутасымалдағыштарды беруге және конденсат шығаруға арналған құрал-жабдықтардың оңтайлы түрін таңдау, сондай-ақ бу беру жүйесіндегі жылутасымалдағыштың қажетті қысымын анықтау болып табылады.

Бетон және темірбетон бұйымдарын жылуылғалдылық өңдеуге арналған қондырғыларда келесі жылутасымалдағыш түрлерін қолданады.

Қаныққан су буымен тікелей қыздыру. Бұл жылутасымалдағыш бетон және темірбетон бұйымдарын конвекциялық жылуалмасуы арқылы қыздыру үшін тікелей жұмыс камерасына орнатылған тесікті бу беру құбырларымен беріледі. Қаныққан су буы жұмыс камерасына бұйымдардың кіргізіліп-шығарылуына, қозғалысына кедергі келтірмейтіндей етіп орнатылған тесікті бу беру құбыры арқылы беріледі. Тесікті бу беру құбыры қондырғының жұмыс істеу және жылулық өңдеу режиміне, сондай-ақ жұмыс камерасының конструкциялық ерекшеліктеріне байланысты камераның ұзындығы және ені немесе биіктігі және ені арқылы барлық периметрі бойынша немесе камераның барлық ұзындығы бойынша орнатылады. Жұмыс камерасына тесікті бу беру құбыры арқылы берілетін су буының жұмыс қысымы $P_{кір} = (0{,}11 \div 1{,}2) МПа$ аралығында болады. Осы жұмыс қысымына сәйкес жылутасымалдағыштың температурасы анықталады (Қосымша П).

Қаныққан су буымен жанама қыздыру. Бұл жылутасымалдағыш бетон және темірбетон бұйымдарын қыздыру үшін тікелей жұмыс камерасына орнатылған жылу шашу беті бар қыздырғыш құрылғыларға (регистрлер, калориферлер) $t = (140 \div 150)\ ^oC$ температурасы аралығында беріледі. Осы температура аралығына сәйкес жылутасымалдағыштың жұмыс қысымы анықталады (Қосымша П). Қыздырғыш құрылғылары жұмыс камерасының

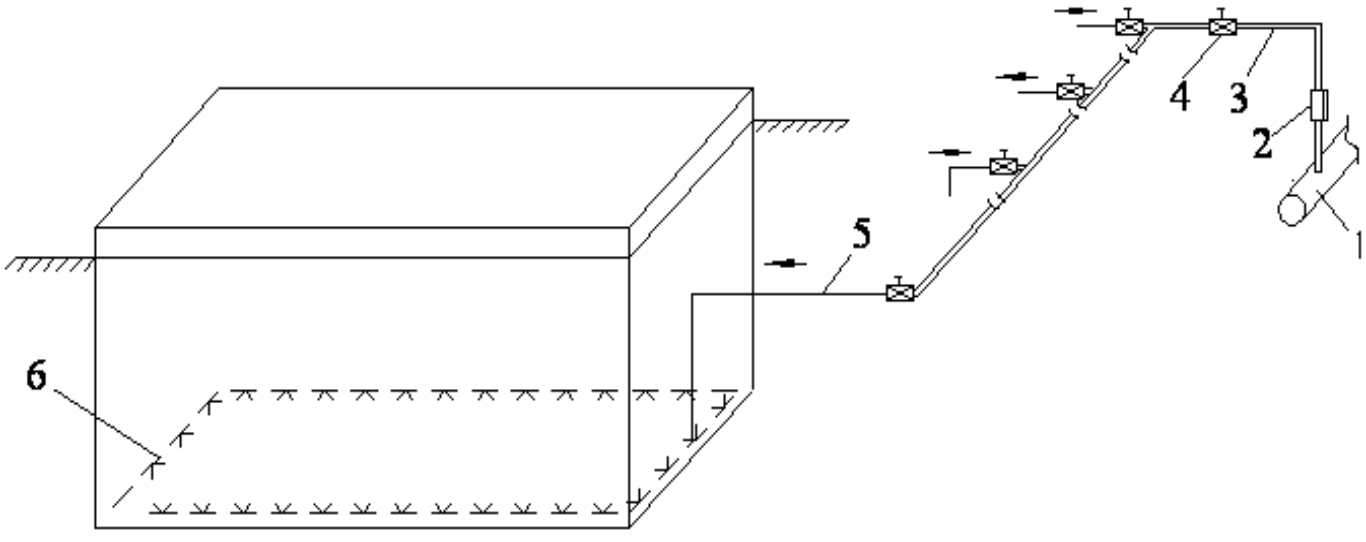
барлық көлемі бойынша температура айырмашылығын төмендету мақсатымен камера еденіне, қабырғалардың ішкі бетіне орнатылады.

Бу ауа қоспасы. Бұл жылутасымалдағыш бетон және темірбетон бұйымдарын 100 ^{o}C-тан төмен температурада қыздыру жағдайында қолданады. Ол үшін калорифер құрылғысында қажетті ылғалдылықта және температурада дайындалған бу ауа қоспасын үздіксіз жұмыс істейтін қондырғылардың жұмыс камерасының қима периметрі бойынша орнатылған тесікті перделер арқылы жұмыс камерасының бұйымдар кіргізілетін және шығарылатын бөлігіне, сондай-ақ қыздыру-изотерма және изотерма-суыту бөлімдер аралығына беріледі. Бұл бұйымдар кіргізілетін жерден ыстық буды сыртқа шығармауға және бұйымдар шығарылатын жерден суық ауаны ішке кіргізбеуге, сондай-ақ әр бөлімдегі жылутасымалдағыштың қажетті температурасын сақтауға және бу ауа қоспасының изотерма бөлімінен суыту және қыздыру бөлімдеріне өтуін болдырмауға мүмкіндік береді.

Үздікті жұмыс істейтін қондырғылар

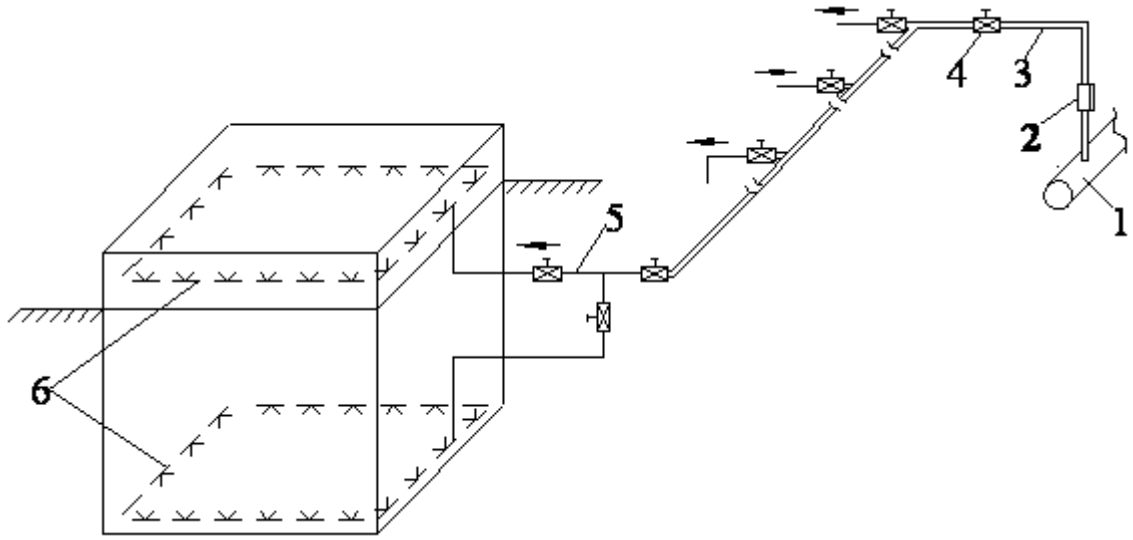
Шұңқырлы булау камерасы

Шұңқырлы булау камерасын есептеу үшін, қондырғының бу беру жүйесіндегі барлық элементтері, қондырғылардың есептелген қажетті саны және бөлімдерінің өлшемдері келтірілген схеманы 3 және 4 суреттерге сәйкес алдын-ала дайындау қажет.



1 – магистралды бу беру құбыры, *2* – дроссель, *3* – жалпы бу беру құбыры, *4* – вентиль, *5* – жылулық қондырғыға бу беру құбыры, *6* – тесікті бу беру құбыры.

Сурет 3. Қысымды шұңқырлы булау камерасына бу беру жүйесі



1 – магистралды бу беру құбыры, *2* – дроссель, *3* – жалпы бу беру құбыры, *4* – вентиль, *5* – қондырғыға бу беру құбыры, *6* – жоғары және төменгі тесікті бу беру құбырлары

Сурет 4. Қысымсыз шұңқырлы булау камерасына бу беру жүйесі

Жалпы бу беру құбырын гидравликалық есептеу

Жалпы бу беру құбырының диаметрі

$$d_{ж.б.} = 3{,}5 \cdot \sqrt{\frac{G_{бу.max}}{\omega_{бу} \cdot \rho_{бу}}}, \quad м$$

мұнда: $G_{бу.max}$ – будың максимальды шығыны, *кг/секунд*

$$G_{бу.max} = \frac{G_{бу.қыз} \cdot \eta_{қон} \cdot \mu}{3600 \cdot \tau_{қыз}}, \quad кг/секунд$$

$G_{бу.қыз}$ – жылулық баланстың қыздыру сатысында анықталған будың шығын мөлшері , *кг/м³ бетонға*

$\eta_{қон}$ – қыздыру сатысындағы будың максимальды шығыны кезінде бір мезгілде жұмыс істейтін қондырғылар саны (бүтін санға дейін ұлғайтылып алынады), *дана*

$$\eta_{қон} = \frac{\tau_{қыз} \cdot T_{қон}}{\tau_{ц}}, \quad дана$$

$\tau_{қыз}$ – қыздыру уақыты, *сағат*

$T_{қон}$ – қондырғының есептеуден анықталған қажетті саны, *дана*

$\tau_{ц}$ – қондырғының бір циклдағы жалпы жұмыс істеу уақыты, *сағат*

μ – бу қазандығы өнімділігінің қосымша қор коэффициенті (1,15÷1,2)

$\omega_{бу}$ – құбырдағы будың қозғалу жылдамдығы, (20÷60) *м/секунд*

$\rho_{бу}$ – су буының тығыздығы, *кг/м³* (Қосымша П)

Жалпы бу беру құбырының сызықтық кедергісі

$$h_{с.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{ж.б.}, \quad Па$$

мұнда: $R_{с.к.}$ – бу жүретін құбырдың 1 погон метрге шаққандағы меншікті кедергісі, *Па*

$$R_{с.к.} = 0{,}29 \cdot K^{0{,}5} \frac{G^2_{бу.max}}{\rho_{бу} \cdot d^{5{,}25}_{ж.б.}}, \quad Па$$

K – бу жүретін құбырдың ішкі бетінің кедір-бұдырлығын ескеретін коэффициент, 0,0002

$\ell_{ж.б.}$ – жалпы бу беру құбырының ұзындығы, *м* (зауыт жобасындағы қондырғыларды цехтарда орнықтыру бойынша шешімдерге сәйкес қабылданады), *м*

Жалпы бу беру құбырының жергілікті кедергісі

$$h_{ж.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{ж.б.экв.}, \quad Па$$

мұнда: $\ell_{ж.б.экв}$ – жалпы бу беру құбырының эквивалентті ұзындығы, *м*

$$\ell_{ж.б.экв} = 76{,}4 \cdot d^{1{,}25}_{ж.б.} \cdot \sum \xi, \quad Па$$

$\sum \xi$ – жалпы бу беру құбырындағы жергілікті кедергі коэффициенттердің жалпы қосындысы (Қосымша У)

Жалпы бу беру құбырындағы жалпы кедергі

$$h_{ж.б.} = h_{с.к.} + h_{ж.к.}, \quad Па$$

Жылулық қондырғыға бу беру құбырын гидравликалық есептеу

Жылулық қондырғыға бу беру құбырының диаметрі

$$d_{ж.қ.} = 3{,}5 \cdot \sqrt{\frac{G_{бу.қон}}{\omega_{бу} \cdot \rho_{бу}}}, \quad м$$

мұнда: $G_{бу.қон}$ – жылулық қондырғыға берілетін будың шығыны, *кг/секунд*

$$G_{бу.қон} = \frac{G_{бу.max}}{\eta_{қон}}, \quad кг/секунд$$

Жылулық қондырғыға бу беру құбырының жалпы кедергісін анықтау жалпы бу беру құбырын гидравликалық есептеген жолмен жүргізіледі.

Жылулық қондырғыға бу беру құбырының сызықтық кедергісі

$$h_{с.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{ж.қ.}, \quad Па$$

мұнда: $R_{с.к.}$ – бу жүретін құбырдың 1 погон метрге шаққандағы меншікті кедергісі, *Па*

$$R_{с.к.} = 0{,}29 \cdot K^{0{,}5} \frac{G^2_{бу.қон}}{\rho_{бу} \cdot d^{5{,}25}_{ж.қ.}}, \quad Па$$

$\ell_{ж.қ.}$ – жылулық қондырғыға бу беру құбырының ұзындығы, *м*

Жылулық қондырғыға бу беру құбырының жергілікті кедергісі

$$h_{ж.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{ж.қ.экв.}, \quad Па$$

мұнда: $\ell_{ж.қ.экв}$ – жылулық қондырғыға бу беру құбырының эквивалентті ұзындығы, *м*

$$\ell_{ж.қ.экв} = 76{,}4 \cdot d^{1{,}25}_{ж.қ.} \cdot \sum \xi, \quad Па$$

Жылулық қондырғыға бу беру құбырындағы жалпы кедергі

$$h_{ж.қ.} = h_{с.к.} + h_{ж.к.}, \quad Па$$

Қондырғының жұмыс камерасындағы тесікті бу беру құбырын гидравликалық есептеу

Тесікті бу беру құбырындағы бу шығатын тесіктер саны

$$n_{т.б.} = 1{,}272 \cdot \frac{\sum f}{d^2_{тес}}, \quad дана \text{ (бүтін санға дейін ұлғайтылып алынады)}$$

мұнда: $\sum f$ – тесіктердің жалпы бет ауданы, $мм^2$

$$\sum f = \frac{3600 \cdot G_{бу.қон}}{g_{бу}}, \quad мм^2$$

$g_{бу}$ – 1 $мм^2$ тесіктен шығатын бу шығыны, $кг/мм^2$ (9–кестеден қабылданады)

$d_{тес}$ – бу шығатын тесіктер диаметрі, (2÷4)*мм*

9–кесте

Бу қысымына сәйкес тесіктерден шығатын бу шығыны

$P_{бу}$, *МПа*	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,2
$g_{бу}$, $кг/мм^2$	0,26	0,49	0,59	0,68	0,76	0,82	0,87	1,02

Тесікті бу беру құбырындағы тесіктер аралығы

$$S_{тес} = \frac{\ell_{т.б.}}{n_{т.б.}},\ мм$$

мұнда: $\ell_{т.б.}$ – тесікті бу беру құбырының ұзындығы, *мм*

қысымды шұңқырлы булау камерасы үшін:

$$\ell_{т.б.} = 2 \cdot (L_{кам} + B_{кам}),\ мм$$

қысымсыз шұңқырлы булау камерасы үшін:

$$\ell_{т.б.} = 4 \cdot (L_{кам} + B_{кам}),\ мм$$

Тесікті бу беру құбырынының диаметрі

$$d_{т.б.} = \frac{1{,}13 \cdot \sqrt{2 \cdot \sum f}}{1000},\ м$$

Тесікті бу беру құбырының жалпы кедергісін анықтау жалпы бу беру құбырын гидравликалық есептеген жолмен жүргізіледі.

Тесікті бу беру құбырының сызықтық кедергісі

$$h_{с.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{т.б.},\ Па$$

мұнда: $R_{с.к.}$ – бу жүретін құбырдың 1 погон метрге шаққандағы меншікті кедергісі, *Па*

$$R_{с.к.} = 0{,}29 \cdot K^{0{,}5} \frac{G^2_{бу.қон}}{\rho_{бу} \cdot d^{5{,}25}_{т.б.}},\ Па$$

$\ell_{т.б.}$ – тесікті бу беру құбырының ұзындығы, *м*

Тесікті бу беру құбырының жергілікті кедергісі

$$h_{ж.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{т.б.экв.},\ Па$$

мұнда: $\ell_{т.б.экв}$ – тесікті бу беру құбырының эквивалентті ұзындығы, *м*

$$\ell_{т.б.экв} = 76{,}4 \cdot d^{1{,}25}_{т.б.} \cdot \sum \xi,\ Па$$

Тесікті бу беру құбырындағы жалпы кедергі

$$h_{т.б.} = h_{с.к.} + h_{ж.к.},\ Па$$

Бу беру жүйесінің бас жағындағы қажетті қысым мәні

$$P_{қаж} = P_{кір} + 1{,}2 \cdot (h_{ж.б.} + h_{ж.қ.} + h_{т.б.}) \cdot 10^{-6},\ МПа$$

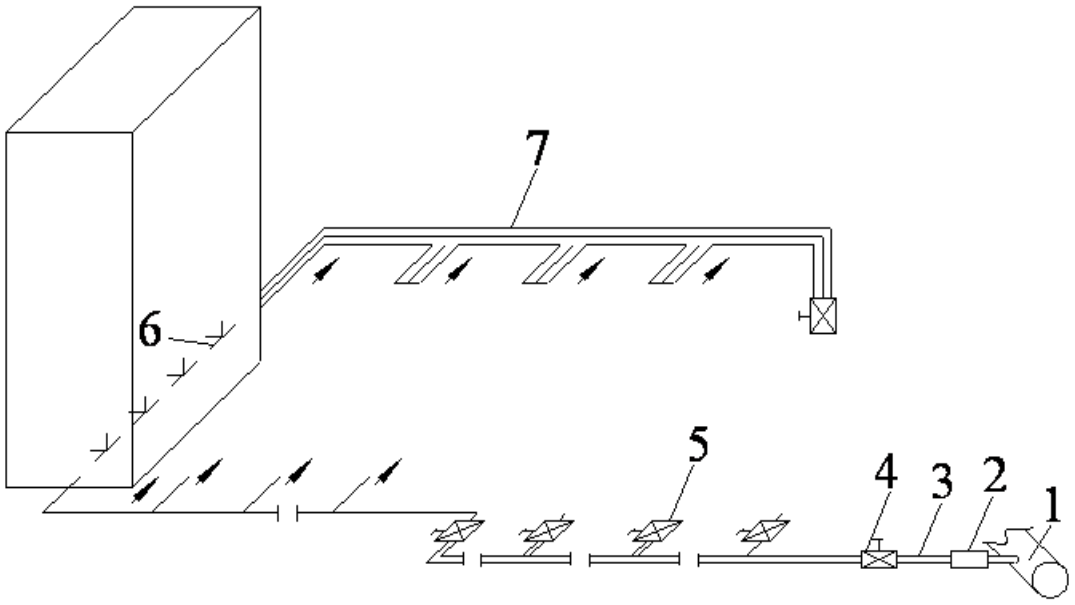
мұнда: $P_{кір}$ – тесікті бу беру құбыры арқылы камераға кіретін бу қысымы, (0,12÷0,17) *МПа*

Туннельді булау камерасы

Туннельді булау камерасының бу беру жүйесін гидравликалық есептеу, шұңқырлы булау камерасын есептеген тәсілмен жүргізіледі.

Кассетті қондырғы

Кассетті қондырғының бу беру жүйесін гидравликалық есептеу үшін, қондырғының бу беру жүйесіндегі барлық элементтері, қондырғылардың есептелген қажетті саны және бөлімдерінің өлшемдері келтірілген схеманы 5–суретке сәйкес алдын-ала дайындау қажет.



1 – магистралды бу беру құбыры, *2* – дроссель, *3* – жалпы бу беру құбыры, *4* – вентиль, *5* – жылулық қондырғыға бу беру құбыры, *6* – тесікті бу беру құбыры, *7* – конденсат ағу жүйесі

Сурет 5. Кассетті қондырғыға бу беру жүйесі

Қондырғының бу беру жүйесін гидравликалық есептеу, шұңқырлы булау камерасын есептеген тәсілмен жүргізіледі. Ерекшеліктері төменде келтірілген.

Бу беру жүйесінің бас жағындағы қажетті қысым мәні

$$P_{қаж} = P_{кір} + 1{,}2 \cdot (h_{ж.б.} + h_{ж.қ.} + h_{т.б.} + h_{к.а.}) \cdot 10^{-6}, \quad МПа$$

мұнда: $h_{к.а.}$ – конденсат ағу жүйесіндегі жалпы кедергі мәні, *Па*

Қондырғының конденсат ағу жүйесін гидравликалық есептеу

Конденсат ағу жүйесіндегі құбыр диаметрі

$d_{к.а.} = 0{,}5 \cdot d_{ж.б.}$, *м* (тігінен орналасқан бөлімдер үшін)
$d_{к.а.} = 0{,}7 \cdot d_{ж.б.}$, *м* (көлденеңінен орналасқан бөлімдер үшін)
мұнда: $d_{ж.б.}$ – жалпы бу беру құбырының диаметрі, *м*

Конденсат ағу жүйесінің 1 погон метрге шаққандағы меншікті кедергісі,

$$R_{с.к.} = 0{,}223 \cdot \frac{G^2_{бу.max}}{\rho_{бу.кон} \cdot d^{5{,}25}_{к.а.}}, \quad Па$$

мұнда: $G_{бу.max}$ – будың максимальды шығыны, *кг/секунд*
$\rho_{бу.конд}$ – бу конденсат қоспасының тығыздығы, *кг/м*^{3}

$$\rho_{бу.конд} = \frac{\rho_{конд} - \rho_{бу}}{B \cdot (\rho_{конд} - \rho_{бу.ауа}) \cdot \rho_{бу}}, \text{ кг/м}^3$$

$\rho_{бу}$ – бу тығыздығы, *кг/м*^{3} (Қосымша П)
$\rho_{конд}$ – қысымы 0,12÷0,17 *МПа* тең бу температурасынан 15÷25 ^oC-қа төмен температура кезіндегі сұйық конденсат тығыздығы, *кг/м*^{3} (Қосымша Р)
$\rho_{бу.ауа}$ – буауа қоспасының тығыздығы, *кг/м*^{3} (Қосымша Х)
B – конденсаттағы буауа қоспасының үлесі $B = \frac{t_{бу.бас} - t_{бу.конд}}{2968}$
$t_{бу.бас}$ – қондырғыға бу беру құбырындағы будың қысымына байланысты бу беру кеңістігіндегі будың температурасы, ^oC
$t_{бу.конд}$ –буконденсат қоспасының температурасы,
$t_{бу.конд} = t_{бу} - (15 \div 25)$, ^oC
$t_{бу}$ – қондырғыға берілетін будың температурасы, ^oC

Конденсат ағу жүйесіндегі жалпы кедергі

$h_{к.а.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{к.а.}$, *Па*
мұнда: $\ell_{к.а.}$ – конденсат ағу жүйесінің жалпы ұзындығы, *м*
$\ell_{к.а.} = \ell + \ell_{к.а.экв}$
$\ell_{к.а.экв}$ – конденсат ағу жүйесінің эквивалентті ұзындығы, *м*
$\ell_{к.а.экв} = 76{,}4 \cdot d^{1{,}25}_{к.а.} \cdot \sum \xi$, *Па*

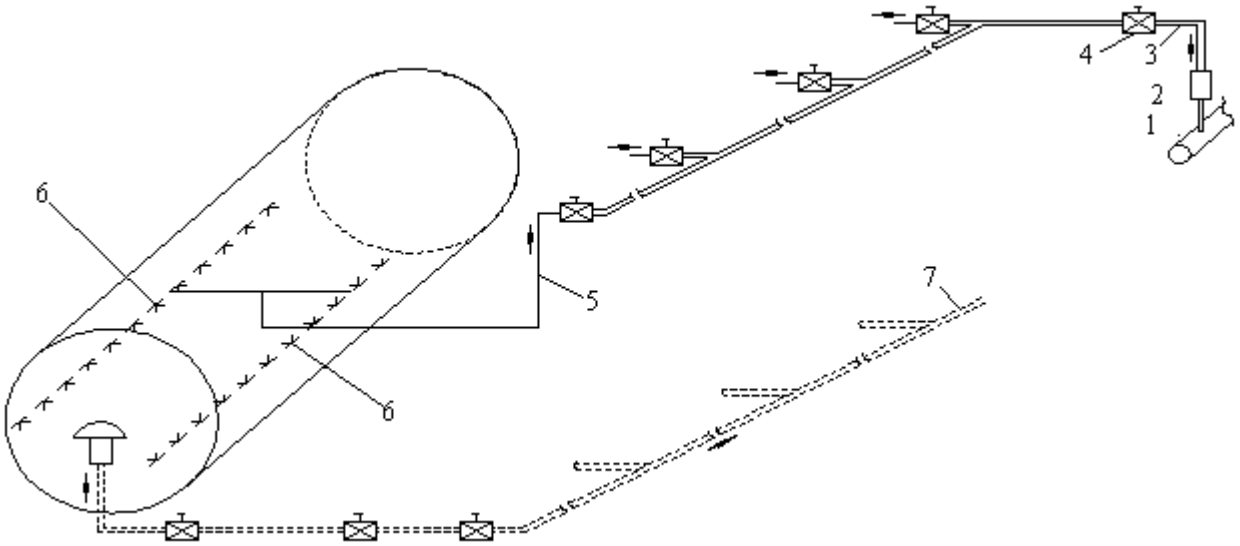
Термоформа қондырғысы

Термоформа қондырғысын гидравликалық есептеу, кассетті қондырғысын есептеген тәсілмен жүргізіледі.

Автоклав қондырғысы

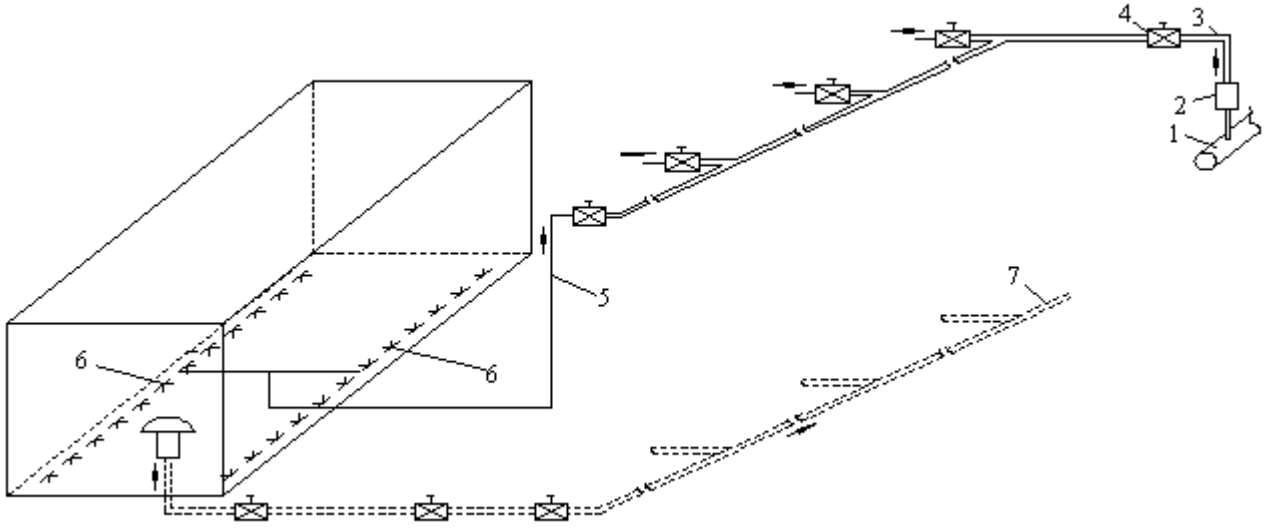
Цилиндрлі және тік бұрышты көлденеңді автоклав

Автоклав қондырғысын есептеу үшін, қондырғының бу беру жүйесіндегі барлық элементтері, қондырғылардың есептелген қажетті саны және бөлімдерінің өлшемдері келтірілген схеманы 6 және 7 суретке сәйкес алдын-ала дайындау қажет.



1 – магистралды бу беру құбыры, *2* – дроссель, *3* – жалпы бу беру құбыры, *4* – вентиль, *5* – жылулық қондырғыға бу беру құбыры, *6* – тесікті бу беру құбыры, *7* – конденсат ағу жүйесі

Сурет 6. Цилиндрлі автоклавқа бу беру жүйесі



1 – магистралды бу беру құбыры, *2* – дроссель, *3* – жалпы бу беру құбыры, *4* – вентиль, *5* – жылулық қондырғыға бу беру құбыры, *6* – тесікті бу беру құбыры, *7* – конденсат ағу жүйесі

Сурет 7. Тік бұрышты көлденеңді автоклавқа бу беру жүйесі

Жалпы бу беру құбырын гидравликалық есептеу

Жалпы бу беру құбырының диаметрі

$$d_{ж.б.} = 3{,}5 \cdot \sqrt{\frac{G_{бу.max}}{\omega_{бу} \cdot \rho_{бу}}}, \quad м$$

мұнда: $G_{бу.мах}$ – будың максимальды шығыны, *кг/секунд*

$$G_{бу.мах} = \frac{G_{бу.қыз} \cdot \eta_{қон} \cdot \mu}{3600 \cdot \tau_{қыз}}, \quad кг/секунд$$

$G_{бу.қыз}$ – жылулық баланстың қыздыру сатысында анықталған будың шығын мөлшері, *кг*

$\eta_{қон}$ – қыздыру сатысындағы будың максимальды шығыны кезінде бір мезгілде жұмыс істейтін қондырғылар саны (бүтін санға дейін ұлғайтылып алынады), *дана*

$$\eta_{қон} = \frac{\tau_{қыз} \cdot T_{қон}}{\tau_{ц}}, \ дана$$

$\tau_{қыз}$ – қыздыру уақыты, *сағат*

$T_{қон}$ – қондырғының есептеуден анықталған қажетті саны, *дана*

$\tau_{ц}$ – қондырғының бір циклдағы жалпы жұмыс істеу уақыты, *сағат*

μ – бу қазандығы өнімділігінің қосымша қор коэффициенті (1,15÷1,2)

$\omega_{бу}$ – құбырдағы будың қозғалу жылдамдығы, (40÷80)*м/секунд*

$\rho_{бу}$ – $(P_{ж.қ.} + 0{,}2)$ *МПа* қысымы кезіндегі су буының тығыздығы, *кг/м*^{3}

$P_{ж.қ.}$ – автоклавтағы будың жұмыс қысымы, *МПа*

Жалпы бу беру құбырының сызықтық кедергісі

$$h_{с.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{ж.б.}, \quad Па$$

мұнда: $R_{с.к.}$ – бу жүретін құбырдың 1 погон метрге шаққандағы меншікті кедергісі, *Па*

$$R_{с.к.} = 0{,}29 \cdot K^{0{,}5} \frac{G^2_{бу.max}}{\rho_{бу} \cdot d^{5{,}25}_{ж.б.}}, \quad Па$$

K – бу жүретін құбырдың ішкі бетінің кедір-бұдырлығын ескеретін коэффициент, 0,0002

$\ell_{ж.б.}$ – жалпы бу беру құбырының ұзындығы, *м* (зауыт жобасындағы қондырғыларды цехтарда орнықтыру бойынша шешімдерге сәйкес қабылданады), *м*

Жалпы бу беру құбырының жергілікті кедергісі

$$h_{ж.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{ж.б.экв.}, \quad Па$$

мұнда: $\ell_{ж.б.экв}$ – жалпы бу беру құбырының эквивалентті ұзындығы, *м*

$$\ell_{ж.б.экв} = 76{,}4 \cdot d_{ж.б.}^{1{,}25} \cdot \sum \xi \,, \quad Па$$

$\sum \xi$ – жалпы бу беру құбырындағы жергілікті кедергі коэффициенттердің жалпы қосындысы (Қосымша У)

Жалпы бу беру құбырындағы жалпы кедергі

$$h_{ж.б.} = h_{с.к.} + h_{ж.к.}, \quad Па$$

Жылулық қондырғыға бу беру құбырын гидравликалық есептеу

Жылулық қондырғыға бу беру құбырының диаметрі

$$d_{ж.қ.} = 3{,}5 \cdot \sqrt{\frac{G_{бу.қон}}{\omega_{бу} \cdot \rho_{бу}}}, \quad м$$

мұнда: $G_{бу.қон}$ – жылулық қондырғыға берілетін будың шығыны, *кг/секунд*

$$G_{бу.қон} = \frac{G_{бу.мах}}{\eta_{қон}}, \quad кг/секунд$$

Жылулық қондырғыға бу беру құбырының жалпы кедергісін анықтау жалпы бу беру құбырын гидравликалық есептеген жолмен жүргізіледі.

Жылулық қондырғыға бу беру құбырының сызықтық кедергісі

$$h_{с.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{ж.қ.}, \quad Па$$

мұнда: $R_{с.к.}$ – бу жүретін құбырдың 1 погон метрге шаққандағы меншікті кедергісі, *Па*

$$R_{с.к.} = 0{,}29 \cdot K^{0{,}5} \frac{G_{бу.қон}^2}{\rho_{бу} \cdot d_{ж.қ.}^{5{,}25}}, \quad Па$$

$\ell_{ж.қ.}$ – жылулық қондырғыға бу беру құбырының ұзындығы, *м*

Жылулық қондырғыға бу беру құбырының жергілікті кедергісі

$$h_{ж.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{ж.қ.экв.}, \quad Па$$

мұнда: $\ell_{ж.қ.экв}$ – жылулық қондырғыға бу беру құбырының эквивалентті ұзындығы, *м*

$$\ell_{ж.қ.экв} = 76{,}4 \cdot d_{ж.қ.}^{1{,}25} \cdot \sum \xi \,, \quad Па$$

Жылулық қондырғыға бу беру құбырындағы жалпы кедергі

$$h_{ж.қ.} = h_{с.к.} + h_{ж.к.}, \quad Па$$

Қондырғының жұмыс камерасындағы тесікті бу беру құбырын гидравликалық есептеу

Тесікті бу беру құбырындағы бу шығатын тесіктер саны

$$n_{т.б.} = \frac{\sum f}{d_{тес}^2}, \quad дана \text{ (бүтін санға дейін ұлғайтылып алынады)}$$

мұнда: $\sum f$ – тесіктердің жалпы бет ауданы, $\sum f = \frac{G_{бу.т.қ.}}{g_{бу}}$, $мм^2$

$G_{бу.т.қ.}$ – тесікті бу беру құбырындағы будың шығыны, *кг/сағат*

$$G_{бу.т.қ.} = \frac{3600 \cdot G_{бу.қон}}{2}, \quad кг/сағат$$

$g_{бу}$ – 1 $мм^2$ тесіктен шығатын бу шығыны, $кг/мм^2$
(10–кестеден қабылданады)

$d_{тес}$ – бу шығатын тесіктер диаметрі, (2÷4)*мм*

10–кесте

Бу қысымына сәйкес тесіктерден шығатын бу шығыны

$P_{бу}$, *МПа*	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
$g_{бу}$, $мм^2$	2,98	3,92	4,88	5,82	6,76	7,72	8,66	9,60

Тесікті бу беру құбырындағы тесіктер аралығы

$$S_{тес} = \frac{\ell_{т.б.}}{n_{т.б.}}, \quad мм$$

мұнда: $\ell_{т.б.}$ – тесікті бу беру құбырының ұзындығы, $\ell_{т.б.} = L_{кам}\, мм$

$L_{кам}$ – автоклавтың жұмыс камерасының ұзындығы, *мм*

Тесікті бу беру құбырынының диаметрі

$$d_{т.б.} = \frac{1{,}13 \cdot \sqrt{2 \cdot \sum f}}{1000}, \quad м$$

Тесікті бу беру құбырының жалпы кедергісін анықтау жалпы бу беру құбырын гидравликалық есептеген жолмен жүргізіледі.

Тесікті бу беру құбырының сызықтық кедергісі

$$h_{с.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{т.б.}, \quad Па$$

мұнда: $R_{с.к.}$ – бу жүретін құбырдың 1 погон метрге шаққандағы меншікті кедергісі, *Па*

$$R_{с.к.} = 0{,}29 \cdot K^{0{,}5} \frac{G^2_{бу.қон}}{\rho_{бу} \cdot d^{5{,}25}_{т.б.}}, \quad Па$$

$\ell_{т.б.}$ – тесікті бу беру құбырының ұзындығы, *м*

Тесікті бу беру құбырының жергілікті кедергісі

$$h_{ж.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{т.б.экв.}, \quad Па$$

мұнда: $\ell_{т.б.экв}$ – тесікті бу беру құбырының эквивалентті ұзындығы, *м*

$$\ell_{т.б.экв} = 76{,}4 \cdot d^{1{,}25}_{т.б.} \cdot \sum \xi, \quad Па$$

Тесікті бу беру құбырындағы жалпы кедергі

$$h_{т.б.} = h_{с.к.} + h_{ж.к.}, \quad Па$$

<u>Қондырғының конденсат ағу жүйесін гидравликалық есептеу</u>

Конденсат ағу жүйесіндегі құбыр диаметрі

$d_{к.а.} = 0{,}5 \cdot d_{ж.қ.}$, *м* (тігінен орналасқан бөлімдер үшін)

$d_{к.а.} = 0{,}7 \cdot d_{ж.қ.}$, *м* (көлденеңінен орналасқан бөлімдер үшін)

мұнда: $d_{ж.қ.}$ – жылулық қондырғыға бу беру құбырының диаметрі, *м*

Конденсат ағу жүйесінің 1 погон метрге шаққандағы меншікті кедергісі,

$$R_{с.к.} = 0{,}223 \cdot \frac{G^2_{бу.қон}}{\rho_{бу.конд} \cdot d^{5{,}25}_{к.а.}}, \quad Па$$

мұнда: $G_{бу.қон}$ – жылулық қондырғыға берілетін будың шығыны, *кг/секунд*

$\rho_{бу.конд}$ – бу конденсат қоспасының тығыздығы, *кг/м*^{3}

$$\rho_{бу.кон} = \frac{\rho_{кон} \cdot \rho_{буауа}}{B \cdot (\rho_{кон} - \rho_{бу.ауа}) + \rho_{бу.ауа}}, \; кг/м^3$$

$\rho_{конд}$ – конденсат ағу жүйесінің соңғы жағындағы 100 ^oC кезіндегі сұйық конденсат тығыздығы, *кг/м*^{3} (Қосымша Р)

$\rho_{бу.ауа}$ – $P_{ж.қ.}$, *МПа* қысымы кезіндегі буауа қоспасы тығыздығы, *кг/м*^{3} (Қосымша Т)

B – конденсаттағы буауа қоспасының үлесі, $B = \dfrac{I_{бу} - I_{конд}}{I_{бу.п.б.}}$

$I_{бу}$ – $P_{ж.қ.}$, *МПа* қысымы кезіндегі қондырғыға бу беру құбырындағы будың энтальпиясы, *кДж/кг* (Қосымша Т)

$I_{конд}$ – $P_{ж.қ.}$, *МПа* қысымы кезіндегі конденсат ағу жүйесінің соңғы жағындағы конденсат энтальпиясы, , *кДж/кг* (Қосымша Т)

$I_{бу.п.б.}$ – $P_{ж.қ.}$, *МПа* қысымы кезіндегі су буы пайда болудың энтальпиясы, *кДж/кг* (Қосымша Т)

Конденсат ағу жүйесіндегі жалпы кедергі

$$h_{к.а.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{к.а.}, \quad Па$$

мұнда: $\ell_{к.а.}$ – конденсат ағу жүйесінің жалпы ұзындығы, *м*

$$\ell_{к.а.} = \ell + \ell_{к.а.экв}$$

$\ell_{к.а.экв}$ – конденсат ағу жүйесінің эквивалентті ұзындығы, *м*

$$\ell_{к.а.экв} = 76{,}4 \cdot d_{к.а.}^{1{,}25} \cdot \sum \xi, \quad Па$$

Бу беру жүйесінің бас жағындағы қажетті қысым мәні

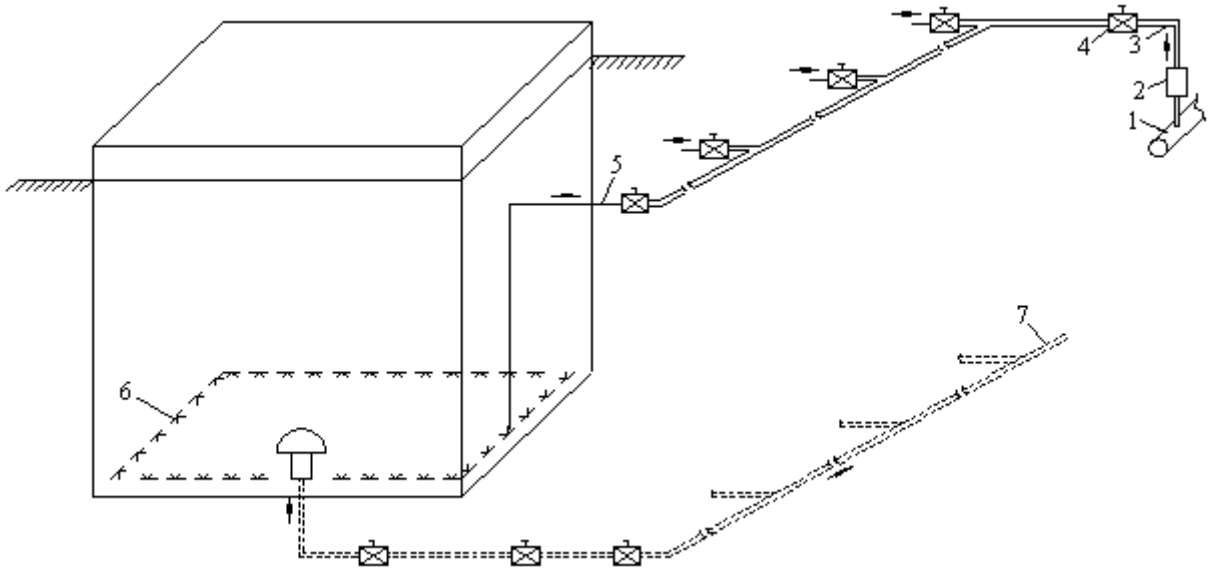
$$P_{қаж} = P_{кір} + 1{,}2 \cdot (h_{ж.б.} + \eta_{қон} \cdot h_{ж.қ.} + 2 \cdot \eta_{қон} \cdot h_{т.б.} + h_{к.а.}) \cdot 10^{-6}, \quad МПа$$

мұнда: $P_{кір}$ – тесікті бу беру құбыры арқылы камераға кіретін бу қысымы,

$$P_{кір} = 0{,}2 + P_{ж.қ.}, МПа$$

<u>Тік бұрышты шұңқырлы автоклав</u>

Шұңқырлы автоклав қондырғысын есептеу үшін, қондырғының бу беру жүйесіндегі барлық элементтері, қондырғылардың есептелген қажетті саны және бөлімдерінің өлшемдері келтірілген схеманы 8–суретке сәйкес алдын-ала дайындау қажет.



1 – магистралды бу беру құбыры, *2* – дроссель, *3* – жалпы бу беру құбыры, *4* – вентиль, *5* – жылулық қондырғыға бу беру құбыры, *6* – тесікті бу беру құбыры, *7* – конденсат ағу жүйесі.

Сурет 8. Шұңқырлы автоклавқа бу беру жүйесі

Тік бұрышты шұңқырлы автоклавты гидравликалық есептеу, цилиндрлі автоклавты есептеген тәсілмен жүргізіледі. Ерекшеліктері төменде келтірілген.

Тесікті бу беру құбырындағы будың шығыны

$$G_{бу.т.қ.} = 3600 \cdot G_{бу.қон}, \ кг/сағат$$

Тесікті бу беру құбырының ұзындығы

$$\ell_{т.б.} = 2 \cdot (L_{кам} + B_{кам}) \ мм$$

Бу беру жүйесінің бас жағындағы қажетті қысым мәні

$$P_{қаж} = P_{кір} + 1{,}2 \cdot (h_{ж.б.} + \eta_{қон} \cdot h_{ж.қ.} + \eta_{қон} \cdot h_{т.б.} + h_{к.а.}) \cdot 10^{-6}, \ МПа$$

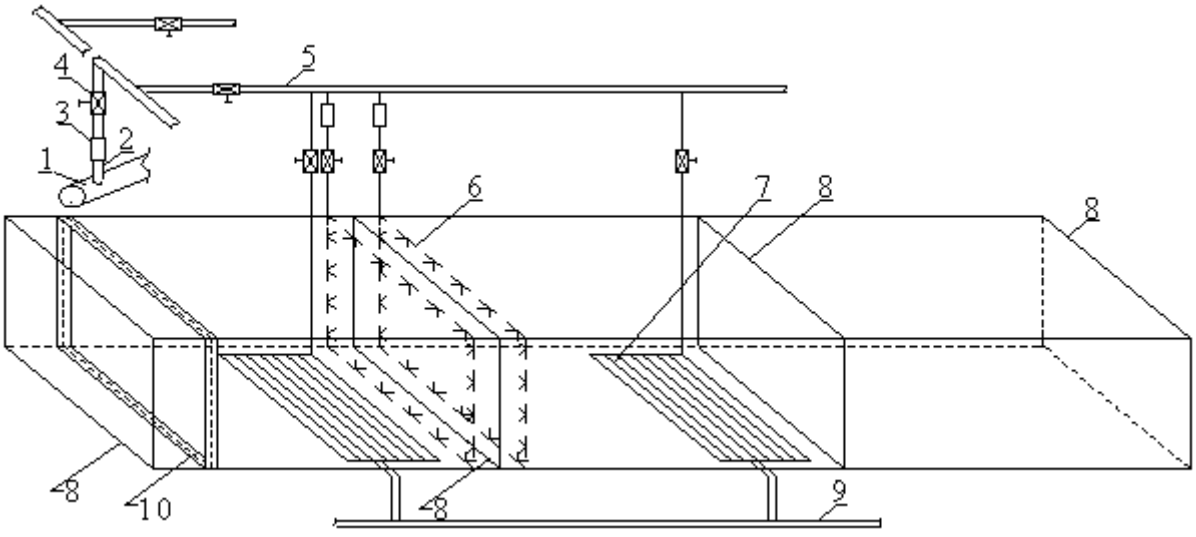
мұнда: $P_{кір}$ – тесікті бу беру құбыры арқылы камераға кіретін бу қысымы,

$$P_{кір} = 0{,}2 + P_{ж.қ.}, МПа$$

Үздіксіз жұмыс істейтін қондырғылар

Туннельді булау камерасы

Туннельді булау камерасын есептеу үшін, қондырғының бу беру жүйесіндегі барлық элементтері, қондырғылардың есептелген қажетті саны және бөлімдерінің өлшемдері келтірілген схеманы 9–суретке сәйкес алдын-ала дайындау қажет.



1 – магистралды бу беру құбыры, *2* – жалпы бу беру құбыры, *3* – дроссель, *4* – вентиль, *5* – жылулық қондырғыға бу беру құбыры, *6* – тесікті бу беру құбыры, *7* – регистрлер, *8* – буауа ағыны пердесі, *9* – конденсат ағу жүйесі, *10* – өңдеуден өткен буауа қоспасын шығару каналы

Сурет 9. Туннельді булау камерасына бу беру жүйесі

Жалпы бу беру құбырын гидравликалық есептеу

Жалпы бу беру құбырының диаметрі

$$d_{ж.б.} = 3{,}5 \cdot \sqrt{\frac{G_{бу.max}}{\omega_{бу} \cdot \rho_{бу}}}, \quad м$$

мұнда: $G_{бу.max}$ – будың максимальды шығыны, *кг/секунд*

$$G_{бу.max} = \frac{G_{бу.мен} \cdot D_{қон} \cdot T_{қон} \cdot V_{бұй} \cdot \mu}{3600}, \quad кг/секунд$$

$G_{бу.мен}$ – туннельді булау камерасындағы 1 $м^3$ бетонға шығындалатын будың меншікті шығын мөлшері, *кг/$м^3$ бетонға*

$D_{қон}$ – дайын өнім бойынша туннельді қондырғының жобалық сағаттық өнімділігі, *дана/сағат*

$T_{қон}$ – қондырғының есептеуден анықталған қажетті саны, *дана*

$V_{бұй}$ – бір бұйымның көлемі, $м^3$

μ – бу қазандығы өнімділігінің қосымша қор коэффициенті (1,15÷1,2)

$\omega_{бу}$ – құбырдағы будың қозғалу жылдамдығы, (60÷80)*м/секунд*

$\rho_{бу}$ – (0,02+ $P_{ж.қ.}$), *МПа* қысымына сәйкес су буының тығыздығы, *кг/$м^3$* (Қосымша П)

$P_{ж.қ.}$ – жылуалмастырғыш құрылғыларына бетілетін будың қысымы, *МПа*

Жалпы бу беру құбырының сызықтық кедергісі

$$h_{с.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{ж.б.}, \quad Па$$

мұнда: $R_{с.к.}$ – бу жүретін құбырдың 1 погон метрге шаққандағы меншікті кедергісі, *Па*

$$R_{с.к.} = 0{,}29 \cdot K^{0{,}5} \frac{G^2_{бу.max}}{\rho_{бу} \cdot d^{5{,}25}_{ж.б.}}, \quad Па$$

K – бу жүретін құбырдың ішкі бетінің кедір-бұдырлығын ескеретін коэффициент, 0,0002

$\ell_{ж.б.}$ – жалпы бу беру құбырының ұзындығы, *м* (зауыт жобасындағы қондырғыларды цехтарда орнықтыру бойынша шешімдерге сәйкес қабылданады), *м*

Жалпы бу беру құбырының жергілікті кедергісі

$$h_{ж.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{ж.б.экв.}, \quad Па$$

мұнда: $\ell_{ж.б.экв}$ – жалпы бу беру құбырының эквивалентті ұзындығы, *м*

$$\ell_{ж.б.экв} = 76{,}4 \cdot d^{1{,}25}_{ж.б.} \cdot \sum \xi, \quad Па$$

$\sum \xi$ – жалпы бу беру құбырындағы жергілікті кедергі коэффициенттердің жалпы қосындысы (Қосымша У)

Жалпы бу беру құбырындағы жалпы кедергі

$$h_{ж.б.} = h_{с.к.} + h_{ж.к.}, \quad Па$$

Жылулық қондырғыға бу беру құбырын гидравликалық есептеу

Жылулық қондырғыға бу беру құбырының диаметрі

$$d_{ж.қ.} = 3{,}5 \cdot \sqrt{\frac{G_{бу.қон}}{\omega_{бу} \cdot \rho_{бу}}}, \quad м$$

мұнда: $G_{бу.қон}$ – жылулық қондырғыға берілетін будың шығыны, *кг/секунд*

$$G_{бу.қон} = \frac{G_{бу.мах}}{T_{қон}}, \quad кг/секунд$$

Жылулық қондырғыға бу беру құбырының жалпы кедергісін анықтау жалпы бу беру құбырын гидравликалық есептеген жолмен жүргізіледі.

Жылулық қондырғыға бу беру құбырының сызықтық кедергісі

$$h_{с.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{ж.қ.}, \quad Па$$

мұнда: $R_{с.к.}$ – бу жүретін құбырдың 1 погон метрге шаққандағы меншікті кедергісі, *Па*

$$R_{с.к.} = 0{,}29 \cdot K^{0{,}5} \frac{G^2_{бу.қон}}{\rho_{бу} \cdot d^{5{,}25}_{ж.қ.}}, \quad Па$$

$\ell_{ж.қ.}$ – жылулық қондырғыға бу беру құбырының ұзындығы, *м*

Жылулық қондырғыға бу беру құбырының жергілікті кедергісі

$$h_{ж.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{ж.қ.экв.}, \quad Па$$

мұнда: $\ell_{ж.қ.экв}$ – жылулық қондырғыға бу беру құбырының эквивалентті ұзындығы, *м*

$$\ell_{ж.қ.экв} = 76{,}4 \cdot d^{1{,}25}_{ж.қ.} \cdot \sum \xi, \quad Па$$

Жылулық қондырғыға бу беру құбырындағы жалпы кедергі

$$h_{ж.қ.} = h_{с.к.} + h_{ж.к.}, \quad Па$$

Қондырғының жұмыс камерасындағы тесікті бу беру құбырын гидравликалық есептеу

Қыздыру және изотермиялық ұстап тұру бөлімдеріне жеке есептеледі. Қондырғының жұмыс камерасындағы тесікті бу беру құбырының жалпы кедергісі қыздыру және изотермиялық ұстап тұру бөлімдеріндегі анықталған кедергілер мәндерінен қосындысынан құралады.

$$h_{т.б.қон} = h_{т.б.қыз} + h_{т.б.из}, \quad Па$$

мұнда: $h_{т.б.қыз}$ – қыздыру бөліміндегі анықталған тесікті бу беру құбырының жалпы кедергісі, *Па*

$h_{т.б.из}$ – изотермиялық ұстап тұру бөліміндегі анықталған тесікті бу беру құбырының жалпы кедергісі, *Па*

Қыздыру бөліміндегі тесікті бу беру құбырының жалпы кедергісін есептеу.

Қыздыру бөліміндегі тесікті бу беру құбырындағы бу шығатын тесіктер саны

$$n_{т.б.} = 1{,}273 \cdot \frac{\sum f}{d_{тес}^2}, \quad дана$$ (бүтін санға дейін ұлғайтылып алынады)

мұнда: $\sum f$ – тесіктердің жалпы бет ауданы, $мм^2$

$$\sum f = \frac{3600 \cdot G_{т.б.қыз}}{g_{бу}}, \quad мм^2$$

$G_{т.б.қыз}$ – қыздыру бөліміндегі тесікті бу беру құбырмен берілетін будың мөлшері, *кг/секунд* (қондырғының қыздыру бөлімінің жылулық балансын есептеуден анықталған)

$g_{бу}$ – 1 $мм^2$ тесіктен шығатын бу шығыны, $кг/мм^2$ (11–кестеден қабылданады)

$d_{тес}$ – бу шығатын тесіктер диаметрі, (2÷4)*мм*

11–кесте

Бу қысымына сәйкес тесіктерден шығатын бу шығыны

$P_{бу}$, *МПа*	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,2
$g_{бу}$, $кг/мм^2$	0,26	0,49	0,59	0,68	0,76	0,82	0,87	1,02

Қыздыру бөліміндегі тесікті бу беру құбырындағы тесіктер аралығы

$$S_{тес} = \frac{\ell_{т.б.}}{n_{т.б.}}, \quad мм$$

мұнда: $\ell_{т.б.}$ – тесікті бу беру құбырының ұзындығы, *мм*

$$\ell_{т.б.} = 2 \cdot (H_{кам} + B_{кам}) \text{, мм}$$

Тесікті бу беру құбырындағы тесіктер аралығы $S_{тес} = (150 \div 200)$ *мм* аралығында болуы қажет. Мұндай болмаған жағдайда бу шығатын тесіктер диаметрін $d_{тес}$ қайтадан тиімді етіп қабылдау керек.

Қыздыру бөліміндегі тесікті бу беру құбырынының диаметрі

$$d_{т.б.} = \frac{1{,}13 \cdot \sqrt{2 \cdot \sum f}}{1000}, \quad м$$

Тесікті бу беру құбырының жалпы кедергісін анықтау жалпы бу беру құбырын гидравликалық есептеген жолмен жүргізіледі.

Қыздыру бөліміндегі тесікті бу беру құбырының сызықтық кедергісі

$$h_{с.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{т.б.}, \quad Па$$

мұнда: $R_{с.к.}$ – бу жүретін құбырдың 1 погон метрге шаққандағы меншікті кедергісі, *Па*

$$R_{с.к.} = 0{,}29 \cdot K^{0{,}5} \frac{G^2_{бу.қон}}{\rho_{бу} \cdot d^{5{,}25}_{т.б.}}, \quad Па$$

Қыздыру бөліміндегі тесікті бу беру құбырының жергілікті кедергісі

$$h_{ж.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{т.б.экв.}, \quad Па$$

мұнда: $\ell_{т.б.экв}$ – тесікті бу беру құбырының эквивалентті ұзындығы, *м*

$$\ell_{т.б.экв} = 76{,}4 \cdot d^{1{,}25}_{т.б.} \cdot \sum \xi, \quad Па$$

Қыздыру бөліміндегі тесікті бу беру құбырының жалпы кедергісі

$$h_{т.б.қыз} = h_{с.к.} + h_{ж.к.}, \quad Па$$

<u>Изотермиялық ұстап тұру бөліміндегі тесікті бу беру құбырының жалпы кедергісін есептеу.</u>

Изотермиялық ұстап тұру бөліміндегі тесікті бу беру құбырындағы бу шығатын тесіктер саны

$$n_{т.б.} = 1{,}273 \cdot \frac{\sum f}{d^2_{тес}}, \quad дана \text{ (бүтін санға дейін ұлғайтылып алынады)}$$

мұнда: $\sum f$ – тесіктердің жалпы бет ауданы, *мм*^{2}

$$\sum f = \frac{3600 \cdot G_{т.б.из}}{g_{бу}}, \quad мм^2$$

$G_{т.б.из}$ – изотермиялық ұстап тұру бөліміндегі тесікті бу беру құбырмен берілетін будың мөлшері, *кг/секунд* (қондырғының изотермиялық ұстап тұру бөлімінің жылулық балансын есептеуден анықталған)

$g_{бу}$ – 1 *мм*^{2} тесіктен шығатын бу шығыны, *кг/мм*^{2} (11–кестеден қабылданады)

$d_{тес}$ – бу шығатын тесіктер диаметрі, (2÷4)*мм*

Изотермиялық ұстап тұру бөліміндегі тесікті бу беру құбырындағы тесіктер аралығы

$$S_{тес} = \frac{\ell_{т.б.}}{n_{т.б.}}, \quad мм$$

мұнда: $\ell_{т.б.}$ – тесікті бу беру құбырының ұзындығы, *мм*

$$\ell_{т.б.} = 2 \cdot (H_{кам} + B_{кам}), мм$$

Тесікті бу беру құбырындағы тесіктер аралығы $S_{тес} = (150 \div 200) мм$ аралығында болуы қажет. Мұндай болмаған жағдайда бу шығатын тесіктер диаметрін $d_{тес}$ қайтадан тиімді етіп қабылдау керек.

Изотермиялық ұстап тұру бөліміндегі тесікті бу беру құбырынының диаметрі

$$d_{т.б.} = \frac{1{,}13 \cdot \sqrt{2 \cdot \sum f}}{1000}, \quad м$$

Изотермиялық ұстап тұру бөліміндегі тесікті бу беру құбырының сызықтық кедергісі

$$h_{с.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{т.б.}, \quad Па$$

мұнда: $R_{с.к.}$ – бу жүретін құбырдың 1 погон метрге шаққандағы меншікті кедергісі, *Па*

$$R_{с.к.} = 0{,}29 \cdot K^{0{,}5} \frac{G^2_{бу.қон}}{\rho_{бу} \cdot d^{5{,}25}_{т.б.}}, \quad Па$$

Изотермиялық ұстап тұру бөліміндегі тесікті бу беру құбырының жергілікті кедергісі

$$h_{ж.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{т.б.экв.}, \quad Па$$

мұнда: $\ell_{т.б.экв}$ – тесікті бу беру құбырының эквивалентті ұзындығы, *м*

$$\ell_{т.б.экв} = 76{,}4 \cdot d_{т.б.}^{1{,}25} \cdot \sum \xi, \quad Па$$

Изотермиялық ұстап тұру бөліміндегі тесікті бу беру құбырының жалпы кедергісі

$$h_{т.б.из} = h_{с.к.} + h_{ж.к.}, \quad Па$$

Қондырғының бу-конденсат қоспасы жүйесін гидравликалық есептеу

Қыздыру және изотермиялық ұстап тұру бөлімдеріне жеке есептеледі. Қондырғының бу-конденсат қоспасы жүйесінің жалпы кедергісі қыздыру және изотермиялық ұстап тұру бөлімдеріндегі анықталған кедергілер мәндерінен қосындысынан құралады.

$$h_{б.к.қон} = h_{б.к.қыз} + h_{б.к.из}, \quad Па$$

мұнда: $h_{б.к.қыз}$ – қыздыру бөліміндегі анықталған бу-конденсат қоспасы жүйесінің жалпы кедергісі, *Па*

$h_{б.к.из}$ – изотермиялық ұстап тұру бөліміндегі анықталған бу-конденсат қоспасы жүйесінің жалпы кедергісі, *Па*

Қыздыру бөліміндегі бу-конденсат қоспасы жүйесінің жалпы кедергісін есептеу.

Қыздыру бөлімінің бу-конденсат қоспасы жүйесіндегі регистрларға бу беру құбырынының диаметрі

$$d_{б.б.рег} = 3{,}5 \cdot \sqrt{\frac{G_{р.б.қыз}}{\omega_{бу} \cdot \rho_{бу}}}, \quad м$$

мұнда: $G_{р.б.қыз}$ – қондырғының қыздыру бөліміндегі регистрмен берілетін будың шығыны, *кг/секунд*

Қыздыру бөлімінің бу-конденсат қоспасы жүйесіндегі регистрларға бу беру құбырының сызықтық кедергісі

$$h_{с.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{р.б.қыз}, \quad Па$$

мұнда: $R_{с.к.}$ – бу жүретін құбырдың 1 погон метрге шаққандағы меншікті кедергісі, *Па*

$$R_{с.к.} = 0{,}29 \cdot K^{0{,}5} \frac{G^2_{р.б.қыз}}{\rho_{бу} \cdot d^{5{,}25}_{б.б.рег}}, \quad Па$$

$\ell_{р.б.қыз}$ – регистрларға бу беру құбырының ұзындығы, *м*

Қыздыру бөліміндегі регистраларға бу беру құбырының жергілікті кедергісі

$$h_{ж.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{р.б.экв.}, \quad Па$$

мұнда: $\ell_{р.б.экв}$ – регистрларға бу беру құбырының эквивалентті ұзындығы, *м*

$$\ell_{р.б.экв} = 76{,}4 \cdot d^{1{,}25}_{б.б.рег} \cdot \sum \xi, \quad Па$$

Қыздыру бөліміндегі регистрларға бу беру құбырының жалпы кедергісі

$$h_{р.б.қыз} = h_{с.к.} + h_{ж.к.}, \quad Па$$

Қыздыру бөлімінің бу-конденсат қоспасы жүйесіндегі регистрлар құбырынының диаметрі

$$d_{рег} = 0{,}7 \div 0{,}8 \cdot d_{б.б.рег}, \quad м$$

Қыздыру бөлімінің бу-конденсат қоспасы жүйесіндегі регистрлар құбырының сызықтық кедергісі

$$h_{с.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{рег.қыз}, \quad Па$$

мұнда: $R_{с.к.}$ – регистрлар құбырының 1 погон метрге шаққандағы меншікті кедергісі, *Па*

$$R_{с.к.} = \frac{0{,}223 \cdot G^2_{р.б.қыз}}{\rho_{бу.кон} \cdot d^{5{,}25}_{рег}}, \quad Па$$

$\rho_{бу.кон}$ – бу-конденсат қоспасының тығыздығы, *кг/м*^{3}

$$\rho_{бу.кон} = \frac{\rho_{бу} \cdot \rho_{конд}}{\varepsilon \cdot (\rho_{конд} - \rho_{бу}) + \rho_{бу}}, \quad кг/м^3$$

$\rho_{бу}$ – регистрларға берілетін бу тығыздығы, *кг/м*^{3}

$\rho_{конд}$ – $t_{шыг.рег}$ температурасы кезіндегі конденсат тығыздығы, *кг/м*^{3} (Қосымша П)

ε – бу-конденсат қоспасындағы будың үлесі, *кг бу/кг қоспа*

$$\varepsilon = \frac{I_{кір.бу} - I_{шыг.бу}}{I_{бу.п.б.}}, \ кг\ бу/кг\ қоспа$$

$I_{кір.бу} - t_{кір.рег}$ температурасы кезіндегі бу энтальпиясы, *кДж/кг* (Қосымша П)

$I_{шыг.бу} - t_{шыг.рег}$ температурасы кезіндегі конденсат энтальпиясы, *кДж/кг* (Қосымша П)

$I_{бу.п.б.} - t_{шыг.рег}$ температурасы кезіндегі су буы пайда болудың энтальпиясы, *кДж/кг* (Қосымша П)

$\ell_{рег.қыз}$ – регистрлар құбырының ұзындығы, *м*

$$\ell_{рег.қыз} = \frac{F_{р.б.қыз}}{\pi \cdot d_{рег}}, \ м$$

$F_{р.б.қыз}$ – қыздыру бөліміндегі регистрлардың жалпы бет ауданы, $м^2$

$$F_{р.б.қыз} = \frac{Q_{р.б.қыз}}{K_{рег} \cdot (t_{кір.рег} - t_{шыг.рег})}, \ м^2$$

$Q_{р.б.қыз}$ – регистрлармен берілетін бу жылулығы, *кВт* (қондырғының қыздыру бөлімінің жылулық балансын есептеуден анықталған)

$K_{рег}$ – регистрлардың жылуөту коэффициенті, $K_{рег} = 1{,}67\ Вт/(м^2 \cdot {}^oC)$

$t_{кір.рег}$ – регистрлармен берілетін бу температурасы, $t_{кір.рег} = (140 \div 150)\ {}^oC$

$t_{шыг.рег}$ – конденсат ағу жүйесінен шығатын бу-конденсат қоспасының температурасы, $t_{шыг.рег} = (50 \div 60)\ {}^oC$

Қыздыру бөлімінің бу-конденсат қоспасы жүйесіндегі регистрлар құбырының жергілікті кедергісі

$$h_{ж.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{рег.қыз.экв.}, \ \ Па$$

мұнда: $\ell_{рег.қыз.экв}$ – регистрлар құбырының эквивалентті ұзындығы, *м*

$$\ell_{рег.қыз.экв} = 76{,}4 \cdot d_{рег}^{1{,}25} \cdot \sum \xi, \ \ Па$$

Қыздыру бөлімінің бу-конденсат қоспасы жүйесіндегі регистрлар құбырының жалпы кедергісі

$$h_{рег.қыз} = h_{с.к.} + h_{ж.к.}, \ \ Па$$

Қыздыру бөлімінің бу-конденсат қоспасы жүйесіндегі регистрларға бу беру құбырынының және регистрлар құбырының жалпы кедергісі

$$h_{б.к.қыз} = h_{р.б.қыз} + h_{рег.қыз}, \ \ Па$$

Изотермиялық ұстап тұру бөліміндегі бу-конденсат қоспасы жүйесінің жалпы кедергісін есептеу.

Изотермиялық ұстап тұру бөлімінің бу-конденсат қоспасы жүйесіндегі регистрларға бу беру құбырының диаметрі

$$d_{б.б.рег} = 3{,}5 \cdot \sqrt{\frac{G_{р.б.из}}{\omega_{бу} \cdot \rho_{бу}}}, \quad м$$

мұнда: $G_{р.б.из}$ – қондырғының изотермиялық ұстап тұру бөліміндегі регистрмен берілетін будың шығыны, *кг/секунд*

Изотермиялық ұстап тұру бөлімінің бу-конденсат қоспасы жүйесіндегі регистрларға бу беру құбырының сызықтық кедергісі

$$h_{с.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{р.б.из}, \quad Па$$

мұнда: $R_{с.к.}$ – бу жүретін құбырдың 1 погон метрге шаққандағы меншікті кедергісі, *Па*

$$R_{с.к.} = 0{,}29 \cdot K^{0{,}5} \frac{G^2_{р.б.из}}{\rho_{бу} \cdot d^{5{,}25}_{б.б.рег}}, \quad Па$$

$\ell_{р.б.из}$ – регистрларға бу беру құбырының ұзындығы, *м*

Изотермиялық ұстап тұру бөліміндегі регистраларға бу беру құбырының жергілікті кедергісі

$$h_{ж.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{р.б.экв.}, \quad Па$$

мұнда: $\ell_{р.б.экв}$ – регистрларға бу беру құбырының эквивалентті ұзындығы, *м*

$$\ell_{р.б.экв} = 76{,}4 \cdot d^{1{,}25}_{б.б.рег} \cdot \sum \xi, \quad Па$$

Изотермиялық ұстап тұру бөліміндегі регистрларға бу беру құбырының жалпы кедергісі

$$h_{р.б.из} = h_{с.к.} + h_{ж.к.}, \quad Па$$

Изотермиялық ұстап тұру бөлімінің бу-конденсат қоспасы жүйесіндегі регистрлар құбырының диаметрі

$$d_{рег} = 0{,}7 \div 0{,}8 \cdot d_{б.б.рег}, \quad м$$

Изотермиялық ұстап тұру бөлімінің бу-конденсат қоспасы жүйесіндегі регистрлар құбырының сызықтық кедергісі

$$h_{с.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{рег.из}, \quad Па$$

мұнда: $R_{с.к.}$ – регистрлар құбырының 1 погон метрге шаққандағы меншікті кедергісі, *Па*

$$R_{с.к.} = \frac{0{,}223 \cdot G^2_{р.б.из}}{\rho_{бу.кон} \cdot d^{5{,}25}_{рег}}, \quad Па$$

$\ell_{рег.из}$ – регистрлар құбырының ұзындығы, $\ell_{рег.из} = \frac{F_{р.б.из}}{\pi \cdot d_{рег}}$, *м*

$F_{р.б.из}$ – изотермиялық ұстап тұру бөліміндегі регистрлардың жалпы бет ауданы, $F_{р.б.из} = \frac{Q_{р.б.из}}{K_{рег} \cdot (t_{кір.рег} - t_{шығ.рег})}$, $м^2$

$Q_{р.б.из}$ – регистрлармен берілетін бу жылулығы, *кВт* (қондырғының қыздыру бөлімінің жылулық балансын есептеуден анықталған)

Изотермиялық ұстап тұру бөлімінің бу-конденсат қоспасы жүйесіндегі регистрлар құбырының жергілікті кедергісі

$$h_{ж.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{рег.из.экв.}, \quad Па$$

мұнда: $\ell_{рег.из.экв}$ – регистрлар құбырының эквивалентті ұзындығы, *м*

$$\ell_{рег.из.экв} = 76{,}4 \cdot d^{1{,}25}_{рег} \cdot \sum \xi, \quad Па$$

Изотермиялық ұстап тұру бөлімінің бу-конденсат қоспасы жүйесіндегі регистрлар құбырының жалпы кедергісі

$$h_{рег.из} = h_{с.к.} + h_{ж.к.}, \quad Па$$

Изотермиялық ұстап тұру бөлімінің бу-конденсат қоспасы жүйесіндегі регистрларға бу беру құбырынының және регистрлар құбырының жалпы кедергісі

$$h_{б.к.из} = h_{р.б.из} + h_{рег.из}, \quad Па$$

Қондырғының конденсат ағу жүйесін гидравликалық есептеу

Конденсат ағу жүйесіндегі құбыр диаметрі

$d_{к.а.} = 0{,}5 \cdot d_{ж.қ.}$, *м* (тігінен орналасқан бөлімдер үшін)

$d_{к.а.} = 0{,}7 \cdot d_{ж.қ.}$, *м* (көлденеңінен орналасқан бөлімдер үшін)

мұнда: $d_{ж.қ.}$ – жылулық қондырғыға бу беру құбырының диаметрі, *м*

Конденсат ағу жүйесінің 1 погон метрге шаққандағы меншікті кедергісі,

$$R_{с.к.} = 0{,}223 \cdot \frac{G^2_{бу.қон}}{\rho_{бу.кон} \cdot d^{5{,}25}_{к.а.}}, \quad Па$$

мұнда: $G_{бу.қон}$ – жылулық қондырғыға берілетін будың шығыны, *кг/секунд*

$\rho_{бу.кон}$ – бу конденсат қоспасының тығыздығы, *кг/м*^{3}

Конденсат ағу жүйесінің сызықтық кедергісі

$$h_{с.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{к.а.}, \quad Па$$

мұнда: $\ell_{к.а.}$ – конденсат ағу жүйесінің жалпы ұзындығы, *м*

Конденсат ағу жүйесінің жергілікті кедергісі

$$h_{ж.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{к.а.экв.}, \quad Па$$

мұнда: $\ell_{к.а.экв}$ – конденсат ағу жүйесінің эквивалентті ұзындығы, *м*

$$\ell_{к.а.экв} = 76{,}4 \cdot d^{1{,}25}_{к.а.} \cdot \sum \xi, \quad Па$$

$\sum \xi$ – конденсат ағу жүйесінің жергілікті кедергі коэффициенттердің жалпы қосындысы (Қосымша У)

Конденсат ағу жүйесіндегі жалпы кедергі

$$h_{к.а.қон} = h_{с.к.} + h_{ж.к.}, \quad Па$$

Бу беру жүйесінің бас жағындағы қажетті қысым мәні

$$P_{қаж} = P_{кір} + 1{,}4 \cdot \sum h_{жал}, \quad МПа$$

мұнда: $P_{кір}$ – бу беру жүйесіне кіретін бу қысымы, $P_{кір} = P_{раб} + 0{,}02$, *МПа*

$P_{рег.бу}$ – регистрлардағы бу қысымы, *МПа*

регистрлармен берілетін бу температурасына $t_{кір.рег} = (140 \div 150)^oC$ сәйкес қабылданады (Қосымша П)

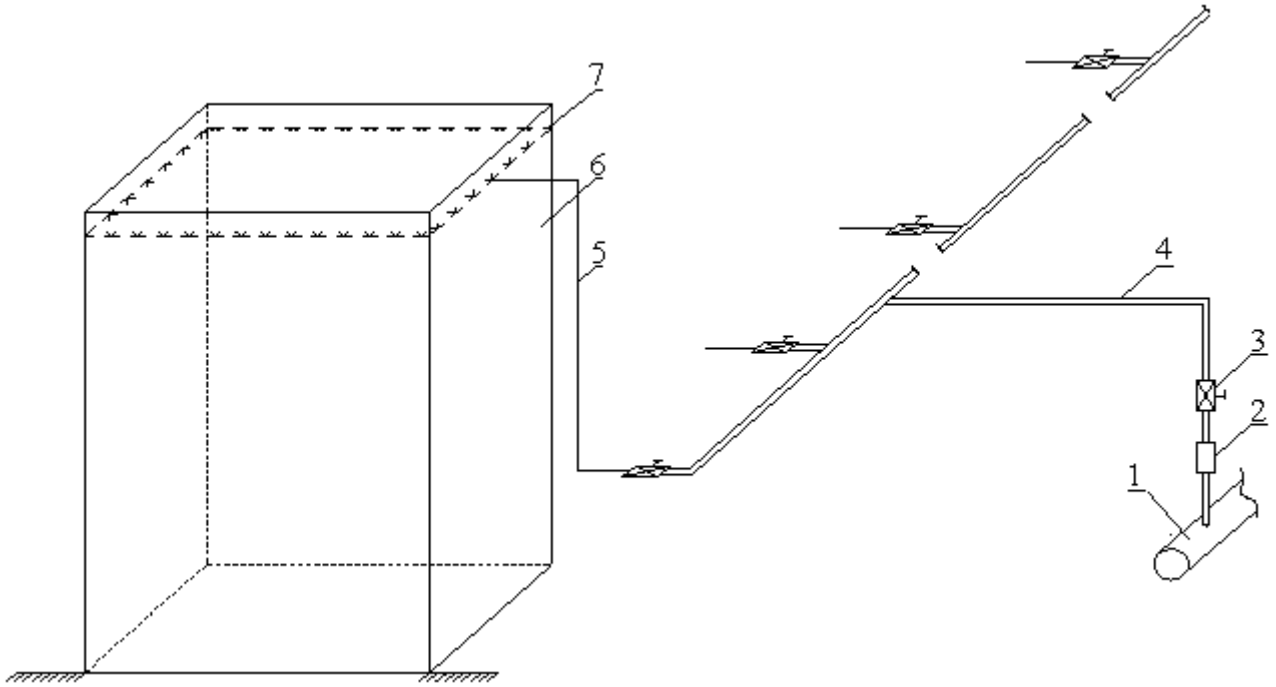
1,4 – буауа ағыны перделеріндегі шығындалатын қысымның және ескерілмеген бу беру жүйесіндегі ескерілмеген шығындардың қосымша қор коэффициенті

$\sum h_{жал}$ –қондырғының бу беру жүйесіндегі барлық кедергілердің жалпы қосындысының мәні, *МПа*

$$\sum h_{жал} = \left(h_{ж.б.} + T_{қон} \cdot (h_{ж.қ.} + h_{т.б.қон} + h_{б.к.қон} + h_{к.а.қон})\right) \cdot 10^{-6}, \quad МПа$$

Тік булау камерасы

Тік булау камерасын есептеу үшін, қондырғының бу беру жүйесіндегі барлық элементтері, қондырғылардың есептелген қажетті саны және бөлімдерінің өлшемдері келтірілген схеманы 10–суретке сәйкес алдын-ала дайындау қажет.



1 – магистралды бу беру құбыры, *2* – дроссель, *3* – вентиль, *4* – жалпы бу беру құбыры, *5* – жылулық қондырғыға бу беру құбыры, *6* – жұмыс камерасы, *7* – тесікті бу беру құбыры

Сурет 10. Тік булау камерасына бу беру жүйесі

Жалпы бу беру құбырын гидравликалық есептеу

Жалпы бу беру құбырының диаметрі

$$d_{ж.б.} = 3{,}5 \cdot \sqrt{\frac{G_{бу.max}}{\omega_{бу} \cdot \rho_{бу}}}, \quad м$$

мұнда: $G_{бу.max}$ – будың максимальды шығыны, *кг/секунд*

$$G_{бу.max} = G_{бу} \cdot T_{қон} \cdot \mu, \quad кг/секунд$$

$G_{бу}$ – камераға берілетін будың массасы, *кг/секунд*
(жылулық баланс теңдеуін шешу нәтижесінде анықталаған)

$T_{қон}$ – қондырғының есептеуден анықталған қажетті саны, *дана*

μ – бу қазандығы өнімділігінің қосымша қор коэффициенті (1,15÷1,2)

$\omega_{бу}$ – құбырдағы будың қозғалу жылдамдығы, (20÷60)*м/секунд*

$\rho_{бу}$ – су буының тығыздығы, *кг/м*^{3} (Қосымша П)

Жалпы бу беру құбырының сызықтық кедергісі

$$h_{с.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{ж.б.}, \quad Па$$

мұнда: $R_{с.к.}$ – бу жүретін құбырдың 1 погон метрге шаққандағы меншікті кедергісі, *Па*

$$R_{с.к.} = 0{,}29 \cdot K^{0{,}5} \frac{G^2_{бу.max}}{\rho_{бу} \cdot d^{5{,}25}_{ж.б.}}, \quad Па$$

K – бу жүретін құбырдың ішкі бетінің кедір-бұдырлығын ескеретін коэффициент, 0,0002

$\ell_{ж.б.}$ – жалпы бу беру құбырының ұзындығы, *м* (зауыт жобасындағы қондырғыларды цехтарда орнықтыру бойынша шешімдерге сәйкес қабылданады), *м*

Жалпы бу беру құбырының жергілікті кедергісі

$$h_{ж.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{ж.б.экв.}, \quad Па$$

мұнда: $\ell_{ж.б.экв}$ – жалпы бу беру құбырының эквивалентті ұзындығы, *м*

$$\ell_{ж.б.экв} = 76{,}4 \cdot d^{1{,}25}_{ж.б.} \cdot \sum \xi, \quad Па$$

$\sum \xi$ – жалпы бу беру құбырындағы жергілікті кедергі коэффициенттердің жалпы қосындысы (Қосымша У)

Жалпы бу беру құбырындағы жалпы кедергі

$$h_{ж.б.} = h_{с.к.} + h_{ж.к.}, \quad Па$$

Жылулық қондырғыға бу беру құбырын гидравликалық есептеу

Жылулық қондырғыға бу беру құбырының диаметрі

$$d_{ж.қ.} = 3{,}5 \cdot \sqrt{\frac{G_{бу.қон}}{\omega_{бу} \cdot \rho_{бу}}}, \quad м$$

мұнда: $G_{бу.қон}$ – жылулық қондырғыға берілетін будың шығыны, *кг/секунд*

$$G_{бу.қон} = \frac{G_{бу.max}}{T_{қон}}, \quad кг/секунд$$

Жылулық қондырғыға бу беру құбырының жалпы кедергісін анықтау жалпы бу беру құбырын гидравликалық есептеген жолмен жүргізіледі.

Жылулық қондырғыға бу беру құбырының сызықтық кедергісі

$$h_{с.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{ж.қ.}, \quad Па$$

мұнда: $R_{с.к.}$ – бу жүретін құбырдың 1 погон метрге шаққандағы меншікті кедергісі, *Па*

$$R_{с.к.} = 0{,}29 \cdot K^{0{,}5} \frac{G^2_{бу.қон}}{\rho_{бу} \cdot d^{5{,}25}_{ж.қ.}}, \quad Па$$

$\ell_{ж.қ.}$ – жылулық қондырғыға бу беру құбырының ұзындығы, *м*

Жылулық қондырғыға бу беру құбырының жергілікті кедергісі

$$h_{ж.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{ж.қ.экв.}, \quad Па$$

мұнда: $\ell_{ж.қ.экв}$ – жылулық қондырғыға бу беру құбырының эквивалентті ұзындығы, *м*

$$\ell_{ж.қ.экв} = 76{,}4 \cdot d^{1{,}25}_{ж.қ.} \cdot \sum \xi, \quad Па$$

Жылулық қондырғыға бу беру құбырындағы жалпы кедергі

$$h_{ж.қ.} = h_{с.к.} + h_{ж.к.}, \quad Па$$

Қондырғының жұмыс камерасындағы тесікті бу беру құбырын гидравликалық есептеу

Тесікті бу беру құбырындағы бу шығатын тесіктер саны

$$n_{т.б.} = 1{,}273 \cdot \frac{\sum f}{d^2_{тес}}, \quad дана \text{ (бүтін санға дейін ұлғайтылып алынады)}$$

мұнда: $\sum f$ – тесіктердің жалпы бет ауданы, $мм^2$

$$\sum f = \frac{3600 \cdot G_{т.б.}}{g_{бу}}, \quad мм^2$$

$G_{т.б.}$ – тесікті бу беру құбырмен берілетін будың мөлшері, *кг/секунд* (жылулық қондырғыға берілетін будың шығынына тең $G_{бу.қон}$)

$g_{бу}$ – 1 $мм^2$ тесіктен шығатын бу шығыны, $кг/мм^2$ (11–кестеден қабылданады)

$d_{тес}$ – бу шығатын тесіктер диаметрі, (2÷4)*мм*

Тесікті бу беру құбырындағы тесіктер аралығы

$$S_{тес} = \frac{\ell_{т.б.}}{n_{т.б.}}, \quad мм$$

мұнда: $\ell_{т.б.}$ – тесікті бу беру құбырының ұзындығы, $\ell_{т.б.} = 2 \cdot (L_{кам} + B_{кам})$, *мм*

Тесікті бу беру құбырындағы тесіктер аралығы $S_{тес} = (150 \div 200)$ *мм* аралығында болуы қажет. Мұндай болмаған жағдайда бу шығатын тесіктер диаметрін $d_{тес}$ қайтадан тиімді етіп қабылдау керек.

Тесікті бу беру құбырынының диаметрі

$$d_{т.б.} = \frac{1{,}13 \cdot \sqrt{2 \cdot \sum f}}{1000}, \quad м$$

Тесікті бу беру құбырының жалпы кедергісін анықтау жалпы бу беру құбырын гидравликалық есептеген жолмен жүргізіледі.

Тесікті бу беру құбырының сызықтық кедергісі

$$h_{с.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{т.б.}, \quad Па$$

мұнда: $R_{с.к.}$ – бу жүретін құбырдың 1 погон метрге шаққандағы меншікті кедергісі, *Па*

$$R_{с.к.} = 0{,}29 \cdot K^{0{,}5} \frac{G^2_{т.б.}}{\rho_{бу} \cdot d^{5{,}25}_{т.б.}}, \quad Па$$

Тесікті бу беру құбырының жергілікті кедергісі

$$h_{ж.к.} = R_{с.к.} \cdot \ell_{т.б.экв.}, \quad Па$$

мұнда: $\ell_{т.б.экв}$ – тесікті бу беру құбырының эквивалентті ұзындығы, *м*

$$\ell_{т.б.экв} = 76{,}4 \cdot d^{1{,}25}_{т.б.} \cdot \sum \xi, \quad Па$$

Тесікті бу беру құбырының жалпы кедергісі

$$h_{т.б.} = h_{с.к.} + h_{ж.к.}, \quad Па$$

Бу беру жүйесінің бас жағындағы қажетті қысым мәні

$$P_{қаж} = P_{кір} + 1{,}2 \cdot \left(h_{ж.б.} + T_{қон} \cdot (h_{ж.қ.} + h_{т.б.})\right) \cdot 10^{-6}, \quad МПа$$

мұнда: $P_{кір}$ – тесікті бу беру құбырына берілетін бу қысымы,

$$P_{кір} = 0{,}12 МПа$$

4.9.10 Бу қазандығын таңдау

Жылулық қондырғының бу беру жүйесін гидравликалық есептеу нәтижесінде анықталған будың қажетті қысымы ($P_{қаж}$) және будың максимальды шығыны ($G_{бу.мах}$) мәндерін пайдалананып, бу өндіру қазандығының тиімді түрі таңдалады (Қосымша Ф).

4.9.11 Қауіпсіз жұмыс істету, еңбекті және қоршаған ортаны қорғау

Курстық жобалаудың бұл бөлімін орындауда студент берілген жылулық қондырғы түрін жұмыс істету кезіндегі техника қауіпсіздігі ережелерін көрсету қажет. Жоғары қысымда жұмыс істейтін қондырғылардың қорғағыш және сақтандырғыш құрылғылары туралы келтіру қажет. Ескерту дыбыстарын шығаратын құрылғылардың және плакаттардың орналасқан жері анықталады.

Жылулық қондырғыны ұтымды жұмыс істетудің негізгі әдістері, іске қосу және тоқтату тәсілдері жазып сипатталады. Студент жобаланатын жылулық агрегаттың орнығуы қарастырылған цехтағы санитарлық нормаларды келтіру қажет.

Газдану, шаңдану, жоғары температура және ылғалдылық көрсеткіштері бойынша шамамен берілгендерді ескеріп, жасанды және табиғи желдету жүйелерінің схемасын қарастыру қажет, олардың орнығу орны көрсетіледі.

4.10 Қорытынды

Бұл бөлімде жобаны орындау нәтижесінде алынған негізгі технологиялық және жылутехникалық көрсеткіштер келтіріледі. Алынған көрсеткіштердің қолданыстағы жылулық қондырғылардың көрсеткіштерімен және құрылыс материалдары өндірістері технологияларындағы нормативтік параметрлермен салыстырғанды тиімділігі баяндалады. Жобаланған қондырғының өндіріске ендіру мүмкіндігі туралы нақты ұсыныстар айтылады.

4.11 Пайдаланған әдебиеттер тізімі

Курстық жобаны орындау кезіндегі пайдаланған әдебиет көздері туралы барлық мәліметтер келтіріледі. Мәліметтерге МЖМБС 7.1-2003 талаптарына сәйкес библиографиялық сипаттама беріледі. Әдебиеттер тізімі түсіндірме жазбадағы әдебиет көздеріне келтірілген сілтемелерге сәйкес ретпен жазылады және араб цифрларымен нөмірленеді.

4.12 Қосымшалар

Бұл бөлімде курстық жобаның түсіндірме жазбасының мәтініне енбеген мәліметтер келтіріледі (әдебиеттік шолу және патенттік ізденіс жүргізу кезінде алынған мәліметтер, нормативтік құжаттар, қондырғылардың графикалық әскиздері және схемалары, үлкен өлшемдегі кестелер және т.б.).

4.13 Графикалық бөлім

Жобаның графикалық бөлімі үш проекцияда А1 форматындағы ватман парағында орындалған 1…2 беттен тұратын жобаланған жылулық қондырғының жоспары және кескіндерінен құралады. Егер 1 параққа қондырғының үш проекциядағы сызбасы толық орындалса, онда қосымша 2 параққа қондырғының конструкциясын және жұмыс істеу процесін сипаттауды толықтыратын кейбір детальдары және тетіктері немесе патенттік ізденіс нәтижесінде жобаға ендірілген және жылулық агрегаттың сапалық көрсеткіштерін жақсартатын (қондырғының өнімділігін және дайын өнімнің сапасын жоғарылататын, жылуалмасу жағдайын жақсартатын, жылутасымалдағыштың шығынын төменедететін және т.б.) жаңа конструкциялық элементтер орындалады.

5 Курстық жобаны рәсімдеу

Курстық жобаны рәсімдеу М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университетінің ӘН ОҚМУ 7.14-2010 нормативтік құжаты және Қазақстан Республикасының құжаттарды рәсімдеу бойынша мемлекеттік стандарттары талаптарына сәйкес орындалады.

Курстық жобаның түсіндірме жазбасындағы мәтіндер А4 (210х297мм) парағында ЭЕМ көмегімен орындалады. Шрифті – Times New Roman, қарапайым, 14 нұсқа, қатарлардың арасы 1 интервал. Парақтың сол жақ бетінде – 30мм, оң жақ бетінде – 10мм, жоғарғы және төменгі жағында – 20мм-ден кем емес орын қалдырылады. Абзац мәтіндегі 4 әріптен бастап жазылады (8мм).

Түсіндірме жазбада курстық жобаның мазмұнындағы құрылымына сәйкес тараулар және тараушаларға бөлінуі тиіс.

Тараулар және тараушалар негізгі құрылымдық элементтер болып саналады және әрқайсысы жаңа парақтан басталады. Тараулар және тараушалардың аталуы жазба мазмұнындағы ретке сәйкес нөмірленіп, парақтың жоғарғы жағына абзацтан кейін жартылай қалың шрифтпен астын сызбай жазылады. Тараулар және тараушалардың нөмірінен кейін және соңына нүкте қойылмайды. Тараулардың аталуы мен мәтіннің арасы 2 интервал, ал тараушалар мен мәтіннің арасы 1 интервал болады.

Парақтардың нөмірленуі бүкіл мәтін бойынша парақтың төменгі жағының ортаңғы бөлігіне орындалады. Титульды бет парақ санына ескеріледі, бірақ нөмір қойылмайды.

Мәтіндегі формулалар жеке жолға бөлек жазылады және формулалардың жоғарғы және төменгі жағынан 1 интервал қалдырылады. Формула бір қатарға сыймаған жағдайда математикалық амалдар белгілерінен кейін («+», «–», «=» «:» және т.б.) келесі қатарға тасымалданады және сол белгілер қайталанады. Формулаларды жазу кезінде, оның төменгі жағына құрамындағы көрсеткіштерге түсініктеме беріледі, содан кейін ол көрсеткіштердің мәндері орнына қойылып, теңдік шығарылады.

Үлгі:

Жылулық қондырғының қажетті санын анықтау:

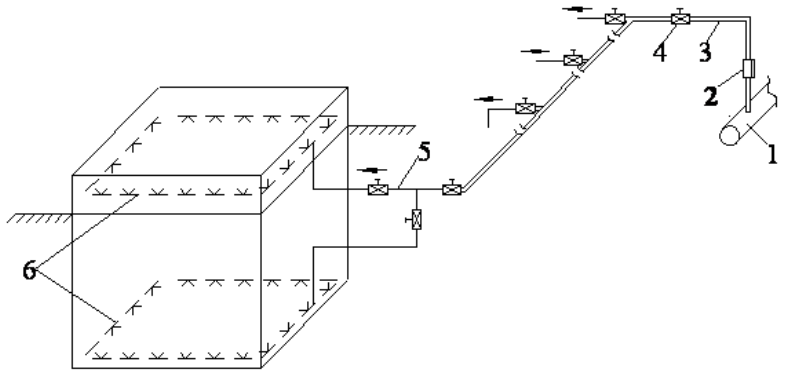
$$T_{қон} = \frac{L_{кам}}{L_{тип}} = \frac{160}{80} = 2 \ , \ дана$$

мұнда: $L_{кам}$ – жылулық қондырғының өнімділігі бойынша ұзындығы, *м*

$L_{тип}$ – типтік жылулық қондырғының ұзындығы, *м*

Түсіндірме жазба мәтініндегі барлық суреттерге сілтемеге жасалынады. Суреттер мәтіндегі сілтеме жасалған абзацтан кейінгі қатардан кейін жеке жолға орналасады және суреттің жоғарғы және төменгі жағынан 1 интервал қалдырылады. Суреттер мәтінде бойынша орналасқан ретке сәйкес араб сандарымен нөмірленеді. Суреттің нөмірі және аталуы парақтың ортаңғы бөлігіне жазылады. Суреттің өзі және аталуы бір парақта болуы қажет.

Үлгі:



1 – магистралды бу беру құбыры; *2* – дроссель; *3* – жалпы бу беру құбыры; *4* – вентиль; *5* – қондырғыға бу беру құбыры; *6* –тесікті бу беру құбырлары.

Сурет 1. Қысымсыз шұңқырлы булау камерасына бу беру жүйесі

Түсіндірме жазба мәтініндегі барлық кестелерге сілтемеге жасалынады. Кестелер мәтіндегі сілтеме жасалған абзацтан кейінгі қатардан кейін жеке жолға орналасады және кестенің жоғарғы және төменгі жағынан 1 интервал қалдырылады. Кестелердің нөмірі және аталуы кестенің үстіне абзацтан кейін жазылады.

Үлгі:

1–кесте

Ылғал ауаның жылусыйымдылығы

$t_{ауа}$, ^oC	50	60	70	80	90	100
$C_{ауа}$, *кДж/(кг·^{o}C)*	4,65	6,63	8,93	12,38	18,16	26,76

Қосымшалар А4 форматына орындалады, оларға мәтінде жасалған сілтемелер тәртібі бойынша түсіндірме жазбаның соңғы жағына әдебиттер тізімінен кейін орналасуы тиіс.

Қосымшалар түсіндірме жазбаның жалғасы ретінде оның парақтарының соңына қойылады және ортақ реттік нөмірмен төменгі жағынан нөмірленеді.

Әрбір қосымша жаңа беттен басталып, «Қосымша» сөзі мен атауы беттің жоғарғы жағының ортаңғы бөлігіне орыс алфавитінің бас әріптерімен «А» әрпінен бастап белгіленеді.

Жобаның графикалық сызба бөлімі, конструкторлық құжаттардың бірыңғай жүйесіндегі (ЕСКД) негізгі ережелерге сәйкес, қаламмен немесе AutoCAD бағдарламасы көмегімен компьютерде орындалып, белгілі бір масштабта А1 форматындағы ватман қағазына түсіріледі. Көбірек қолданылатын масштабтар 1:50, 1:100, 1:200 болып табылады. Сызбаны шекті сызығы болуы (рамка) қажет. Негізгі жазулар (штамп және арнайы атаулар) оң жақ төменгі бұрышына МЖМБС 2.301 талабы бойынша стандартты форматына МЖМБС 2.104 бойынша негізгі жазу талабына сәйкес орындалады (Қосымша Ц).

Арнайы атаулар (спецификация) МЖМБС 2.108 талаптарына сәйкес, әрбір құрастырылған бөліктер, жинақтар, эскиздер, схемалар, негізгі құрал-жабдықтар және тағы басқалар үшін бөлек А4 форматы парақтарына ЭЕМ көмегімен толтырылып жазылады (Қосымша Ч).

Курстық жобада негізгі конструкторлық құжатты белгілеуде (графа 2, Қосымша Ц) келесі құрылымды қолданады:

ОҚМУ 050730 – КЖ 001 КФ

мұнда: ОҚМУ – мекеменің атауы;

050730 – мамандық шифры;

КП – курстық жоба;

001 – жоба тапсырмасының реттік нөмірі;

КФ – күндізгі оқу формасы.

6 Әдебиет

1. Қабашев Р.А. және басқалар. Жылу техникасы. Алматы, Бастау, 2008, -425б.
2. Орымбетов Ә.М. Жылу техникасының негіздері. Шымкент, М.Әуезов атындағы ОҚМУ, 2005, -249б.
3. Прибытков И.А., Левицкий И.А. Теоретические основы теплотехники. М.: Академа, 2004. -345с.
4. Теплотехника. Под ред. В.Н. Луканина. М.: Высшая школа, 2006. -348с.
5. Основы теории тепловых процессов и машин. Часть 2. Под. Ред. Прокопенко С.П. М.: Академия, 2006. –272с.
6. Наназашвили И.Х. Строительные материалы, изделия и конструкции. Справочник. М.: Высшая школа, 2004. -306с.
7. Гуржий А.А., Огородников П.И. Теплотехника. –Киев, изд. "Слово", 2003, -254с.
8. Баженов Ю.М. Технология бетона. М.: ИАСВ, 2002. -435с.
9. Горбунов Г.И. Основы строительного материаловедения. М.: ИАСВ, 2002. -287с.
10. Микульский В.Г. и др. Строительные материалы (материаловедение и технология), учебное пособие. М.: ИАСВ, 2004. -265с.
11. Хрулев В.М. Технология и свойства композиционных материалов для строительства. Уфа. ТАУ, 2001. -168с.
12. Перегудов В.В. Теплотехника и теплотехническое оборудование. М.: Стройиздат, 1990. -336с.
13. Перегудов В.В., Роговой М.И. Тепловые процессы и установки в технологии строительных материалов и изделий. М.: Стройиздат, 1983, -416с.
14. Материаловедение в строительстве. Под ред. И.А.Рыбьева. М.: Издательский центр «Академия», 2006. -196с.
15. Баженов Ю.М., Комар А.Г. Технология бетонных и железобетонных изделий. М, 1984. -365с,
16. Ицкович С.М., Чумаков Л.Л., Баженов Ю.М. Технология заполнителей бетона. М.: Высшая школа, 1991. -234с.
17. Васильков С.Г. и др. Искусственные пористые заполнители и легкие бетоны на их основе. Справочное пособие под ред. Ю.П. Горлова. М.: Стройиздат, 1987. – 369с.
18. Марьямов Н.Б. тепловая обработка изделий на заводах сборного железобетона. М.: Стройиздат, 1970. -348с.
19. Вознесенский А.А. Тепловые установки. М.: Изд. по строительству, 1964. -387с.
20. Хавкин Л.М. Технология силикатного кирпича. М.: Стройиздат, 1982. -383с.
21. Роговой М.И., Кондакова М.Н., Сагановский М.Н. Расчеты и задачи по теплотехническому оборудованию предприятий ПСМ. М.: Стройиздат, 1975. -320с.
22. Никифоров М.Н. Основы проектирования тепловых установок при производстве строительных материалов. М.: Высшая школа, 1974. -144с.

Қосымша А

Титульды бет үлгісі

Ф. 7.14-01

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
М.ӘУЕЗОВ АТЫНДАҒЫ ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН МЕМЛЕКЕТТІК УНИВЕРСИТЕТІ

«Силикаттар технологиялары және минералдар синтезі» кафедрасы

«Процесстер мен аппараттар – 2» пәні бойынша курстық жоба

ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБАСЫ

Жоба тақырыбы: _____
_____

Мамандығы: 5В073000 – Құрылыс материалдары, бұйымдары және конструкцияларын өндіру

Орындаған _____
(Студенттің аты-жөні, тобы)

Жетекші _____
(Оқытушының аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жоба_____
бағасы
бағасына қорғалды
«___»_____201_ж

Комиссия:

_____
қолы, аты-жөні

_____
қолы, аты-жөні

Нормобақылау

_____
қолы, аты-жөні

Шымкент 201_ж.

Қосымша Б

Жоба тапсырмасының үлгісі

Ф.7.14-03

М. ӘУЕЗОВ АТЫНДАҒЫ ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН МЕМЛЕКЕТТІК УНИВЕРСИТЕТІ

Кафедра: "Силикаттар технологиялары және минералдар синтезі"

Бекітемін
Каф. меңгерушісі _____
"___"_____201_ж.

№ ___ тапсырма

Пән бойынша курстық жоба: «Процестер мен аппараттар – 2»

Студент _____ Тобы _____
(тегі, аты-жөні)

Жоба тақырыбы_____

Берілген мәліметтер _____

№ р.н.	Түсіндірме жазбасының мазмұны		Орындалу мерзімі	Көлемі (парақ саны)
1	Аннотация			1…2
2	Мазмұны			1…2
3	Нормативтік сілтемелер			1...2
4	Анықтамалар			1…2
5	Белгілер мен қысқартулар			1…2
6	Кіріспе			1…3
7	Негізгі бөлімдер			
	7.1	Әдебиеттік шолу және патенттік ізденіс		3…6
	7.2	Жылуылғалдылық өңдеу тәсілін және қондырғыны таңдауды негіздеу		2…4
	7.3	Жылулық қондырғының конструкциясын және жұмыс істеуін сипаттау		2…5
	7.4	Жылулық өңдеу режимін таңдау.		1…3
	7.5	Жылуылғалдылық өңдеу кезіндегі бұйымдарда өтетін физика-химиялық процесстер		2…4
	7.6	Жұмыс камерасының негізгі өлшемдерін есептеу		2...3
	7.7	Жылулық қондырғының қажетті санын есептеу		1...3
	7.8	Жылулық балансты есептеу және будың меншікті шығынын анықтау		5…10
	7.9	Жылулық қондырғының гидравликалық бу беру жүйесін есептеу		3…8
	7.10	Бу қазандығын таңдау		1…2
8	Қауіпсіз жұмыс істету, еңбекті және қоршаған ортаны қорғау			2…4
9	Қорытынды			1…2
10	Пайдаланған әдебиеттер тізімі			1…2
11	Қосымшалар			1…5

№	Графикалық бөлім	Орындалу мерзімі	Парақ саны	Формат
1	Жылулық қондырғы конструкциясының көрінісі, кескіндері, детальдары, схемалары		1…2	А 1

Әдебиет:

1. _____

Тапсырма берілген күні_____, жобаны қорғау күні_____

Жоба жетекшісі _____
(қызметі, тегі, аты-жөні, қолы)

Тапсырманы орындауға қабылдаған _____
(күні, студенттің қолы)

Қосымша В

Жылулық қондырғыларда бұйымдарды атмосфералық қысым кезінде буауа қоспасымен жылуылғалдылық өңдеу режимдері (жобалық беріктіктің 70 пайызына жеткізу үшін)

Бетон түрі	Бетон қоспасының тиімді толтырылуы *(секунд)* немесе конустың жайылуы, *(см)*	Изотермиялық ұстап тұру температурасы кезіндегі жылулық өңдеу режимі $\tau_{қыз} + \tau_{из} + \tau_{суыт}$, *сағат*		
		60, ^oC	80, ^oC	95÷100, ^oC
Келесі қалыңдықтағы портландцемент негізіндегі ауыр бетон бұйымдары				
≤100, *мм*	6÷7, *см* 30÷60, *секунд* 80÷100, *секунд*	2,5+18+1,5 2,0+14+1,5 2,0+9,0+1,0	3,0+10+2,0 2,5+6,0+1,5 2,5+5,0+1,5	4,0+4,0+3,0 3,0+3,0+2,0 3,0+2,0+2,0
100÷200, *мм*	6÷7, *см* 30÷60, *секунд* 80÷100, *секунд*	3,0+18+2,0 2,0+14+1,5 2,0+9,0+1,5	3,5+10+2,5 3,5+10+2,5 2,5+5,0+2,0	4,0+4,0+3,0 3,5+3,0+2,5 3,5+2,0+2,5
200÷400, *мм*	6÷7, *см* 30÷60, *секунд* 80÷100, *секунд*	3,5+18+2,0 3,0+14+2,0 3,0+9,0+2,0	4,5+10+2,5 3,5+6,0+2,5 3,5+5,0+2,5	5,0+4,0+3,0 4,0+3,0+3,0 4,0+2,0+2,0
≥400, *мм*	6÷7, *см* 30÷60, *секунд* 80÷100, *секунд*	3,5+18+2,5 3,0+14+2,5 3,0+9,0+2,5	4,5+10+3,0 4,0+6,0+3,0 4,0+5,0+3,0	5,0+4,0+4,0 4,5+3,0+3,5 4,5+2,0+3,5
Келесі қалыңдықтағы тығыздығы (800÷1200) *кг/м^3* керамзит және термозитбетон бұйымдары				
≤200, *мм*	30÷60, *секунд*	-	3,0+6,0+2,0	3,5+3,0+2,5
≥200, *мм*	30÷60, *секунд*	-	4,0+6,0+2,5	4,5+3,0+3,5
Келесі қалыңдықтағы тығыздығы (1200÷1800) *кг/м^3* керамзит және термозитбетон бұйымдары				
≤200, *мм*	30÷60, *секунд*	-	2,5+8,0+1,5	3,0+4,0+2,0
≥200, *мм*	30÷60, *секунд*	-	3,5+8,0+2,0	4,0+4,0+3,0
Келесі қалыңдықтағы тығыздығы (1000÷1400) *кг/м^3* шлакты және аглопорит бетон бұйымдары				
≤200, *мм*	30÷60, *секунд*	-	3,0+8,0+2,0	3,5+4,0+2,5
≥200, *мм*	30÷60, *секунд*	-	4,5+8,0+3,5	4,5+4,0+3,5
Келесі қалыңдықтағы тығыздығы (1400÷1800) *кг/м^3* шлакты және аглопорит бетон бұйымдары				
≤200, *мм*	30, *секунд*	-	2,5+10+1,5	3,0+5,0+2,0
≥200, *мм*	30, *секунд*	-	3,5+10+2,0	4,0+5,0+3,0

Қосымша Г

Ауыр бетонды бұйымдарды бір сатылы жылуылғалдылық өңдеу режимдері

Бұйым қалыңдығы	Бетонның жобалық маркасы	80÷90 ^{o}C изотермиялық ұстап тұру температурасы кезіндегі жылулық өңдеу режимі $\tau_{қыз} + \tau_{из} + \tau_{суыт}$, *сағат*
≤200, *мм*	≤М200 М300 ÷ М400 М500 ÷ М600	3,5+7,5+1,5 3,0+6,0+2,0 3,0+5,0+2,0
200÷400, *мм*	≤М200 М300 ÷ М400 М500 ÷ М600	3,5+9,0+2,5 3,0+7,5+2,5 3,0+6,0+2,5
≥400, *мм*	М500 ÷ М600	3,0+6,5+3,0

Қосымша Д

Ауыр бетонды бұйымдарды екі сатылы жылуылғалдылық өңдеу режимдері

Өндіріс технологиясы	Бұйым қалыңдығы	Бетон маркасы	Жылулық өңдеу сатылары	
			I (80 ^{o}C кезіндегі қалыптан ажыратуға қажетті беріктікке дейін қыздыру), *сағат*	II (60-80 ^{o}C кезіндегі соңғы жобалық беріктікке дейін қыздыру), *сағат*
Агрегаттық ағынды	≤250, *мм*	≤М200 ≥М200	3,5+3,0+0,5 3,0+2,5+0,5	6 5
Конвейерлі және стендті	200÷400, *мм*	≤М200 ≥М200	3,5+5,0+0,5 3,0+4,0+0,5	6 5
Кассетті	≤100, *мм*	М150	1,0+3,5+1,5	6
	≤100, *мм*	М200	1,0+2,5+1,5	5
	100÷200, *мм*	М150 М200	1,0+4,0+1,5 1,0+3,0+1,5	6 5

Ескерту: 1) I және II сатылар арылығы 2 сағаттан артық болмауы тиіс
2) орташа тәуліктік температура +10 ^{o}C-тан жоғары кезінде бетонды өңдеудің II сатысы табиғи жағдайда 5-7 тәулік аралығында жүргізілуі мүмкін.

Қосымша Е

Жоғары маркалы бетондарды жылуылғалдылық өңдеу режимдері

Бұйым қалыңдығы	Бетон маркасы	Сатылардың өту уақыты, *сағат*			
		Алдын-ала ұстап тұру, *сағат*	Қыздыру, *сағат*	80, ^{o}C кезіндегі изотер-миялық ұстап тұру, *сағат*	Суыту, *сағат*
100÷200, *мм*	М500	-	3,0	10,0	-
	М600	2,0	2,5	8,5	1,5
	М700	-	2,0	7,0	-
200÷400, *мм*	М500	-	3,0	10,5	-
	М600	2,0	2,5	9,0	2,0
	М700	-	2,0	7,5	-

Қосымша Ж

Жеңіл бетонды бұйымдарды жылуылғалдылық өңдеу режимдері

Бұйымдар түрі	Жаңадан қалыптанған бетон тығыздығы, *кг/м*^{3}	Бетон маркасы	Изотермиялық ұстап тұру температурасы 90-95 ^{o}C кезіндегі жылулық өңдеу режимі, *сағат*
Келесі қалыңдықтағы керамзит және термозитбетон бұйымдар			
≤200, *мм*	800÷1200	≤М100	2,0+5,0+1,0
≥200, *мм*	800÷1200	≤М100	2,0+7,0+1,0
Келесі қалыңдықтағы шлакты және аглопоритбетон бұйымдар			
≤200, *мм*	1200÷1800	≥М100	2,0+7,0+1,0
≥200, *мм*	1200÷1800	≥М100	2,0+8,0+2,0
Келесі қалыңдықтағы перлит бетон бұйымдар			
≤200, *мм*	600÷800	≤М50	2,0+4,0+1,0
≥200, *мм*	800÷1200	≥М50	2,0+5,0+2,0
Келесі қалыңдықтағы кәуекті көбікті жеңіл бетон бұйымдар			
≤200, *мм*	800÷1300	≤М100	3,0+5,0+3,0
≥200, *мм*	800÷1300	≤М100	3,0+6,0+3,0
Келесі қалыңдықтағы жеңіл конструкциялық бетон бұйымдар			
≤100, *мм*	1300÷1900	М200	3,0+5,0+1,0
100÷200, *мм*	1300÷1900	М200	3,0+6,0+1,0
≥200, *мм*	1300÷1900	М300	3,0+7,0+1,0

Ескерту: Кәуектенген бетондар жылулық өңдеуден алдында атмосфералық ауада кемінде үш сағат тұруы тиіс. Бетонды газбен кәуектендіру кезінде температураны жоғарылату бір сағатқа кемиді.

Қосымша З

Жеңіл бетонды бұйымдарды жылуылғалдылық өңдеу режимдері

Құрғақ бетон тығыздығы, *кг/м³*	Бұйым қалыңдығы	Келесі изотермиялық ұстап тұру температурасы кезіндегі жылулық өңдеу режимі, *сағат*	
		80 °C Портландцемент негізіндегі бұйымдар	95 °C Шлактыпортландцемент негізіндегі бұйымдар
≤1000	≤100, *мм* 100÷200, *мм* 200÷400, *мм*	2,0+5,0+1,0 2,5+6,0+2,0 3,5+7,0+2,5	2,0+2,5+2,0 3,0+3,5+2,5 4,0+4,5+3,0
1000÷1400	≤100, *мм* 100÷200, *мм* 200÷400, *мм*	2,0+6,0+1,0 2,5+7,0+2,0 3,5+8,0+2,5	2,0+3,0+2,0 3,0+4,0+2,5 4,0+5,0+3,5
1400÷1700	≤100, *мм* 100÷200, *мм* 200÷400, *мм*	2,5+7,0+1,5 3,0+8,0+2,5 3,5+9,0+3,0	3,0+4,0+2,5 3,5+5,0+3,0 4,5+6,0+3,5

Қосымша И

Кассетті қондырғыларда бұйымдарды жылуылғалдылық өңдеу режимдері
(портландцемент негізіндегі ауыр бетон бұйымдарын
90-98 °C температурасы кезінде бұйымдарды біржақты қыздыру)

Бұйым қалыңдығы	Конустың жайылуы, *(см)*	Жылулық өңдеу сатылары, *сағат*
40÷50, *мм*	4÷7 8÷12 13÷18	2,0+3,0+1,5 2,0+4,0+1,5 2,0+5,0+1,5
60÷100, *мм*	4÷7 8÷12 13÷18	2,0+4,0+2,0 2,0+4,5+2,0 2,5+5,0+2,0
110÷150, *мм*	4÷7 8÷12 13÷18	2,5+4,5+2,0 2,5+5,0+2,0 2,5+5,5+2,0

Қосымша К

Кассетті қондырғыларда ауыр бетон бұйымдарын жобалық беріктіктің 70 пайызына жеткізу үшін жылуылғалдылық өңдеу режимдері

Бұйым қалыңдығы	Бетон маркасы, *МПа*	Портландцемент маркасы, *МПа*	60-80, ^{o}C кезіндегі қыздыру режимі, *сағат*
60÷100, *мм*	М150	М400÷500	1,0+3,0+4,5
100÷160, *мм*	М150	М400÷500	1,0+4,0+6,0
60÷100, *мм*	М200	М500÷600	1,0+2,5+4,5
100÷160, *мм*	М200	М500÷600	1,0+3,5+5,5

Қосымша Л

Кассетті қондырғыларда бұйымдарды бірінші кеңістік аралығының санына байланысты жылуылғалдылық өңдеу режимдері

Қалыптар саны	жобалық беріктіктің келесі пайызына жеткізу үшін жылуылғалдылық өңдеу режимдері, *сағат*		
	50	70	100
2	3,0+1,0+0,5	3,0+3,0+0,5	3,0+5,0+2,0
3	4,5+1,0+1,0	4,5+3,0+1,0	4,5+5,5+2,0
4	6,0+2,0+1,0	6,0+4,0+1,0	6,0+6,0+2,0

Ескерту: Бұйымдарды қыздыру температурасында ұстап тұру будың берілуі тоқтағаннан кейін бетонның температурасы 40 ^{o}C жеткенше жүргізіледі.

Қосымша М

Кассетті қондырғыларда панельдік бұйымдарды жобалық беріктіктің 70 пайызына жеткізу үшін жылуылғалдылық өңдеу режимдері

Бетон маркасы	Жылулық өңдеуден кейінгі сынақтан өткізу мерзімі, *сағат*	80-95, ^{o}C кезіндегі қыздыру режимі,		
		Қыздыру сатысы, *сағат*	Изотермиялық ұстап тұру, *сағат*	Бу берусіз ұстап тұру сатысы, *сағат*
М150	0,5	1,0	6÷7	7÷8
М200	4,0	1,0	4÷5	5÷6
М200	12÷24	1,0	4÷5	3÷4
М250	0,5	1,0	4÷6	7÷8
М300	4÷12	1,0	4÷5	4÷5
М300	24	1,0	4÷5	2÷3

Қосымша Н

Автоклав қондырғысында бұйымдарды жылуылғалдылық өңдеу режимдері

Бетон түрі және көлемдік массасы	Бұйым қалыңдығы	Автоклавтағы жұмыс қысымы, *МПа*		
		0,8	1,0	1,2
Қуысты бетон, 800÷1000 *кг/м*^{3}	≤200, *мм* 210÷250, *мм* 260÷300, *мм*	7,5+5,0+5,0 5,0+8,0+6,0 6,0+9,0+6,0		5,0+4,5+5,5 5,5+5,0+6,5 6,5+5,5+7,0
Жеңіл бетон ≤1300 *кг/м*^{3}	≤100, *мм* 100÷200, *мм* 200÷400, *мм*	2,5+4,0+2,5 3,5+4,0+3,0 5,0+4,0+4,0		3,0+2,0+3,0 4,0+2,0+4,0 5,5+2,0+5,5
Жеңіл бетон ≥1300 *кг/м*^{3}	≤100, *мм* 100÷200, *мм* 200÷400, *мм*	3,0+4,0+3,0 4,0+4,0+4,0 5,5+4,0+5,0		3,5+2,0+3,5 4,5+2,0+4,5 6,0+2,0+5,5
Кәуекті толтырғыштар негізіндегі бетон 1300÷1800 *кг/м*^{3}	100, *мм* 200, *мм* 300, *мм*		1,0+3,0+2,0 1,0+4,0+2,0 1,0+5,0+2,0	
Силикатты бетон 2500 *кг/м*^{3}		1,5+9,0+2,8		2,0+6,0+3,0

Қосымша О

Су-цемент қатынасын анықтау формулалары

Су-цемент қатынасының шегі	Стандартты режим бойынша бұйымдарды булау	
	$R_б = 0{,}7 \cdot R_{ж.б.}$	$R_б = R_{ж.б.}$
Иілгішті бетон қоспасы үшін $\left(\frac{C}{Ц} \geq 0{,}4\right)$	$\frac{C}{Ц} = \frac{0{,}23 \cdot R_ц + 10}{R_{ж.б.} + 8}$	$\frac{C}{Ц} = \frac{0{,}16 \cdot R_ц + 7}{R_{ж.б.} + 5{,}6}$
Қатты бетон қоспасы үшін $\left(\frac{C}{Ц} < 0{,}4\right)$	$\frac{C}{Ц} = \frac{0{,}45 \cdot \frac{R_{ж.б}}{R_ц}}{1 + 0{,}18 \cdot \frac{R_{ж.б}}{R_ц}}$	$\frac{C}{Ц} = \frac{0{,}36 \cdot \frac{R_{ж.б}}{R_ц}}{1 + 0{,}14 \cdot \frac{R_{ж.б}}{R_ц}}$

Ескерту: $R_б$ - жылулық өңдеуден өткен бұйымның 4 сағаттан кейінгі сығу кезіндегі беріктігі, *кг/см*^{2};

$R_{ж.б.}$ - бұйымның сығу кезіндегі жобалық беріктігі (маркасы), *кг/см*^{2};

$R_ц$ - МЖСТ 3107.1-76 талаптары бойынша цементтің белсенділігі (маркасы).

Қосымша П

Қанығу күйіндегі судың және су буының термодинамикалық қасиеттері

Су және су буының температурасы t, ^oC	Су және су буының қысымы $P_{бу}$, *МПа*	Су және су буының көлемі $V_{бу}$, $м^3/кг$	Су және су буының тығыздығы $\rho_{бу}$, $кг/м^3$	Су энтальпиясы $I_{су}$, *кДж/кг*	Су буының энтальпиясы $I_{бу}$, *кДж/кг*	Су буы пайда болудың энтальпиясы $I_{бу.п.б.}$, *кДж/кг*
0	0,0006108	206,321	0,004847	0,04	2501	2501
5	0,0008718	147,167	0,006793	21,01	2510	2489
10	0,0012271	106,419	0,009398	41,99	2519	2477
20	0,0023368	57,853	0,01729	83,86	2538	2454
30	0,0042417	32,929	0,03037	125,66	2556	2430
40	0,0073749	19,548	0,05115	167,45	2574	2407
50	0,012335	12,048	0,08306	209,26	2592	2383
60	0,019919	7,087	0,1302	251,09	2610	2358
70	0,031161	5,048	0,1982	292,97	2627	2334
80	0,047359	3,4114	0,2934	334,92	2644	2309
90	0,070108	2,3624	0,4325	376,94	2660	2283
100	0,101325	1,6738	0,5977	419,06	2676	2257
110	0,14326	1,2106	0,8264	461,32	2692	2231
120	0,19854	0,8920	1,121	503,7	2707	2203
130	0,27012	0,6685	1,496	546,3	2721	2174
140	0,36136	0,5086	1,966	589,1	2734	2145
150	0,47597	0,3926	2,547	632,2	2746	2114

Қосымша Р

Қанығу сызығындағы судың физикалық көрсеткіштері

Су температурасы t, ^oC	Су тығыздығы $\rho_{су}$, $кг/м^3$	Су жылусыйымдылығы $C_{су}$, *кДж/(кг·°C)*	Су жылуөткізгіштік коэффициенті $\lambda_{су}$, *Вт/(м·°C)*	Судың температура өткізгіштік коэффициенті $a_{су}$, $м^2/сағат$
0	1001,7	4,221	0,551	0,000471
20	999,98	4,185	0,596	0,000515
40	994,06	4,182	0,626	0,000544
60	984,94	4,187	0,650	0,000559
80	973,57	4,200	0,666	0,000589
100	960,12	4,218	0,679	0,000605
120	944,75	4,253	0,683	0,000615

Қосымша С

Материалдардың жылуфизикалық сипаттамалары

Материалдар түрі	Тығыз-дықтары ρ, *кг/м*^{3}	Жылуөткізгіштік коэффициенттері λ, *Вт/(м·*^{o}*С)*	Жылу сыйымдылық-тары, C, *кДж/(кг·*^{o}*С)*	Температура өткізгіштік коэффициенттері a, *м*^{2}*/сағат*
Бетон	2400	1,45	0,84	0,002584
Темірбетон	2400	1,56	0,84	0,002795
Ірі кәуекті бетон	1900	0,99	0,84	0,00223
Шлактыбетон	1860	0,92	0,83	0,00192
Күлді бетон	1640	0,505	0,98	0,001134
Керамзитбетон	1700	0,41	0,56	0,00154
Силикатбетон	1850	0,63	0,84	0,00147
Газдыбетон	940	0,241	0,82	0,00112
Көбіктібетон	400	0,138	1,65	0,000764
Ерітінді	1800	0,93	0,84	0,00223
Сазды кірпіш	1700	0,755	0,88	0,00182
Силикат кірпіш	1900	0,815	0,84	0,00184
Ағаш	640	0,38	2,4	-
Металл	7800	5,6	0,46	-
Суглинок	1960	1,49	1,16	0,00237
Кварц құмы	1500	0,60	1,09	0,0013
Түйіршікті шлак	500	0,151	0,75	0,00144
Минералды мақта	300	0,063	0,75	0,001
Минералды жүн	250	0,076	0,76	0,00144
Көбіктішыны	500	0,163	0,84	0,0014
Шыны мақта	200	0,045	0,94	0,00097
Шыны жүн	50	0,044	0,89	0,00356
Шлакты мақта	100	0,046	0,74	0,00224
Резина	1200	0,163	1,38	0,00095

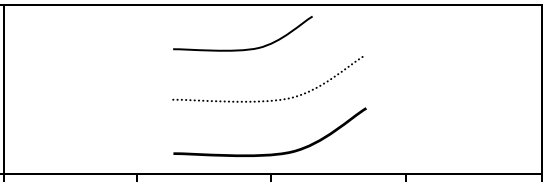
Қосымша Т

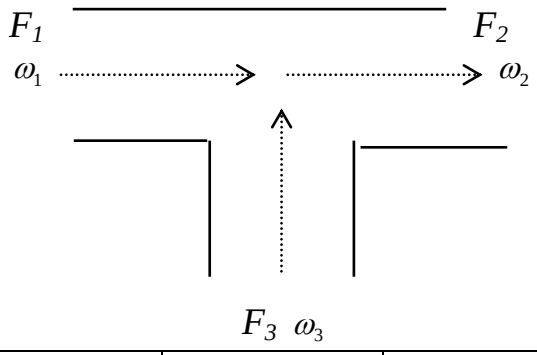
Қанығу күйіндегі судың және су буының термодинамикалық қасиеттері

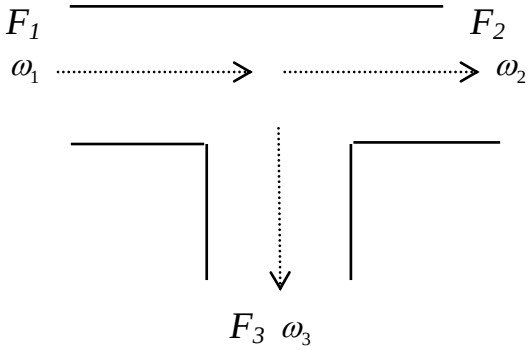
Су және су буының қысымы $P_{бу}$, МПа	Су және су буының температурасы t, ^oC	Су және су буының көлемі $V_{бу}$, $м^3/кг$	Су және су буының тығыздығы $\rho_{бу}$, $кг/м^3$	Су энтальпиясы $I_{су}$, *кДж/кг*	Су буының энтальпиясы $I_{бу}$, *кДж/кг*	Су буы пайда болудың энтальпиясы $I_{бу.п.б.}$, *кДж/кг*
0,02	60,08	7,652	0,131	251,48	2609,02	2357,7
0,05	81,33	3,243	0,308	340,53	2645,2	2304,7
0,1	99,62	1,696	0,590	417,47	2674,9	2257,5
0,16	113,31	1,092	0,916	475,41	2696,3	2220,8
0,2	120,23	0,886	1,129	504,74	2706,8	2202,0
0,22	123,27	0,810	1,235	517,70	2711,0	2193,3
0,26	128,73	0,693	1,443	541,20	2718,9	2177,7
0,3	133,54	0,605	1,653	561,70	2725,5	2163,9
0,4	143,62	0,462	2,165	604,60	2738,7	2134,1
0,5	151,84	0,375	2,667	640,10	2748,8	2108,7
0,6	158,84	0,316	3,169	670,60	2756,9	2086,3
0,7	164,96	0,273	3,666	697,20	2763,7	2066,5
0,8	170,41	0,240	4,161	720,90	2769,0	2048,1
0,9	175,36	0,215	4,653	742,70	2773,7	2031,0
1,0	179,88	0,194	5,143	762,40	2777,8	2015,3
1,1	184,05	0,178	5,632	781,30	2781,2	1999,9
1,2	187,95	0,163	6,125	798,40	2784,6	1986,2
1,3	191,60	0,151	6,615	814,60	2787,4	1972,7
1,4	195,04	0,141	7,102	830,00	2789,7	1959,7
1,5	198,28	0,132	7,592	844,50	2791,8	1947,3
1,6	201,31	0,124	8,080	858,30	2793,5	1935,2
1,7	204,30	0,117	8,570	871,70	2795,3	1923,5
1,8	207,10	0,110	9,055	884,20	2796,5	1912,3
1,9	209,78	0,105	9,544	896,60	2797,9	1901,3
2,0	212,37	0,100	10,040	908,60	2799,2	1890,7
2,4	221,77	0,083	12,048	951,80	2801,8	1850,0
2,6	226,04	0,077	12,987	971,90	2802,6	1830,8
2,8	230,04	0,071	14,085	990,20	2803,1	1812,8
3,0	233,83	0,067	14,925	1008,40	2803,1	1794,7
5,0	263,91	0,039	25,381	1154,20	2793,9	1639,6

Қосымша У

Жергілікті кедергі коэффицентері

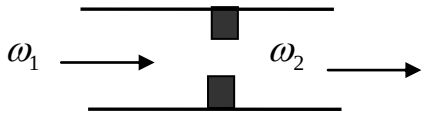
Тұрақты қима аудан кезіндегі иінді бұрылыс								
Бұрыштық шама, α °	20	30	45	60	75	90	120	180
Кедергі коэффициенті, ξ	0,31	0,45	0,60	0,75	0,90	1,0	1,2	1,4

Бүйірден сорылатын үш жақты құбыр мұнда: F_1 – негізгі ағын берілетін бөлігі F_2 – соңғы ағын қоспасы шығатын бөлігі F_3 – қосымша ағын берілетін бөлігі ω_1 – негізгі ағын жылдамдығы ω_2 – соңғы ағын қоспасы жылдамдығы ω_3 – қосымша ағын жылдамдығы $F_1 + F_3 > F_2$, $F_1 = F_2$, $\alpha = 90^0$					
$\frac{F_3}{F_2}$	0÷0,2	0,3÷0,4	0,6	0,8	1,0
Кедергі коэффициенті, ξ	1,0	0,75	0,70	0,65	0,60

Бүйірден шығатын үш жақты құбыр мұнда: F_1 – бастапқы ағын қоспасы бөлігі F_2 – соңғы ағын шығатын бөлігі F_3 – алынатын ағын шығатын бөлігі ω_1 – бастапқы ағын қоспасы жылдамдығы ω_2 – соңғы ағын жылдамдығы ω_3 – алынатын ағын жылдамдығы $F_1 + F_3 > F_2$, $F_1 = F_2$, $\alpha = 90^0$							
$\frac{F_3}{F_1}$	$\frac{G_3}{G_1}$						
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0,09	4,50	6,00	7,88	9,40	11,10	13,00	15,80	20,00
0,19	2,00	2,50	3,20	3,97	4,95	6,50	8,45	10,80
0,27	1,81	2,30	2,83	3,40	4,07	4,80	6,00	7,18
0,35	1,54	1,90	2,35	2,73	3,22	3,80	4,32	5,28
0,44	1,45	1,67	1,89	2,11	2,38	2,58	3,04	3,84
0,55	1,20	1,40	1,59	1,65	1,77	1,94	2,20	2,68
1,00	1,00	1,13	1,20	1,40	1,50	1,60	1,80	2,06

Қосымша У (*жалғасы)*

Стандартты вентиль, ажырату кеңістігінің бұрышы $\alpha = 45^0$										
Құбыр диаметрі, d , мм	13	20	40	80	100	150	200	250	300	350
Кедергі коэффициенті, ξ	10,8	8,0	4,9	4,0	4,1	4,4	4,7	5,1	5,4	5,5

Кедергілер	Кедергі коэффициенті, ξ
Дроссельге шығындалатын кедергі мәні  ω_1 – дроссельге дейінгі ағын жылдамдығы, *м/секунд* ω_2 – дроссельден кейінгі ағын жылдамдығы, *м/секунд*	$\frac{\omega_2}{\omega_1} = 0{,}5$ 4,0
Тесікті бу беру құбырындағы ағынның еркін ағу жағдайындағы бір тесікке шығындалатын кедергі мәні	1,06

Қосымша Ф

Бу өндіру қазандығының негізгі жылутехникалық сипаттамалары

Жылутехникалық сипаттамалары	Бу өндіру қазандығының және қолданылатын отынның түрі									
	ДКВр 2,5-13			ДКВр 4-13			ДКВр 6,5-13		ДКВр 10-13	
	Газ	Мазут	Көмір	Газ	Мазут	Көмір	Газ	Көмір	Газ	Көмір
Бу өнімділігі, *кг/секунд*	0,695	1,11	0,695	1,11	1,66	1,11	1,8	1,8	2,78	2,78
Бу қысымы, *МПа*	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	2,26	2,28	3,83	3,83
Оттықтағы ауаның шығын коэффициентінің мәні,	1,15	1,0	1,4	1,15	1,15	1,15	1,15	1,14	1,15	1,40
Отын шығыны, $м^3$/*секунд* немесе *(кг/секунд)*	0,057	0,09	0,0885	0,095	0,133	0,149	0,125	0,239	0,233	0,364
Оттықтан шығатын түтінгі газ температурасы, ^oC	870	940	800	980	1030	880	1030	925	1040	915
Оттық көлемі, $м^3$	12	11,8	10,4	15,6	15,6	13,7	24,6	13,7	43,0	37,4
Керегөз тор бетінің ауданы, $м^2$	-	-	2,76	-	-	3,83	-	6,35	-	9,5

Қосымша Х

Буауа қоспасының тығыздығы

Бу қысымы, *МПа*	Конденсаттағы буауа қоспасының үлесі (B)						
	0,0024	0,0048	0,0072	0,012	0,024	0,048	0,072
0,1	55	23	19	10	5,7	2,9	1,9
0,12	64	33	23	12	6,4	3,4	2,4
0,15	78	41	28	15	8,5	4,3	3,0
0,2	100	53	36	18	11,0	5,7	3,8
0,3	137	74	51	31	16,0	8,0	5,3
0,4	172	95	65	40	21,0	10,0	7,0
0,5	203	114	80	49	25,0	13,0	8,6
1,0	321	186	141	91	48,0	25,0	16,0

Қосымша Ц

МЖМБС 2.104-2006 бойынша құжаттардың сызбаларындағы негізгі жазбалар мен құрылымдық мәтіндер нысаны

Ф.7.14-05

<table>
<tr><td colspan="5"></td><td colspan="4">(30)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">(14)</td><td rowspan="2">(15)</td><td rowspan="2">(16)</td><td rowspan="2">(17)</td><td rowspan="2">(18)</td><td colspan="4">(2)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">(1)</td><td>Литер</td><td>Масса</td><td>Масштаб</td></tr>
<tr><td>өзг</td><td>бет</td><td>№ құжат</td><td>қолы</td><td>күні</td><td rowspan="2">(4)</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="3">құрушы.
тексер.
Т бақ.
(10)
Н бақ.
Бекіт.</td><td rowspan="3">(11)</td><td rowspan="3">(12)</td><td rowspan="3">(13)</td><td>Бет (7)</td><td>Беттер (8)</td></tr>
<tr><td colspan="2">(3)</td><td colspan="2">(9)</td></tr>
</table>

Негізгі жазу графасы

Графа (1) - бұйым және құжаттың атауы, егер ол кодқа ие болса.

Графа (2) - МЖМБС2.201-80 бойынша құжаттың белгіленуі (курстық жоба коды).

Графа (3) - құрылғының сызбасы негізгі жазбасына ғана ендірілетін материалдарды белгілеу.

Графа (4) - литер колонкасы. Литер құжаттың жасалу кезеңдерін білдіреді (курстық жоба литері У-оқу жобасы және литер УР-нағыз оқу жобасы).

Графа (5) – МЖМБС 2.109-73 бойынша бұйым массасы.

Графа (6) - МЖМБС 2.302-68 сәйкес суреттің масштабы.

Графа (7) - құжат парағының реттік номері.

Графа (8) - құжат парақтарының жалпы саны.

Графаны құжаттың тек бірінші парағында толтырады.

Графа (9) - құжатты шығарған кәсіпорын атауы немесе ажырату индексі (университет, факультет, топтың атауы).

Графа (10) - құжатқа қол қоятын адамның орындаған жұмысын сипаты (Құраст. - дипломшы; Текст. - консультант, жетекші – сызба және жазбада; Т.бақылау - жоба жетекшісі; Бект. - кафедра меңгерушісі). Бос графаны құрастырушының қалауы бойынша толтырылады.

Графа (11) - құжатқа қол қоятын адамдардың аты-жөні.

Графа (12) - графа (11) көрсетілген адамдардың қолы. Қол қою туш немесе пастамен жасалады.

Графа (13) - құжатқа қол қойылған күн.

Графа (14-18) - бекітілгеннен кейін құжатқа ендірілетін өзгертулер кестесі (курстық жұмыста жасалмайды).

Графа (30) - қосымша графа; тапсырыс беруші толтыратын мәліметтер (курстық жоба тақырыбы).

Қосымша Ч

Форматы	Зона	Позиция	Белгіленуі	Аталуы	Саны	Ескерту

						Литер	Масса	Масштаб
өзг	бет	№ құжат	қолы	күні				
құрушы								
тексер.								
Т бақ.						Бет	Беттер	
Н бақ.								
Бекіт.								

Мұрат Жарылқасынұлы Айтөреев

БЕТОН ЖӘНЕ ТЕМІРБЕТОН БҰЙЫМДАРЫН ЖЫЛУЫЛҒАЛДЫЛЫҚ ӨҢДЕУГЕ АРНАЛҒАН ҚОНДЫРҒЫЛАР

Баспаға ұсынылды «___» _____201_г.
Қағаз форматы ХхҮ 1/16.
Қағаз типографиялық. Офсетті баспа. Көлемі 7,5 б.т.
Тиражы __ дана. Тапсырыс №__.

© М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті баспасы.

М. Әуезов атындағы ОҚМУ баспа орталығы, Шымкент, Тауке хан даңғылы, 5