

Сәулет, қала құрылысы және құрылыс
саласындағы мемлекеттік нормативтер
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ЕРЕЖЕЛЕР ЖИНАҒЫ

Государственные нормативы в области
архитектуры, градостроительства и строительства
СВОД ПРАВИЛ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ҰЯШЫҚТЫ БЕТОННАН БҰЙЫМДАР ЖАСАУ

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА

ҚР ЕЖ 5.03-104-2013
СП РК 5.03-104-2013

Ресми басылым
Издание официальное

Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігінің
Құрылыс, тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері және жер
ресурстарын басқару комитеті

Комитет по делам строительства, жилищно-коммунального
хозяйства и управления земельными ресурсами Министерства
национальной экономики Республики Казахстан

Астана 2015

АЛҒЫ СӨЗ

- 1 **ӘЗІРЛЕГЕН:** «ҚазҚСҒЗИ» АҚ, «ИННОБИЛД» ЖШС
- 2 **ҰСЫНҒАН:** Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігі Құрылыс, тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері және жер ресурстарын басқару комитетінің Техникалық реттеу және нормалау басқармасы
- 3 **БЕКІТІЛГЕН ЖӘНЕ ҚОЛДАНЫСҚА ЕНГІЗІЛГЕН:** Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігі Құрылыс, тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері және жер ресурстарын басқару комитетінің 2014 жылғы 29 желтоқсандағы № 156-НҚ бұйрығымен

ПРЕДИСЛОВИЕ

- 1 **РАЗРАБОТАН:** АО «КазНИИСА», ТОО «ИННОБИЛД»
- 2 **ПРЕДСТАВЛЕН:** Управлением технического регулирования и нормирования Комитета по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики Республики Казахстан
- 3 **УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ:** Приказом Комитета по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики Республики Казахстан от 29 декабря 2014 года №156- НҚ

Осы мемлекеттік нормативті Қазақстан Республикасының сәулет, қала құрылысы және құрылыс істері жөніндегі Уәкілетті мемлекеттік органның рұқсатынсыз ресми басылым ретінде толық немесе ішінара қайта басуға, көбейтуге және таратуға болмайды

Настоящий государственный норматив не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Уполномоченного государственного органа по делам архитектуры, градостроительства и строительства Республики Казахстан

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ	IV
1 ҚОЛДАНЫЛУ САЛАСЫ.....	1
2 НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР	1
3 ТЕРМИНДЕР МЕН АНЫҚТАМАЛАР.....	4
4 ҚОЛАЙЛЫ ШЕШІМДЕР	5
4.1 Жалпы ережелер	5
4.2 Ұяшықты бетондардың жіктелуі	6
4.3 Ұяшықты бетондардың техникалық сипаттамалары	7
4.4 Ұяшықты бетон бұйымдарды дайындауға арналған материалдар	9
4.5 Ұяшықты бетон және одан жасалатын бұйымдарды дайындау технологиясы	12
4.5.1 Ұяшықты бетон қоспасының құрамын таңдау және есептеу	12
4.5.2 Материалдар дайындау	24
4.5.3 Құмды шлам дайындау	25
4.5.4 Алюминий ұлпасын белсендіру	26
4.5.5 Көбік дайындау	26
4.5.6 Ұяшықты бетон қоспасын дайындау	27
4.5.7 Бұйымдарды қалыптау	28
4.5.8 Ұяшықты бетонның қатаюы және оған көрсетілетін күтім. Бұйымдардағы қалыптарды алу	31
4.5.9 Арматураланған және арматураланбаған бұйымдар шығару	34
4.5.10 Қабырға блоктарының және плиталарының өндірісі.....	35
4.5.11 Ұяшықты бетонның сапасын жақсарту	36
4.5.12 Құрамдас панельдерді ірілендіріп жинау	36
4.5.13 Қабырға бұйымдарды әрлеу	37
4.5.14 Сапа сәйкестігін бақылау	38
5 ӨНДІРІС ҚАУІПСІЗДІГІНЕ, ЕҢБЕКТІ ЖӘНЕ ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ҚОРҒАУҒА ҚОЙЫЛАТЫН ТАЛАПТАР	40
6 ҰЯШЫҚТЫ БЕТОННАН БҰЙЫМДАР ШЫҒАРУ КЕЗІНДЕ ЭНЕРГИЯНЫ ҮНЕМДЕУ ЖӘНЕ ТАБИҒИ РЕСУРСТАРДЫ ҰТЫМДЫ ПАЙДАЛАНУ	41
А қосымшасы (ақпараттық) Әктас-құмды тұтқырдағы әктастың гидратациялану дәрежесін анықтау әдістемесі	43
Б қосымшасы (міндетті) Белсенді алюминийді анықтау әдістемесі	45
В қосымшасы (міндетті) Ұяшықты бетон шикізатының пластикалық беріктілігін анықтау әдістемесі	48
Г қосымшасы (ақпараттық) Ұяшықты бетонның құрамын есептеу мысалы.	49
Д қосымшасы (міндетті) Автоклавты ұяшықты бетонның кластары мен сипаттамалары арасындағы тығыздық бойынша арақатынас	54

КІРІСПЕ

Осы ережелер жинағы әртүрлі мақсаттағы ұяшықты бетондардан жасалатын бұйымдарды дайындауға таратылады және олардан әзірленетін бұйымдар бойынша нұсқауларды, сондай-ақ материалдарға, арматураға және қалау бөлшектерін тот басудан қорғауға; ұяшықты бетон қоспасының құрамын таңдауға және оны дайындауға; бұйымдарды пішіндеуге және жылу ылғалды өңдеуге; құрамдық панельдерді ірілендіріп жинауға; қабырғалық бұйымдар мен құрамдық панельдерді әрлеуге, бұйымдар сапасын бақылау мен оларды қабылдау тәртібіне қойылатын талаптарды қамтиды.

Ережелер жинағы Қазақстан Республикасының 2010 жылғы 17 қарашадағы № 1202 қаулысымен бекітілген «Ғимараттар мен құрылыстардың, құрылыс материалдары мен бұйымдардың қауіпсіздігіне қойылатын талаптар» техникалық регламентінің негізгі талаптары орындалатын ұяшықты бетон бұйымдары өндірісінің технологиялық параметрлері бойынша қолайлы шешімдер ұсынылады.

Ережелер жинағы «Ғимараттар мен құрылыстардың, құрылыс материалдары мен бұйымдардың қауіпсіздігіне қойылатын талаптар» техникалық регламентінде белгіленген талаптарды орындаудың бірден-бір әдісі болып табылмайды.

Осы ережелер жинағын әзірлеген кезде заманауи ғылыми зерттеулердің нәтижелері, өндірістің озық отандық және шетелдік тәжірибесі сараланды.

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ЕРЕЖЕЛЕР ЖИНАҒЫ
СВОД ПРАВИЛ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

ҰЯШЫҚТЫ БЕТОННАН БҰЙЫМДАР ЖАСАУ

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА

Енгізілген күні – 2015-07-01

1 ҚОЛДАНЫЛУ САЛАСЫ

1.1 Осы ережелер жинағы ұяшықты бетоннан жасалған бұйымдарды дайындау үшін қолайлы шешімдерді және оларды қолдану ережелерін белгілейді.

1.2 Ережелер жинағы ұяшықты бетондарды және олардан жасалатын арматураланған және арматураланбаған бұйымдарды дайындау жөніндегі нұсқаулардан, сонымен қатар материалдарға, арматура мен қалау бөлшектерін тот басудан қорғауға қойылатын талаптардан; ұяшықты бетон қоспасының құрамы және оны дайындау; бұйымдарды қалыптау және оларды жылу-ылғалдық өңдеу; ірілендіріп жинақтау; қабырға панелдерін әрлеу, бұйымдар сапасын бақылау және қабылдау ережелерінен тұрады.

1.3 Бұйымдарды шығару кезінде бұйымдарға, материалдарға, құралдарға, технологиялық жабдықтарға, өндірістің технологиялық параметрлеріне, сапаны бақылауға арналған қолданыстағы нормативтік және нормативтік-техникалық құжаттар ережелерін орындау қажет.

1.4 Осы ережелер жинағының қолайлы шешімдері тұрғын үй, қоғамдық, әкімшілік, өндірістік ғимараттарға арналған ұяшықты бетон бұйымдары мен конструкцияларының дайындалуына таралады.

2 НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР

Осы ережелер жинағын қолдану үшін мынадай сілтемелік нормативтік құжаттар қажет:

ҚР ЕЖ 2.01-101-2013 Құрылыс конструкцияларын тот басудан қорғау.

ҚР ЕЖ 3.02-108-2013 Әкімшілік және тұрмыстық ғимараттар.

ҚР СТ 937-92 Конструкция және бетон және темірбетон құрама бұйымдары. Жалпы техникалық шарт.

ҚР СТ 948-92 Жасанды кеуек малтатас, қиыршықтас және құм.

ҚР СТ 2197-1-2012 Бетонға арналған жеңіл күл. 1-бөлім. Анықтамасы, талаптары және сәйкестік өлшемі.

ҚР СТ EN 197-1-2011 Цемент. 1-бөлім. Құрамы, ерекшелігі және кәдімгі цементке сәйкестік өлшемі.

Ресми басылым

ҚР ЕЖ 5.03-104-2013

ҚР СТ EN 771-4-2011 Құрылыс блоктарына қойылатын талаптар. 4-бөлім. Автоклавты ұяшықты бетоннан жасалған құрылыс блоктары.

ҚР СТ EN 10080-2011 Темірбетон конструкцияларына арналған арматура. Дәнекерлеу арматурасы. Жалпы ережелер

ҚР СТ EN 12602-2012 Автоклавты қатаятын ұяшықты бетоннан жасалған арматураланған құрастырмалы бөлшектер.

ҚР СТ EN 12620-2011 Бетонға арналған толтырғыштар.

ҚР СТ ISO 6784-2007 Бетон. Сығылу кезіндегі серпімділіктің статикалық модулінің анықталуы.

ҚР СТ ISO 12439-2012 Бетон қоспаларын дайындауға арналған су.

ҚР СТ ГОСТ Р EN 12086-2010 Құрылыста қолданылатын жылу оқшаулау бұйымдары. Бу өткізгіштіктің сипаттамаларын анықтау әдісі.

ГОСТ 4.212-80 Өнім сапасының көрсеткіштер жүйесі. Құрылыс. Бетондар. Көрсеткіштер номенклатурасы.

ГОСТ 12.1.003-83 Өнім сапасының көрсеткіштер жүйесі. Шуыл. Жалпы қауіпсіздік талаптары.

ГОСТ 12.1.004-91 Өнім сапасының көрсеткіштер жүйесі. Өрт қауіпсіздігі. Жалпы талаптар.

ГОСТ 12.1.005-88 Өнім сапасының көрсеткіштер жүйесі. Жұмыс аймағындағы ауаға қойылатын жалпы санитарлық-гигиеналық талаптар.

ГОСТ 12.1.019-79 Өнім сапасының көрсеткіштер жүйесі. Электр қауіпсіздік. Жалпы талаптар және қорғаныс түрлерінің номенклатурасы.

ГОСТ 12.2.003-91 Өнім сапасының көрсеткіштер жүйесі. Өндірістік жабдық. Жалпы қауіпсіздік талаптары.

ГОСТ 12.3.002-75 Өнім сапасының көрсеткіштер жүйесі. Өндіріс процестері. Жалпы қауіпсіздік талаптары.

ГОСТ 12.4.021-75 Өнім сапасының көрсеткіштер жүйесі. Желдету жүйелері. Жалпы талаптар.

ГОСТ 17.2.3.02-78 Табиғатты қорғау. Атмосфера. Өнеркәсіптік кәсіпорындардан шығарылатын зиянды заттардың жол берілетін шығарындыларын белгілеу ережесі.

ГОСТ 3476-74 Цемент өндірісіне арналған домна және электртермофосфорлық түйіршіктелген қож.

ГОСТ 4013-82 Тұтқыр материалдар өндірісіне арналған гипс және гипс ангидритті тас. Техникалық шарттар.

ГОСТ 4221-79 Реактивтер. Көмірқышқылды калий. Техникалық шарттар.

ГОСТ 4517-93 Мыс-фосфорлы қорытпалар. Техникалық шарттар.

ГОСТ 4765-73 Лактау-сырлау материалдары. Сокқы кезіндегі беріктілікті анықтау әдісі.

ГОСТ 5100-85 Техникалық кальциленген сода.

ГОСТ 5494-95 Алюминий ұлпа. Техникалық шарттар.

ГОСТ 5742-76 Ұяшықты бетоннан жасалған жылу оқшаулау бұйымдары.

ГОСТ 7076-99 Құрылыс материалдары мен бұйымдары. Стационарлық жылу режимі кезіндегі жылу өткізгіштікті және термиялық кедергіні анықтау әдісі.

ГОСТ 8736-93 Құрылыс жұмыстарына арналған құм. Техникалық шарттар.

ГОСТ 8829-94 Зауытта дайындалған құрылыстық темірбетон және бетон бұйымдары. Жүктеумен сынау әдістері. Беріктігін, қаттылығын және жарылуға төзімділігін бағалау ережелері.

ГОСТ 9179-77 Құрылыс әктасы. Техникалық шарттар.

ГОСТ 10178-85 Портландцемент және қожпортландцемент. Техникалық шарттар.

ГОСТ 10180-2012 Бетондар. Бақылау әдістері бойынша беріктікті анықтау әдістері.

ГОСТ 10922-2012 Дәнекерленетін арматуралық және қалау бұйымдары, арматура мен темірбетон конструкциялардың қалау бұйымдарының дәнекерленген бірігулері. Жалпы техникалық шарттар.

ГОСТ 11118-73 Ғимараттардың сыртқы қабырғаларына арналған автоклавты ұяшықты бетоннан жасалған панелдер. Техникалық талаптар.

ГОСТ 12730.1-78 Бетондар. Тығыздықты анықтау әдісі.

ГОСТ 12730.2-78 Бетондар. Ылғалдықты анықтау әдісі.

ГОСТ 12865-67 Ісінген вермикулит.

ГОСТ 13078-81 Натрийлік сұйық әйнек. Техникалық шарттар.

ГОСТ 17177-94 Жылу оқшаулайтын құрылыс материалдары мен бұйымдары. Сынау әдістері.

ГОСТ 17623-87 Бетондар. Орташа тығыздықты анықтаудың радиоизотопты әдісі.

ГОСТ 18105-2010 Бетондар. Беріктікті бақылау ережелері.

ГОСТ 19010-82 Ғимараттарға арналған бетон және темірбетон блоктар. Жалпы техникалық шарттар.

ГОСТ 21458-75 Кристаллданған натрий сульфаты. Техникалық шарттар.

ГОСТ 21520-89 Қабырғалық ұсақ ұяшықты бетон блоктар. Техникалық шарттар.

ГОСТ 21718-84 Құрылыс материалдары. Ылғалдықты өлшеудің диэлькометрлік әдісі.

ГОСТ 23732-2011 Бетондар мен ерітінділерге арналған су. Техникалық шарттар.

ГОСТ 24452-80 Бетондар. Призмалы беріктілікті, серпімділік модулін және Пуассон коэффициентін анықтау әдістері.

ГОСТ 24816-81 Құрылыс материалдары. Сіңірілген ылғалдылықты анықтау әдісі.

ГОСТ 25192-2012 Бетондар. Жіктелуі және жалпы техникалық талаптар.

ГОСТ 25485-89 Ұяшықты бетондар. Техникалық шарттар.

ГОСТ 25818-91 Жылу электрстанцияларының бетондарға арналған құрғақ күлі. Техникалық шарттар.

ГОСТ 25820-2000 Жеңіл бетондар. Техникалық шарттар.

ГОСТ 25898-2012 Құрылыс материалдары мен бұйымдар. Будың өтуіне кедергіні анықтау әдістері.

ГОСТ 27005-86 Жеңіл және ұяшықты бетондар. Орташа тығыздықты бақылау ережелері.

ГОСТ 27006-86 Бетондар. Құрамды іріктеу ережелері.

ГОСТ 30247.1-94 Көтергіш және қоршау конструкциялары. Отқа төзімділікті сынау әдістері.

ГОСТ 30459-2008 Бетондар мен құрылыс ерітінділеріне арналған қоспалар. Тиімділікті анықтау әдістері.

ГОСТ 31108-2003 Жалпы құрылыс цементтері. Техникалық шарттар.

ҚР ЕЖ 5.03-104-2013

ГОСТ 31359-2007 Автоклавты қатайтын ұяшықты бетондар. Техникалық шарттар.

ГОСТ 31360-2007 Автоклавты қатайтын ұяшықты бетоннан жасалған арматураланбаған қабырғалық бұйымдар. Техникалық шарттар.

Ескертпе - Осы ережелер жинағын пайдаланған уақытта «Сәулет, қала құрылысы және құрылыс саласындағы Қазақстан Республикасы аумағындағы қолданылатын нормативтік құқықтық және нормативтік-техникалық актілердің тізбесі», «Қазақстан Республикасындағы стандарттау бойынша нормативтік құжаттардың көрсеткіші» және «Мемлекетаралық нормативтік құжаттардың көрсеткіші» ақпараттық көрсеткіштері бойынша сілтеме стандарттар мен жіктегіштердің қолданысын ағымдағы жылдағы мәлімет бойынша және ағымдағы жылы басылып шығарылған ай сайын шығарылатын ақпараттық көрсеткіш бойынша тексерген жөн. Егер сілтеме жасалатын құжат ауыстырылса (өзгертілсе), осы стандартты қолдану кезінде ауыстырылған (өзгертілген) құжатты басшылыққа алу қажет. Егер сілтеме жасалатын құжат ауыстырылмай қолданыстан алынса, сілтеме жасалған ереже осы сілтемеге қатысы жоқ бөлігінде қолданылады.

3 ТЕРМИНДЕР МЕН АНЫҚТАМАЛАР

Осы ережелер жинағында тиісті анықтамалары бар төмендегідей терминдер қолданылады:

3.1 Ережелер жинағы – Техникалық ережелерге немесе жобалау, әзірлеу, монтаждау, техникалық қызмет көрсету процедураларына немесе жабдықтар, конструкциялар мен бұйымдарды пайдалануға ұсыныс беретін құжат.

3.2 Қолайлы шешімдер әдісі: Сәулет, қала құрылысы және құрылыс істері жөніндегі уәкілетті орган мақұлдаған қолданыстағы, әдетте, нұсқау беретін нормативтік талаптардың қолданылуын меңзейтін параметрлік нормаларды сақтау құралы.

3.3 Ұяшықты бетон: Бетон көлемінің 20 % бастап 90 % дейін алып жатқан диаметрі 0,1 бастап 3 мм дейін біркелкі таралған арасында ауа қалған ұялары (кеуектері) бар кремнеземді тұтқыр компоненттен, көбік түзгіштен, судан, химиялық қоспалардан және оларсыз қосылыстардың қатаюы нәтижесінде алынатын жасанды тас тәріздес кеуекті құрылыс материалы.

3.4 Газдыбетон: Тұтқырдың, кварц құмның, химиялық қосындылардың (немесе оларсыз) және газдандырғыштың (негізінен алюминий ұлпасынан) қосылыстарынан алынатын ұяшықты бетонның бір түрі. Кеуектүзгіштер алюминий ұлпасы мен тұтқырда болатын немесе шикізат қоспасына арнайы қосылатын сілтілік компонент арасындағы химиялық реакцияның нәтижесінде қалыптасады.

3.5 Көбік бетон: Бетон қоспасымен араластырылатын көбік түзгіш пен су негізіндегі тұтқыр, кремнеземді компонент, сун және алдын ала дайындалған көбік қосылыстарынан алынатын ұяшықты бетонның бір түрі.

3.6 Газ, кеуек, көбіксиликат: Тұтқыр ретінде сумен араластырылмаған әктас немесе құрамында 50 % және одан артық мөлшерде әктас бар аралас тұтқыр (цемент, қож, күл және т. б.) қолданылатын ұяшықты бетонның бір түрі.

3.7 Ұяшықты күлбетон (газқожбетон, көбікқожбетон, кеуекқожбетон): Кремнеземді компонент ретінде ЖЭС қышқыл күлі қолданылатын ұяшықты бетонның бір түрі.

3.8 Автоклавты ұяшықты бетон: Атмосфералық қысымнан жоғары қысымда (негізінен 0,8 бастап, 1,4 МПа дейін) қаныққан су буы бар ортада қатаятын бетон.

3.9 Автоклавты емес ұяшықты бетон: Электрмен жылыту кезінде кәдімгі жағдайда немесе қаныққан су буы бар ортада атмосфералық қысымда қатаятын бетон.

3.10 Жылу оқшаулайтын ұяшықты бетон: Тұрғын және өнеркәсіптік ғимараттардың әр түрлі конструкцияларын (қабырғаларды, жабындарды, аражабындарды, құбырларды және т.б.) жылумен қаптауға арналған тығыздығы орташа D400 және одан аз бетон.

3.11 Конструкциялық-жылу оқшаулайтын ұяшықты бетондар: Орташа тығыздығы D500 бастап D900 дейін, беріктік бойынша классы B1,5 бастап B10 дейін, тұрғын және қоғамдық ғимараттардың өздігінен көтергіш қоршау конструкцияларына арналған бетон.

3.12 Конструкциялық ұяшықты бетон: Орташа тығыздығы D1000 бастап D1200 дейін, беріктік бойынша класы B7,5 бастап B15 дейін, үлкен жүктеме көтеретін конструкцияларды (ішкі көтергіш арақабырларды, аражабындарды, маңдайшаларды) дайындауға арналған бетон.

3.13 Бетон қоспасы: Компоненттері араластырылған, тиісті тәсілмен нығыздау мүмкіншілігі бар құюға жарамды күйде тұрған, жаңа дайындалған бетон.

3.14 Сапа сәйкестігін бақылау: Белгіленген нормалар мен талаптарға сапа көрсеткіштерінің сәйкес келуін тексеру.

4 ҚОЛАЙЛЫ ШЕШІМДЕР

4.1 Жалпы ережелер

4.1.1 Ұяшықты бетоннан бұйымдар дайындау осы ережелер жинағының ережелеріне сәйкес, нақты бір өндіріс шарттарына, шикізатқа, зауыт жағдайларында және құрылыс алаңдарында дайындалған бұйымның түріне құрылған, белгіленген тәртіппен бекітілген технологиялық құжаттама бойынша жүзеге асырылуы тиіс.

4.1.2 Бұйымдар тиісті нормативтік құжаттар мен жұмыс сызбаларының талаптарына сәйкес болуы тиіс.

4.1.3 Ережелер жинағы ұяшықты бетон және одан жасалатын бұйымдарды дайындау, арматураны және қалау бөлшектерін тот басудан қорғау, ұяшықты бетон қоспасының құрамындағы заттарды іріктеу, дайындау, бұйымды қалыптау және оны жылу-ылғалмен өңдеу; бұйым сапасын бақылау және қабылдау тәртібі жөніндегі нұсқауларды қамтиды.

4.2 Ұяшықты бетондардың жіктелуі

4.2.1 Ұяшықты бетон функционалдық арналуы, орташа тығыздығы, кеуектелу тәсілі, тұтқыр түрі, кремнеземді компонент түрі, катаю шарттары бойынша жіктеледі.

4.2.2 Функционалдық мақсаты ұяшықты бетонның үш түрі ажыратылады:

ҚР ЕЖ 5.03-104-2013

- жылу оқшаулайтын – орташа тығыздығы D200 бастап D400 кг/м³ дейін қабырғаларды, едендерді, төбелерді, мансардтарды, шатырларды, жылу технологиялық қондырғыларды жылумен қаптау үшін қолданылады;

- конструкциялық-жылу оқшаулайтын - орташа тығыздығы D 500 бастап D 900 кг/м³ дейін аз қабатты ғимараттардың сыртқы және ішкі қабырғаларына, арақабырғаларына орнату үшін қолданылады;

- конструкциялық – орташа тығыздығы D1000 бастап D1200 кг/м³ дейін, көтергіш ішкі қабырғаларды, жабындар мен аражабындардың плиталарын орнату үшін қолданылады.

4.2.3 Ұяшықты бетонның макроқұрылымы келесі тәсілдермен құрылады:

- газдыкеуектеу – арнайы енгізілетін газдандырушы қоспаның компоненттерімен (газдыбетондар, газдысиликаттар және т. б.) химиялық әрекеттескенде бөлінетін газды пайдалануымен жүзеге асырылатын кеуектелу;

- көбіккеуектеу – кеуектейтін ерітіндінің алдын ала дайындалған көбікпен араластырылуы (дәстүрлі тәсіл) немесе ішіне (көбіктің) ұсақшашыраңқы құрғақ компоненттер қоспасының қосылуы (құрғақ минералдану), сондай-ақ аэрациялау арқылы – ауаның ішке енуінен ұяшықты құрылым түзілуімен қоспаның барлық компоненттерінің бірге интенсивті араластырылуы кезінде қоспаның кеуектелуі (көбік бетоны, көбіксиликаттар және т. б.);

- көбікгазкеуектеу – арнайы енгізілетін газдандырушы қоспаның компоненттерімен химиялық өзара әрекеттескенде бөлінетінін газ есебінен болатын газды кеуектеу және қоспаның көбіктүзгішпен аэрациялану әдісін қамтитын ерітіндінің кеуектелуінің қосарланған тәсілі, яғни ұяшықты құрылым түзілетін әр сатыда кеукті құрылымға қол жеткізу үшін екі түрлі тәсіл қолданылады (көбікгаздыбетондар).

Кеуектеу тәсілдерін түрлендіруге келесілер жатады: вакуум ішінде газдандыру арқылы массаны ісіндіру, көбікбетон қоспасын қысыммен аэрациялау, кейіннен бұйымдарды немесе монолитті көбікбетон қабатын қалыптастырған уақытта (баротехнология) атмосфералық қысымды азайту және т. б.

4.2.4 Тұтқыр түрі бойынша бетондар келесідей бөлінеді:

- цементті - газдыбетондар, көбік бетондар және т. б. (тұтқыр құрамында цементтің болуы 50 % және одан көп);

- әктасты - газдысиликаттар, көбіксиликаттар және т. б. (тұтқыр құрамында әктің болуы 50 % және одан көп);

- қожды - газдықожбетоны, көбікқожбетоны және т. б. (қождың мөлшері 50 % және одан көп);

- аралас әктас-цементті, цемент-күлді тұтқырда – газдыбетондар немесе газдысиликаттар, көбікбетоны немесе көбіксиликаттар (портландцементтің массасы бойынша мөлшері 15 % бастап 50 % дейін);

- гипсті - газдыгипс, көбікгипс және т. б.

4.2.5 Ұяшықты бетон бұйымдарды жасау кезінде кремнеземді компонент ретінде төмендегілерді қолдану қажет:

- құрамында кем дегенде 90 % SiO₂ (жалпы) немесе кем дегенде 75 % кварц, 0,5 % аспайтын слюда, 3 % аспайтын лайлы және сазбалшықты қоспалар бар ГОСТ 8736 бойынша құм;

- құрамында кем дегенде 45 % SiO_2 , 10 % аспайтын CaO , 3 % аспайтын R_2O , 3 % аспайтын SO_3 бар ЖЭС құрғақ күлі;

- ҚР СТ 2197-1 бойынша жеңіл күл;

- құрамында кем дегенде 60 % SiO_2 болатын кен байыту өнімдері.

4.2.6 Қатаю тәсілі бойынша бетондар:

- табиғи жолмен қатаюды немесе атмосфералық қысымда жылудың әсерімен жылуылғалды өңдеуді көздейтін автоклавты емес;

- артық қысыммен және жоғары температурада қатайтын автоклавты болып бөлінеді.

4.3 Ұяшықты бетондардың техникалық сипаттамалары

4.3.1 Бетондар үшін төмендегідей кластар белгіленген:

- ҚР СТ EN 12602 бойынша – AAC 3,5, AAC 4, AAC 4,5, AAC 5, AAC 6, AAC 7, AAC 8, AAC 9, AAC 10;

- ГОСТ бойынша 31359 B0,35, B0,5; B0,75; B1; B1,5; B2; B2,5; B3,5; B5; B7,5; B10; B12,5; B15, B17,5 B20.

Кластардың және ұяшықты автоклавты бетон сипаттамаларының тығыздық бойынша арақатынасы А қосымшасында келтірілген.

4.3.2. Орташа тығыздық бойынша құрғақ күйдегі бетондардың келесі маркалары тағайындалады: D300; D350; D400; D500; D600; D700; D800; D900; D1000; D1100; D1200.

4.3.3. Кезеңділікпен аязбен қатырылатын, ерітілетін бетон конструкциялар үшін аязға төзімділік бойынша келесідей маркалар белгіленеді және бақыланады: F15; F25; F35; F50; F75; F100.

4.3.4 Ұяшықты бетондардың жалпы техникалық талаптары ГОСТ 25192 талаптарына сәйкес болуы тиіс, оларды дайындау және ұяшықты бетон бұйымдар мен конструкциялардың ұсынылатын номенклатурасын қабылдау ГОСТ 25485 сәйкес болуы қажет.

4.3.5 Пайдалануға дайын ұяшықты бетон қоспасын бақылау және ұяшықты бетонның беріктігін бағалау ГОСТ 18105 белгіленген ережелерге сәйкес жүргізілу керек.

4.3.6 Әр кластағы ұяшықты бетонның орташа беріктігі 13,5 % тең нормативтік вариация коэффициенті бойынша анықталады.

4.3.7 Ұяшықты бетон бұйымдарды өндіру кезінде өткізу беріктігі ГОСТ 18105 бойынша тағайындалатын талап етілетін беріктікке сәйкес болуы тиіс:

- конструкциялық-жылу оқшаулайтын – жаз және қыс мезгілдерінде 80 %;

- конструкциялық – жазда 70 % және қыс мезгілінде 90 %.

4.3.8 ГОСТ 25485 бойынша дайындалған ұяшықты бетон бұйымдар мен конструкциялардың өткізу ылғалдылығы салмағы бойынша % аспауы тиіс:

- құм негізінде – 25;

- күл және өндірістің басқа да қалдықтары негізінде – 35.

4.3.9 Ұяшықты бетон қасиеттерінің нормаланатын көрсеткіштері ГОСТ 4.212 қарастырылған.

4.3.10 25 °C температурада құрғақ күйдегі ұяшықты бетонның жылу өткізгіштік коэффициенті нақты бұйым түріне арналған нормативтік және жобалық құжаттар талаптарына сәйкес келуі тиіс.

ҚР ЕЖ 5.03-104-2013

4.3.11 Кепкен кездегі шөгуі төмендегілерден аспауы тиіс, мм/м:

- 0,5 – құм негізінде дайындалған D600 бастап D1200 дейінгі маркалы автоклавты бетондар үшін;
- 0,7 – сол сияқты, басқа кремнеземді компоненттерде;
- 3,0 – D600 бастап D1200 дейінгі маркалы автоклавты емес бетондар үшін.

Ескертпе - Орташа тығыздығы бойынша D300, D350 және D400 маркалы автоклавты бетондар үшін және орташа тығыздығы D400 және D500 маркалы автоклавты емес бетондар үшін кепкен кезде шөгуі нормаланбайды.

4.3.12 Ұяшықты бетонның жарылуға төзімділігін артыру үшін сілтіге төзімді талшықты қолдануға жол беріледі.

4.3.13 Ылғалды шөгудің деформациясын азайту және жарылуға төзімділігі жоғары ұяшықты бетон алу үшін әктас-қож-құмды тұтқыр қолдану керек.

4.3.14 Ұяшықты бетонның шөгуін азайту және беріктігін арттыру үшін бетон қоспасын қоспалармен пластификациялау қажет. Пластификатор көбіктүзгішпен үйлесімді болуы керек, бұл ұяшықты бетон қоспасын дайындауға қажетті су мөлшерін 15 % бастап 20 % дейін азайтады, осының өзінде ылғалды шөгу шамасы 0,2 бастап 3 мм/м дейін болуы керек.

4.3.15 Қоспаларды сынақ нәтижелерінің негізінде таңдау қажет.

4.3.16 Талап етілетін технологиялық қасиеттері бар ұяшықты бетон қоспасын алу үшін оның құрамына:

а) қоспаның аққыштығын арттыру үшін – пластификациялайтын, пластификациялайтын-ауа ұстап қалатын қоспаларды немесе олардың негізіндегі кешенді қоспаларды;

б) кеуекті құралым болуы үшін – газдандырушы, көбіктүзгіш қоспаларды немесе олардың негізіндегі кешенді қоспаларды;

в) құрылым түзілу процессін үдету үшін – газ түзуді тездеткіш-қоспаларды;

г) қоспаның біркелкілігін арттыру және жіктерге ыдырамауын қамтамасыз ету үшін – пластификациялайтын және пластификациялайтын-ауа ұстап қалатын қоспаларды;

д) шикізаттың иілгіштік беріктігін арттыру процессін үдету үшін – қатаюды тездеткіш-үдеткіш қоспаларды немесе қатаюды тездеткіштен және пластификатордан тұратын кешенді қоспаны енгізу керек.

4.3.17 Жылумен өңдеу уақытын азайту үшін ұяшықты бетонның құрамына қатаюды тездеткіш-үдеткіш қоспаларды немесе кешенді қоспаны – қатаюды тездеткіш пен пластификаторды қосу ұсынылады.

4.3.18 Жоғары ылғалды жағдайларда ұяшықты бетонның төзімділігін арттыру үшін оның құрамына гидрофобизациялайтын қоспаларды қосу ұсынылады.

4.3.19 Қоспалардың оңтайлы мөлшері ұяшықты бетонның құрамын таңдау кезінде сараптама жүргізу арқылы белгіленеді.

4.4 Ұяшықты бетон бұйымдарды дайындауға арналған материалдар

4.4.1 Ұяшықты бетонды дайындауда қолданылатын шикізат пен материалдар нормативтік құжаттардың талаптарына сәйкес сәйкестік сертификаттары немесе дайындаушының зертханалық сынақтары болуы тиіс.

Шикізат материалдарының жарамдылығын кіру бақылауы кезінде технологиялық сынақ жүргізу негізінде анықтау қажет.

4.4.2 Ұяшықты бетон дайындау үшін тұтқыр ретінде портландцемент, қожпортландцемент, құрамында қож, әктас және гипс тұтқырлар қолдану керек.

Тиімділігі тексерілгеннен кейін цементтің басқа да түрлері пайдаланылуы мүмкін.

4.4.3 СЕМ I 32,5 N және СЕМ I 42,5 N кластарындағы портландцемент ҚР СТ EN 197-1, ГОСТ 31108 бойынша, құрамында кем дегенде 60 % үш кальцийлі силикат пен 6 % аспайтын үш кальцийлі алюминат бар ПЦ400-Д0, ПЦ500-Д0, ШПЦ400-Д0 және ШПЦ500-Д0 маркалы портландцемент, қожпортландцемент ГОСТ 10178 бойынша.

Цементтің ұстауы 2 сағ. кешіктірілмеуі, ал ұстасудың аяқталуы 4 сағ. кешіктірілмеуі тиіс.

4.4.4 Цементтің меншікті беті конструкциялық, конструкциялық-жылу оқшаулайтын ұяшықты бетон үшін кем дегенде $2800 \text{ см}^2/\text{г}$ және жылу оқшаулайтын ұяшықты бетон үшін 3500 немесе $4000 \text{ см}^2/\text{г}$ болуы керек.

4.4.5 Трепел, глиеж, трасс, глинит, опок, диатомит қосылған цементті пайдалануға болмайды.

4.4.6 ГОСТ 9179 бойынша орташа сөндірілетін сумен араластырылмаған кальцийлі әктастың сөну жылдамдығы кем дегенде 5 мин және ең көп дегенде 25 мин, құрамында белсенді $A_{\text{әкт}} (\text{CaO} + \text{MgO})$ 80 % кем емес, «қатты күйдіру» – 2% көп емес. Әктастың ұсақтау жұқалығының меншікті беті 5500 бастап $6000 \text{ см}^2/\text{г}$ дейін болуы тиіс.

4.4.7 Портландцемент және әктас негізіндегі әктас-цемент немесе цемент-әктас тұтқыр затының меншікті беті кем дегенде $4000 \text{ см}^2/\text{г}$ болуы тиіс.

4.4.8 Бос СаО мөлшері 35 % бастап 45 % дейін әктас-белит тұқыр заттың және екі кальцийлі силикаттың кем дегенде 30 % меншікті беті кем дегенде $4000 \text{ см}^2/\text{г}$ болуы тиіс.

4.4.9 СаО мөлшері 30 % кем емес (оның ішінде бос СаО кем дегенде 15 %; SiO_2 – 20 % бастап 30 % дейін) жоғары негізді күлді тұтқыр (жанғыш сланецтің, тас және қошқыл көмірдің жануынан); SO_3 – 3 % көп емес; сілтілік оксидтер – 3 % көп емес. Тұтқырдың меншікті тұтқыры кем дегенде $3500 \text{ см}^2/\text{г}$ болуы тиіс.

4.4.10 Әктас-құмды тұтқырлар 42 % бастап 52 % дейін мөлшерде әктас пен 48 % бастап 58 % дейін мөлшерде құм бар әктас пен құмды қосып ұсақтау арқылы алынады. Тұтқырдың меншікті беті кем дегенде $4500 \text{ см}^2/\text{г}$ болуы тиіс. Әктас-құмды тұтқырдағы әктастың гидратациялану дәрежесін Б қосымшасына сәйкес анықтау қажет.

4.4.11 Домна пешінің түйіршіктелген қожы қатаюды белсендіргішпен бірге немесе араласқан тұтқырдың құрамында ГОСТ 3476 талаптарына сәйкес марганец тотығы 1,5 %, сульфидті күкірт 0,1 % аспауы керек; негізгі және бейтарап қож үшін белсенділік модулі кем дегенде 0,4 және негізгі модулі кем дегенде 0,9 болуы керек.

4.4.12 Әктас пен қож негізіндегі араласқан тұтқырдың меншікті беті кем дегенде $5000 \text{ см}^2/\text{г}$ болуы тиіс.

ҚР ЕЖ 5.03-104-2013

4.4.13 Ұяшықты бетондарды дайындау кезінде бетондарға жоғары атмосфералық төзімділік пен жебірлі ортаға төзімділік беретін қож-сілтілік тұтқырларды пайдалануға болады, бұл ұяшықты бетонның қолданылу саласын кеңейтуге мүмкіндік береді.

4.4.14 Қожсілтілік тұтқырдың құрамында үгітілген түйіршіктелген қож бен күйдіргіш сілті бар. Күйдіргіш сілтінің орнына сілтілік қорытпа қолдануға болады.

4.4.15 Қожсілтілік тұтқырдың құрамындағы күйдіргіш сілтінің (Na_2O немесе K_2O) немесе сілтілік қорытпаның мөлшері ұяшықты бетонның құрамын іріктеу арқылы тәжірибелік жолмен белгіленеді.

4.4.16 Ұяшықты бетон дайындау үшін бастапқы құрам бөліктер ретінде төмендегілер қолданылуы тиіс:

а) автоклавты ұяшықты бетондар үшін – кварц мөлшері 90 % кем емес, сілтілер (Na_2O есептегенде) – 2,7 % көп емес, күкіртті және күкірт қышқылды бірігулер (SO_3 есептегенде) 0,5 % көп емес ГОСТ 8736 талаптарына сәйкес кварц құмы;

б) автоклавты емес газобетон үшін кремнеземді құрам бөлік ретінде белсенді аморфты кремнезем (диатомит, маршалит, туф және т.б.), не болмаса өнеркәсіптік өндіріс қалдықтарын (аморфты қож, күл) қолдану керек;

в) ЖЭС қышқыл құрғақ күлі, құрамында кем дегенде 50 % мөлшерде әйнек тәріздес және қорытылған бөлшектер болуы тиіс; қыздыру кезіндегі жоғалтулар 3 % көп емес, SO_3 есептегендегі күкіртті және күкірт қышқылды бірігулер 2 % көп емес, соның ішінде сульфидті күкірт – салмақ бойынша 1 % көп емес. Кварц (SiO_2) мөлшері – кем дегенде 45 %, CaO – 10 % көп болмауы керек.

Отынның жанбай қалған қалдықтарының мөлшері: тас көмір үшін – 7 % көп емес; қошқыл көмір үшін – 5 % көп емес.

Күлдің меншікті беті кем дегенде $5000 \text{ см}^2/\text{г}$ болуы керек. Күлдегі сілтілік натрий және калий оксидтерінің Na_2O қайта есептегендегі мөлшері салмақ бойынша 3 % аспауы, магний оксидінің (MgO) мөлшері салмақ бойынша 5 % аспауы керек.

Күл көлемінің өзгеру біркелкілігіне жүргізілетін сынақтарға төзімді болуы тиіс;

г) ҚР СТ 948 сәйкес керамзит құм, орташа тығыздығы 1100 бастап 1200 кг/м^3 дейінгі ұяшықты бетон үшін ірілік модулі (M_k) 2,5 аспайтын және орташа тығыздығы 1000 кг/м^3 кем ұяшықты бетон үшін 2,0 тең;

д) ГОСТ 12865 бойынша вермикулит құм, ірілік модулі (M_k) 2,5 көп емес, суға мұқтаждығы 16 % көп емес.

4.4.17 Осы ережелер жинағымен және нормативтік құжаттамамен белгіленген физикалық-техникалық сипаттамаларға сәйкес ұяшықты бетон алуды қамтамасыз ететін басқа да материалдарды қолдануға жол беріледі.

4.4.18 Газдандырғыш ретінде алюминий ұлпасының су суспензиясы қолданылуы тиіс. Су суспензиясын ГОСТ 5494 талаптарына сәйкес құрамындағы алюминий кем дегенде 80 % ПАП-1 немесе ПАП-2 алюминий ұлпасынан немесе алюминий ұлпасы негізінде жасалған алюминий пастасынан не болмаса қолданыстағы нормативтік құжаттардың талаптарына сәйкес көп құрам бөлікті өзге де газдандырғыштардан дайындау керек. Белсенді алюминийді анықтау әдістемесі В қосымшасына сәйкес жүргізілуі керек.

4.4.19 ГОСТ 5494 сәйкес алюминий ұлпасының меншікті беті $6000 \text{ см}^2/\text{г}$ (ПАГ-1 маркасы) бастап $10000 \text{ см}^2/\text{г}$ дейін (ПАП-2 және ПАГ-3 маркасы) болуы керек. Ең кең

таралған ПАП-1 және ПАП-2 маркаларындағы белсенді алюминийдің мөлшері стандартпен реттелмейді және бір партиядағы ұлпаның 65 % бастап 95 % дейінгі мөлшерін құрайды. Жабу қабілеті төмен алюминий ұлпасының пайдаланылуы газдыбетон бұйымдардың сапасына кері әсерін тигізетінін ескеру керек.

4.4.20 Көбікбетондарын дайындау үшін сүйек желімі, шелқабатты желім, қарағай желімі, қайың канифолы, күйдіргіш техникалық натр, скруббер пастасы негізіндегі көбіктүзгіштер мен өзге де көбік түзгіштерді қолдану керек.

4.4.21 Ұяшықты бетондағы судың мөлшері ерітіндіні, көбіктің құрамындағы суды ысыруға қажетті есептік мөлшерден құралады.

4.4.22 Көбік төмендегі талаптарға сәйкес болуы тиіс:

- кеуектердің шығымы $K = 15 \text{ л/кг}$ ($0,015 \text{ м}^3/\text{кг}$) кем емес;
- кеуектүзгіштің пайдаланылу коэффициенті $\alpha = 0,8$ бастап 0,85 дейін.

4.4.23 ҚР СТ ISO 12439, ГОСТ 23732 бойынша суды қолдану ұсынылады. Судың температурасы 25°C аспауы керек.

4.4.24 Ұяшықты бетон өндірісіне арналған суды: ерігіш тұздардың ең жоғары мөлшері – 10000; ион SO_3 – 2700; ион Cl^- – 3500, жүзінді заттардың - 300 ескерілуімен, мл/л қолдану керек.

4.4.25 Құрылымның түзілуін, иілгіштік беріктігінің артуын реттеуіштер ретінде қатаюды тездеткіштер мен пластификациялық қоспалар: гипс және гипс ангидритті тас – ҚР СТ EN 13279-1, ГОСТ 4013 бойынша, көмірқышқылды калий – ГОСТ 4221 бойынша, кальцийленген техникалық сода – ГОСТ 5100 бойынша, сұйық натрий әйнек – ГОСТ 13078 бойынша, триэтаноламин, тринатрийфосфат, суперпластификатор С-3, техникалық күйдіргіш натр, карбоксилметилцеллюлоза, кристаллданған натрий сульфаты – ГОСТ 21458 бойынша, микрокремнезем – модификациядағы аморфты кремний диоксидінің мөлшері 92 % артық ультрадисперстік материал қолданылады. Ұяшықты бетон қоспасындағы микрокремнеземнің мөлшері цемент салмағынан 5 % кем болмауы және 7 % көп болмауы керек.

Қатаюды тездететін Na_2SO_4 және $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ қоспасын цементтің салмағынан 2 % дейінгі мөлшерде енгізу керек.

4.4.26 Қоспалардың пайдаланылу тиімділігін ГОСТ 30459 бойынша сынақ нәтижелері бойынша анықтау керек.

4.4.27 Арматуралық қаңқаларға, торларға, салма бөлшектерге арналған арматуралық болат ҚР СТ EN 10080, ГОСТ 10922 талаптарына сәйкес болуы тиіс.

4.4.28 Ұяшықты бетондардан жасалған алдын ала кернелген конструкцияларда беріктігі жоғары сымды арматураны пайдалану жағдайларына қарамастан, арнайы қорғаныс шаралары болмай қолдануға жол берілмейді.

4.4.29 Тот басуға қарсы жабындар төмендегідей талаптарға сәйкес болуы тиіс:

- ГОСТ 4765 бойынша соққыға беріктілік кем дегенде 10 кг/см^2 ;
- жұмсақтық 20 мм көп емес;
- арматураның бетін көлденең пышақпен қиғашынан кескен кезде кесілген жердің жан-жағындағы жабынның қабаттары ажырамауы керек.

4.4.30 ҚР ЕЖ 2.01-101 талаптарына сәйкес барлық арматура, қаланатын болат бөлшектер және біріктіргіш салмалар жобамен қарастырылған талаптарға сәйкес тот басудан қорғалуы керек.

4.4.31 Тот басуға қарсы жабын ретінде тот басуды тежегіштерді – лигносульфонаттарды, танниндерді, аминспирттерді, сондай-ақ электрстатикалық өрісте жағылатын ЭК-20 эпоксидті шайыр негізіндегі ұнтақты жабынды қолдануға болады.

4.5 Ұяшықты бетон және одан жасалатын бұйымдарды дайындау технологиясы

4.5.1 Ұяшықты бетон қоспасының құрамын таңдау және есептеу

4.5.1.1 Ұяшықты бетон қоспасының құрамын берілген төсеу және қатаю жағдайларында ұяшықты бетонның белгіленген қасиеттері (беріктілігі, тығыздығы және т. б.) болатындай таңдайды.

Номиналды құрам келесілерді қолдану кезінде таңдалады:

- тұтқыр;
- толтырғыш (құм);
- кеуекті толтырғыш (құм);
- кеуектүзгіштер;
- химиялық қоспалар;
- минералды қоспалар;
- су.

4.5.1.2 Әр марка үшін ұяшықты бетонның құрамы ГОСТ 27006 бойынша орташа тығыздығымен таңдалады және есептеледі.

Ұяшықты бетонның құрамын таңдаған кезде айқындаушы көрсеткіштері бетонның шикізаттық, өткізушілік, тапсыру және жобалық беріктігі, сонымен қатар бетон қоспасының қолайлы салынуы болып табылады. Егер жобалық және технологиялық құжаттамада ұяшықты бетонның пластикалық беріктілігі көрсетілмесе, оны өндіріс шарттарына және бұйымдарды қалыптан босату, цех ішінде тасымалдау кезінде сақталуын қамтамасыз ету қажеттілігіне қарай дайындаушы көрсетеді.

Қалыптан алу жұмыстарын ұяшықты бетон жобалық беріктіліктің 50 % бастап 60 % дейін жеткенде жүргізу керек.

4.5.1.3 Белгіленген құрамдағы ұяшықты бетон қоспасы құрамының әртүрлі тұтқырлардың қолданылуымен 1-кестеде келтірілген кремнеземді құрам бөліктер салмағының тұтқыр салмағына арақатынасының ұсынылатын мәндерінің ескерілуімен таңдау және таңдалған құрамды нормалаудың барлық сапа көрсеткіштеріне сәйкестігіне сынау нәтижелері бойынша түзетулер енгізу қажет.

4.5.1.4 Кремнеземді құрам бөлік салмағының әктас-цемент аралас тұтқырдың $C_{св}$ салмағына арақатынасы мына формула бойынша есептеледі:

$$C_{св} = C_{ц} n + C_{и} \cdot (1 - n), \quad (1)$$

мұнда $C_{ц}$ – кремнеземді құрам бөлік салмағының цемент салмағына арақатынасы;

n – салмақ бойынша 0,35 бастап 0,70 дейінгі аралықта болатын тұтқырдағы цементтің үлесі;

$C_{и}$ – кремнеземді құрам бөлік салмағының әктас салмағына арақатынасы (100 % есептегенде (CaO + MgO)).

**1-кесте – Кремнеземді құрам бөлік салмағының тұтқыр салмағына
ұсынылатын арақатынасы**

Тұтқыр түрі	Кремнеземді құрам бөлік салмағының тұтқыр салмағына арақатынасы	
	Автоклавты бетон үшін	Автоклавты емес бетон үшін
Цемент	0,75; 1,00; 1,25; 1,50; 1,75; 2,00	0,75; 1,25; 1,75
Әктас-цемент	3,0; 4,5; 5,5; 6,0	-
Әктас-белит	1,00; 1,25; 1,50; 2,00	-
Цемент-күл	0,75; 1,00; 1,25	0,75; 1,25; 1,75

2-кесте – Әртүрлі тығыздықтағы ұяшықты бетон үшін салмақ (С) бойынша құмның цементке арақатынасы

Орташа тығыздығы, кг/м ³	Мәні С
400	0,2; 0,3; 0,4
600	0,2; 0,4; 0,6
800	0,6; 0,8; 1,0
1000	1,0; 1,2; 1,4
1200	1,4; 1,6; 1,8

4.5.1.6 Суқатты қатынас ұяшықты бетон қоспасын қалыпқа салған кездегі тиісті аққыштығының және температурасының қамтамасыз етілуі ескеріліп әр құрам үшін (белгіленген мәнде) тағайындалады. Ұяшықты бетонның орташа тығыздығына байланысты суқатты қатынастың ұсынылатын мәндері 3-кестеде келтірілген.

3-кесте – Орташа тығыздыққа байланысты суқатты арақатынас

Орташа тығыздығы, кг/м ³	Суқатты арақатынасы
400	0,23; 0,25; 0,27
600	0,21; 0,23; 0,25
800	0,17; 0,21; 0,23
1000	0,15; 0,17; 0,19
1200	0,13; 0,14; 0,15

4.5.1.7 Ұяшықты бетон қоспасының стандартты консистенциясы көтерген кезде цилиндрден (Суттардан) ағатын қоспаның жайылу диаметрімен сипатталады. Ұяшықты

ҚР ЕЖ 5.03-104-2013

бетон қоспасының жайылу диаметрінің мәндері суқатты арақатынасты анықтау үшін 4-кестеде келтірілген.

4-кесте – Судағы қатты арақатынасты анықтау үшін ұяшықты бетон қоспасының жайылу мәні

Ұяшықты бетонның орташа тығыздығы бойынша маркасы, кг/м ³	Қоспаның Суттард бойынша әктас-цемент тұтқырдағы жайылу диаметрі, мм
Құю тәсілімен қалыптау кезінде	
150	425 ± 50
200	420 ± 50
300	380 ± 50
400	360 ± 50
500	320 ± 50
600	280 ± 50
700	260 ± 50
800	200 ± 50
Соғу тәсілімен қалыптау кезінде	
150–300	300 ± 100
400	250 ± 50

4-кестенің жалғасы

Ұяшықты бетонның орташа тығыздығы бойынша маркасы, кг/м ³	Қоспаның Суттард бойынша әктас-цемент тұтқырдағы жайылу диаметрі, мм
Соғу тәсілімен қалыптау кезінде	
500	170 ± 50
600	170 ± 50
700	150 ± 50
800	150 ± 50

Ұяшықты бетон қоспасының қалыпқа салынған кездегі температурасы 5-кестеде көрсетілген.

5-кесте – Ұяшықты бетон қоспасын қалыпқа салған кездегі температурасы

Ұяшықты бетонның және қолданылатын тұтқырдың түрі	Ұяшықты бетон қоспасын қалыпқа салған кездегі температурасы	
	Құю тәсілімен қалыптау кезінде	Соғу тәсілімен қалыптау кезінде
Цементтегі газдыбетон	45 ± 2	45 ± 2
Әктас-цемент тұтқырдағы газдыбетон	35 ± 2	42 ± 2
Жоғары негізді күлді тұтқырдағы газдыбетон	40 ± 2	45 ± 2
Кальцийлі әктас пен цементтегі, әктас-белит тұтқырдағы газдысиликат	30 ± 2	42 ± 2
Әктас-құм тұтқырындағы газдыбетон: - конструкциялық-жылу оқшаулайтын - жылу оқшаулайтын	35 ± 2	42 ± 2 36 ± 8
Цементтегі көбікбетон	25 ± 5	—

4.5.1.8 Кеуктүзгіштің (газдандырғыштың немесе көбіктүзгіш су ерітіндісінің) бір илемге жұмсалатын шығыны мына формула бойынша есептеледі:

$$P_n = \frac{P_r}{\alpha \cdot K} \cdot V, \quad (2)$$

мұнда P_r – есептеу-сараптама жүргізу әдісімен анықталған кеуктілік, пайызбен;

α – кеуктүзгішті пайдалану коэффициенті;

K – кеуктердің шығуы (көбік немесе газ көлемінің кеуктүзгіш салмағына қатынасы), $\text{м}^3/\text{кг}$;

V – бір уақытта қалыпталатын бұйымдардың белгіленген көлемі, м^3 .

4.5.1.9 Көбік төмендегідей талаптарға сәйкес болуы тиіс:

- кеуктердің шығуы K – 15 л/кг ($0,015 \text{ м}^3/\text{кг}$) кем емес;

- кеуктүзгіштерді пайдалану коэффициенті α – 0,8 бастап 0,85 дейін.

4.5.1.10 Кеуктілік P_e , %, мына формула бойынша анықталады:

$$P_r = 1 - \frac{\rho_{\text{сyx}}}{K_c} \cdot (V_{\text{yo}} + B/T), \quad (3)$$

мұнда $\rho_{\text{сyx}}$ – ұяшықты бетонның құрғақ күйіндегі орташа тығыздығы бойынша белгіленген маркасы, $\text{кг}/\text{м}^3$;

K_c – құрғақ шикізат материалдары салмағының 1,1 тең алдын ала жүргізілетін есептеу үшін пайдаланылатын химиялық байланысқан су есебінен көбею коэффициенті;

V_{yo} – құрғақ қоспаның меншікті көлемі, $\text{м}^3/\text{кг}$;

ҚР ЕЖ 5.03-104-2013

С/Қ – судағы қатты арақатынас.

4.5.1.11 Құрғақ қоспаның меншікті көлемі тәжірибелік илемнің негізінде мына формула бойынша анықталады:

$$V_{\text{yo}} = \frac{1 + B/T}{\rho_p} - B/T, \quad (4)$$

мұнда ρ_p – ұяшықты бетонға арналған ерітінді қоспасының іс жүзіндегі орташа тығыздығы, кг/м³.

4.5.1.12 (2) және (3) формулалар бойынша есептеулер жүргізген кезде бастапқы мәндер ретінде келесі мәндер қолданылады: $K_c = 1,1$; $\alpha = 0,85$; $K = 1,39$ м³/кг – алюминий ұлпасын пайдалану кезінде – $K = 0,02$ м³/кг – көбікті пайдалану кезінде.

4.5.1.13 α және K_c мәндері ерітіндінің, ұяшықты бетон қоспасының және құрғақ күйдегі ұяшықты бетонның іс жүзіндегі деректері негізінде сынамалы илем нәтижелері бойынша нақтыланады.

α мәні кеуектіліктің, илем көлемінің іс жүзіндегі мәндеріне, кеуектердің шығынына және газдандырушының шығынына қарай (2) формула бойынша анықталады.

Кеуектілік P_c илемдегі ерітінді мен ұяшықты бетон қоспасын өлшеу арқылы анықталатын ерітілетін қоспаның ρ_p кг/м³ және ұяшықты бетон қоспасының $\rho_{\text{яч.см}}$ кг/м³ орташа тығыздығының іс жүзіндегі мәндері мына формула бойынша есептеледі:

$$P_c = 1 - \frac{\rho_{\text{яч.см}}}{\rho_p}. \quad (5)$$

Бетон пісіп жетілгеннен кейін ұяшықты бетон қоспасының іс жүзіндегі тығыздығы ГОСТ 12730.1 бойынша керн немесе текше түріндегі металл сынама алғыштың көмегімен кесіп алынған үлгінің тығыздығы бойынша анықталады.

Кальций гидросиликаттарындағы K_c химиялық байланысқан судың мәнін ескеретін коэффициенттің мәні мына формула бойынша анықталады:

$$K_c = \frac{\rho_0}{\rho_{\text{яч.см}}} \cdot (1 + B/T), \quad (6)$$

мұнда ρ_0 – құрғақ күйіндегі ұяшықты бетонның орташа тығыздығы, кг/м³.

4.5.1.14 Алюминий ұлпасының шығыны 6-кестеде келтірілген мәндерден аспауы керек.

4.5.1.15 Илемге жұмсалатын материалдардың шығыны (7) - (13) формулалары бойынша анықталады.

4.5.1.16 Құрғақ қоспаның $P_{\text{сyx}}$ есептелген шығыны, кг, мына формула бойынша анықталады:

$$P_{сyx} = \frac{\rho_0}{K} \cdot V, \quad (7)$$

мұнда ρ_0 – құрғақ күйіндегі ұяшықты бетонның орташа тығыздығы, кг/м³;

K – құрғақ шикізат материалдары салмағының 1,1 тең алдын ала жүргізілетін есептеу үшін пайдаланылатын химиялық байланысқан су есебінен көбею коэффициенті;

V – «төмпешіктің» түзілуін ескерілуімен ұлғайтылған бір уақытта қалыпталатын бұйымдардың жеке қалыптар үшін 7 % бастап 10 % дейін, массивтер үшін 3 % бастап 5 % дейін белгіленген көлемі, м³.

6-кесте –Алюминий ұлпасының шығыны

Ұяшықты бетонның және қолданылатын тұтқырдың түрі	Орташа тығыздығы бойынша бетон маркалары үшін алюминий ұлпасының шығыны, % $P_{сyx}$ бастап, көп емес									
	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900
Портландцементтегі газобетон	-	-	-	-	-	0,13	0,10	0,08	0,07	0,06
Аралас тұтқырдағы газдыбетон	0,52	0,45	0,40	0,25	0,20	0,13	0,10	0,08	0,06	0,05
Газдысиликат	0,52	0,45	0,40	0,25	0,20	0,13	0,10	0,08	0,06	0,05
Әктас-құмды тұтқырдағы газдыкүлдісиликат, газдыбетон	0,63	0,61	0,60	0,30	0,20	0,13	0,10	0,08	0,08	0,04

4.5.1.17 Тұтқырдың $P_{вяж}$ шығыны, кг, мына формула бойынша анықталады:

$$P_{вяж} = \frac{P_{сyx}}{1 + C}, \quad (8)$$

мұнда $P_{сyx}$ – құрғақ қоспаның есептелген шығыны, кг;

C – кремнеземді құрам бөлік салмағының тұтқыр салмағына арақатынасы.

4.5.1.18 Цементтің P_u шығыны, кг, мына формула бойынша анықталады:

$$P_u = P_{вяж} \cdot n, \quad (9)$$

мұнда $P_{вяж}$ – тұтқырдың шығыны, кг;

n – тұтқырдағы цементтің үлесі.

4.5.1.19 Құрамындағы СаО, P_u 100 % әктастың шығыны, кг, мына формула бойынша анықталады:

$$P_u = P_{вяж} (1 - n). \quad (10)$$

ҚР ЕЖ 5.03-104-2013

CaO, $P_{иф}$ іс жүзіндегі әктастың шығыны, кг, мына формула бойынша анықталады:

$$P_{иф} = \frac{P_u}{A_{изв}} \cdot 100, \quad (11)$$

мұнда P_u – құрамында CaO 100 % әктастың шығыны, кг;
 $A_{изв}$ – әктастағы белсенді (CaO + MgO) мөлшері, пайызбен.

4.5.1.20 Судың жалпы шығыны P_v , кг, мына формула бойынша есептеледі:

$$P_v = P_{сyx} \cdot C/K \quad (12)$$

4.5.1.21 Кремнеземді құрам бөліктің P_k жалпы шығыны, кг, мына формула бойынша есептеледі:

$$P_k = P_{сyx} - (P_u + P_{иф}), \quad (13)$$

мұнда $P_{сyx}$ – құрғақ қоспаның есептелген шығыны, кг;
 P_u – цементтің шығыны, кг;
 $P_{иф}$ – CaO іс жүзіндегі мөлшері бар әктас шығыны, кг.
Ұяшықты бетон құрамының есептелу мысалы Г қосымшасында келтірілген.

4.5.1.22 Ұяшықты бетон қоспасының жұмыс құрамы өндірістік жағдайда тексерілгеннен кейін бетонның 1 м^3 және бір илемге жұмсалған материалдар шығынының кестесі, сондай-ақ бұйымдар өндірісінің технологиялық карталары жасалады.

4.5.1.23 Газдыбетонды әктас-құм тұтқырда өндіру технологиясында қолданатын шикізаттар пен материалдар шығынын есептеген кезде құрғақ күйдегі ұяшықты бетонның орташа тығыздығы ρ_0 ескеріледі; кальций гидросиликаттарындағы химиялық байланысқан судың мөлшерін есепке алатын коэффициент, K_c ; әктастағы $A_{изв}$, тұтқыр заттағы, $A_{вяж}$ және бетон қоспасындағы $A_{см}$ белсенді (CaO + MgO) мөлшері; портландцементтің P_u құрғақ қоспаның $P_{сyx}$ есептелген шығынындағы пайызбен көрсетілген мөлшері; кеуектүзгіштің (газдандырғыштың) P_n құрғақ қоспаның $P_{сyx}$ есептелген шығынындағы пайызбен көрсетілген мөлшері.

Құрғақ қоспаның $P_{сyx}$, кг, бетонның есептеген шығыны (7) формула бойынша анықталады.

4.5.1.24 Тұтқырдың $P_{вяж}$ шығыны, кг, мына формула бойынша есептеледі:

$$P_{вяж} = \frac{\rho_0 A_{см}}{K_c A_{вяж}}, \quad (14)$$

мұнда ρ_0 – құрғақ күйдегі ұяшықты бетонның орташа тығыздығы, кг/м^3 ;
 $A_{см}$ – ұяшықты бетон қоспасындағы тұтқырдың (CaO + MgO) мөлшері, пайызбен;

K_c – кальций гидросиликаттарындағы химиялық байланысқан судың мөлшерін ескеретін коэффициент;

$A_{вяж}$ – тұтқырдың құрамындағы белсенді ($\text{CaO} + \text{MgO}$) мөлшері, пайызбен.

4.5.1.25 Қоспадағы белсенді CaO белгіленген мөлшері және әктастағы белсенді CaO іс жүзіндегі мөлшері кезінде CaO $P_{иф}$ мөлшері іс жүзіндегі әктастың шығыны мына формула бойынша анықталады:

$$P_{иф} = \frac{P_{сyx} A_{см}}{A_{изв}}, \quad (15)$$

мұнда $P_{сyx}$ – құрғақ ұяшықты бетон қоспасының есептелген шығыны, кг;

$A_{см}$ – қоспадағы белсенді заттардың ($\text{CaO} + \text{MgO}$) мөлшері, пайызбен;

$A_{изв}$ – әктастағы белсенді заттардың ($\text{CaO} + \text{MgO}$) мөлшері, пайызбен.

4.5.1.26 Кремнеземді құрам бөліктің (құмның) ұяшықты бетон қоспасының P_k құрамына жалпы шығыны, кг, (13) формула бойынша есептеледі. Құм шламын $P_k^{шл}$ дайындауға жұмсалатын құмның шығыны кг, мына формула бойынша есептеледі:

$$P_k^{шл} = P_{сyx} - (P_{вяж} + P_{ц}), \quad (16)$$

мұнда $P_{сyx}$ – құрғақ қоспаның есептелген шығыны, кг;

$P_{ц}$ – цементтің шығыны, кг;

$P_{вяж}$ – тұтқырдың шығыны, кг.

4.5.1.27 1 л құмды шламдағы кремнеземді құрам бөліктің (ұсақталған құмның) Π_m мөлшері, кг/л, мына формула бойынша есептеледі:

$$\Pi_m = \frac{\rho_k \cdot (\rho_{шл} - 1)}{\rho_k - 1}, \quad (17)$$

мұнда ρ_k – кремнеземді құрам бөліктің (құмның) шынайы тығыздығы – кг/л (кг/м^3);

$\rho_{шл}$ – шламның тығыздығы, кг/л.

4.5.1.28 Құмның есептелген мөлшерін ұяшықты бетон қоспасына қосуға қажетті шлам көлемі $V_{шл}$, л, мына формула бойынша есептеледі:

$$V_{шл} = \frac{P_k^{шл}}{\Pi_m}, \quad (18)$$

мұнда $P_k^{шл}$ – құмды шлам дайындалатын құмның шығыны, кг;

Π_m – 1 л шламдағы кремнеземді құрам бөліктің салмағы, кг/л.

4.5.1.29 Шламның шығыны $Ш_{к2}$, кг, мына формула бойынша анықталады:

$$Ш_{к2} = Ш_{л} \cdot \rho_{шл}. \quad (19)$$

4.5.1.30 Судың жалпы шығыны P_{ϕ} , кг, (12) формула бойынша анықталады. Автоклавты ұяшықты бетон өндірісінің технологиясында су ұяшықты бетон қоспасына құмды шламмен, шлам қалдықтарымен және алюминий суспензиямен енгізіледі. Қосылатын судың көлемі $P_{\phi}^{доб}$, кг, мына формула бойынша есептеледі:

$$P_{\phi}^{доб} = P_{\phi} - (P_{\phi}^{шл} + P_{\phi}^{ал.сусп.} + P_{\phi}^{отх}), \quad (20)$$

мұнда $P_{\phi}^{шл}$ – құмды шламмен бірге қосылатын су көлемі, кг;

$P_{\phi}^{ал.сусп.}$ – алюминий суспензиямен бірге қосылатын су көлемі, кг;

$P_{\phi}^{отх}$ – шлам қалдықтарымен бірге қосылатын су көлемі, кг.

4.5.1.31 Құмды шламмен $P_{\phi}^{шл}$ бірге қосылатын су көлемі, кг, мына формула бойынша есептеледі:

$$P_{\phi}^{шл} = V_{шл} \cdot B_{\phi}, \quad (21)$$

мұнда $V_{шл}$ – ұяшықты бетон қоспасына құмның есептелген мөлшерін қосуға қажетті шламның көлемі, л;

B_{ϕ} – 1 л құмды шламдағы су мөлшері, кг/л.

4.5.1.32 1 л шламдағы су мөлшері B_{ϕ} , кг/л, мына формула бойынша есептеледі:

$$B_{\phi} = \rho_{шл} - П_{м}, \quad (22)$$

мұнда $П_{м}$ – 1 л құмды шламдағы кремнеземді құрам бөліктің (ұсақталған құмның) мөлшері, кг/л;

$\rho_{шл}$ – шламның тығыздығы, кг/л.

4.5.1.33 1 л шламдағы ұсақталған құм мен судың мөлшері тығыздығына байланысты 2650 кг/м^3 ($2,65 \text{ кг/л}$) тең шынайы тығыздықтағы құм үшін 7-кестеде көрсетілген.

4.5.1.34 Алюминий суспензиясымен, кг бірге енгізілетін судың мөлшері алюминий ұлпасы мен алюминий суспензиясы концентрациясының нормаланатын шығынын ескерумен анықталады.

Алюминий суспензиясын 1 кг суға алюминий ұлпасының мөлшері 0,04 кг бастап 0,05 кг дейінгі көлемінде дайындау ұсынылады. Алюминий суспензиясымен, кг, бірге қосылатын су мөлшері мына формула бойынша есептеледі:

$$P_{\phi}^{ал.сусп.} = \frac{P_n}{k_{сусп}}, \quad (23)$$

мұнда P_n – кеуектүзгіштің шығымы, кг;

$k_{сусн}$ – 1 кг алюминий суспензиясындағы алюминий ұлпасының мөлшері, кг.

7-кесте – 1 л құмды шламдағы кремнеземді құрам бөліктің (ұсақталған құмның) тығыздығына байланысты мөлшері

Шламның тығыздығы $\rho_{шл}$, кг/л	1 л құмды шламдағы кремнеземді құрам бөліктің (ұсақталған құмның) мөлшері, P_m , кг/л	1 л құмды шламдағы судың мөлшері, B_6 , кг/л
1,60	0,964	0,636
1,61	0,979	0,631
1,62	0,997	0,623
1,63	1,010	0,620
1,64	1,028	0,612
1,65	1,040	0,610
1,66	1,060	0,600

7-кестенің жалғасы

Шламның тығыздығы $\rho_{шл}$, кг/л	1 л құмды шламдағы кремнеземді құрам бөліктің (ұсақталған құмның) мөлшері, P_m , кг/л	1 л құмды шламдағы судың мөлшері, B_6 , кг/л
1,67	1,076	0,594
1,68	1,090	0,590
1,69	1,108	0,582
1,70	1,120	0,580
1,71	1,140	0,572
1,72	1,156	0,564
1,73	1,167	0,558
1,74	1,188	0,552
1,75	1,210	0,545
1,76	1,212	0,541
1,77	1,236	0,534
1,78	1,250	0,530
1,80	1,280	0,520

ҚР ЕЖ 5.03-104-2013

4.5.1.35 Шлам қалдықтарымен $P_{св}^{омх}$ кг, қосылатын құрғақ заттың мөлшері мына формула бойынша есептеледі:

$$P_{св}^{омх} = \frac{K_{шл}}{100} \cdot P_{сyx}, \quad (24)$$

мұнда $K_{шл}$ – шлам қалдықтарының құрғақ затқа есептелгендегі мөлшері, %;

$P_{сyx}$ – құрғақ қоспаның есептелген шығыны, кг.

4.5.1.36 Шлам қалдықтарымен $P_{с}^{омх}$ кг, бірге қосылатын судың мөлшері мына формула бойынша есептеледі:

$$P_{с}^{омх} = V_{л}^{омх} \cdot B_{с}^{омх}, \quad (25)$$

мұнда $V_{л}^{омх}$ – шлам қалдықтарының есептелген көлемі, л;

$B_{с}^{омх}$ – 1 л шлам қалдықтарындағы судың мөлшері, кг/л.

4.5.1.37 Құмды шламды $P_{к}^{шл}$ кг, дайындау үшін құм шығыны құрғақ заттың мөлшері бойынша шлам қалдықтары шығынының $P_{св}^{омх}$ ескерілуімен өзгертіледі. Шлам қалдықтарының ескерілуімен ұяшықты бетон қоспасын $P_{к}^{шл}$ кг, дайындау үшін жұмсалатын құмның шығыны мына формула бойынша анықталады:

$$P_{к}^{шл} = P_{сyx} - (P_{ц} + P_{вяж} + P_{св}^{омх}), \quad (26)$$

мұнда $P_{сyx}$ – құрғақ қоспаның есептелген шығыны, кг;

$P_{ц}$ – цемент шығыны, кг;

$P_{вяж}$ – тұтқыр шығыны, кг;

$P_{св}^{омх}$ – шлам қалдықтарының құрғақ заттың мөлшері бойынша шығыны, кг.

4.5.1.38 Цемент шығыны $P_{ц}$, кг, мына формула бойынша есептеледі:

$$P_{ц} = \frac{P_{сyx} C}{100}, \quad (27)$$

мұнда C – құрғақ қоспаның $P_{сyx}$ есептелген шығынына байланысты цементтің қоспадағы мөлшері, пайызбен.

Қоспадағы цементтің мөлшері зертхананың тәжірибе деректері бойынша кейіннен бетонның жобаланып отырған беріктілік класына байланысты нақтыланып белгіленеді.

4.5.1.39 Алюминий ұлпасының (кеуектүзгіштің) P_{Al} , мөлшері, кг мына формула бойынша анықталады:

$$P_{Al} = \frac{P_{сyx} Al}{100}, \quad (28)$$

мұнда Al – құрғақ қоспаның $P_{сyx}$ есептелген шығынына байланысты қоспадағы алюминий қоспасының мөлшері, пайызбен.

4.5.1.40 Негізгі шикізаттар мен материалдардың технологиялық жоғалтулары әр технологиялық операция бойынша өлшеулер жүргізу арқылы анықталады. Технологиялық жоғалтулар мөлшері пайдаланылатын шикізатқа, технологияның ерекшеліктеріне, жабдықтың күйіне байланысты өзгертіледі.

4.5.1.41 Материалдардың ұяшықты бетон тығыздығына байланысты шамаланған шығыны 8-кестеде келтірілген.

4.5.1.42 Ұяшықты бетонның құрамы цемент, құм, күл және көбіктүзгіш сапасын ескеріп түзетілуі керек. Түзетілген құрамдар өндіріске жіберіледі.

Қоспасы бар ұяшықты бетонның құрамын қоспасыз бетон құрамын өзгерту арқылы таңдау қажет.

8-кесте – Материалдардың ұяшықты бетонның тығыздығына байланысты болжамдық шығыны

Орташа тығыздығы, кг/м ³	Материалдардың 1 м ³ шығыны, кг			
	цемент	құм	су	көбіктүзгіш
400	330	-	115	1,5
600	360	200	120	1,3
800	380	380	130	1,2
1000	420	550	140	1,1
1200	450	718	150	1,0

4.5.2 Материалдар дайындау

4.5.2.1 Әктас-құмды тұтқырды дайындаған кезде әктасты кремнеземді құрам бөліктің бір бөлігімен меншікті беті кем дегенде 4500 см²/г тұтқыр алынғанша ұсақтау керек. Әктас пен кремнеземді құрам бөлік бірге ұсақталған кездегі арақатынасы әктастың сапасына байланысты салмақ бойынша 1,0:0,2 бастап 1,0:1,0 дейінгі шекте алынады. Құмның ылғалдылығы жоғары болса оның мөлшері азайтылады. Барлық жағдайларда сөндірілген әктастың мөлшері 40 % аспауы тиіс.

Тез сөндірілетін әктасты пайдаланған уақытта ұсақтау кезінде қоспаның арасына әктастағы белсенділердің (CaO + MgO) салмақ бойынша 2 % бастап 5 % дейін мөлшерде гипс тас қосу ұсынылады.

4.5.2.2 Әктас-цемент тұтқырды дайындаған кезде цементті, әктас пен құмды (3500 – 4000) см²/г дейін қоспаның меншікті бетіне дейін қосып ұсақтау ұсынылады.

ҚР ЕЖ 5.03-104-2013

Құрам бөліктердің ұсақтау кезіндегі арақатынасы (цемент:эктас:құм) эктастың сапасына байланысты 1,0:0,6:0,6 бастап 1,0:1,5:1,0 дейін алынады. Тез сөндірілетін эктасты пайдаланған уақытта гипс тасты ұсақтау кезінде эктастағы ($\text{CaO} + \text{MgO}$) белсенділерін салмағы бойынша 2 % бастап 5 % дейін мөлшерде қосу керек.

4.5.2.3 Эктас-күл тұтқырдың ГОСТ 25818 талаптарына сәйкес ЖЭС құрғақ күлін пайдаланған уақытта көлемі бойынша 1:1 ара-қатынаста эктаспен бірге ұсақтайды. Гипс тасты ұсақтаған уақытта эктастағы ($\text{CaO} + \text{MgO}$) белсенділерін салмақ бойынша 2 % бастап 5 % дейін мөлшерде қосады. Эктас-күл қоспасының меншікті беті кем дегенде $3500 \text{ см}^2/\text{г}$ болуы тиіс.

4.5.2.4 Тұтқырдың қасиеттері тұрақты болуы және ұяшықты бетонның біркелкілігін арттыру үшін ұсақталып араластырылған тұтқыр гомогенизаторларда орташаландырылады.

4.5.2.5 Кремнеземді құрам бөлікті дайындаған кезде:

- құм сулау тәсілімен ұсақталады, құмды шламның ұсынылатын тығыздығы – 1,62 бастап 1,70 кг/л дейін;

- құрғақ күл құрғақ тәсілмен ұсақталады.

4.5.2.6 Әртүрлі тығыздықтағы ұяшықты бетон қоспасын дайындау үшін шламдағы құмның ұсынылатын меншікті беті төмендегідей болуы тиіс, $\text{см}^2/\text{г}$:

- D700 кем дегенде 2200;

- D600 кем дегенде 2400;

- D500 кем дегенде 2600;

- D400 кем дегенде 2800.

4.5.2.7 Құмды су кезінде ұсақтағанда шламды тұрақтандыру үшін эктас қоспасын құмның, натрий сульфаттың, триэтаноламиннің немесе полигидросилоксанның салмағына байланысты 2 % бастап 3 % дейінгі мөлшерде қосу керек. Шламды ұсақтау кезінде диірмендердегі тығыздық бақыланады, қажет болған уақытта қажетті тығыздық пен меншікті бетті алу үшін құм мен судың арақатынасы өзгертіледі.

4.5.3 Құмды шлам дайындау

4.5.3.1 Құмды шлам дайындау үшін су кезінде ұсақталатын диірменде құм мен суды мөлшерлеу керек.

4.5.3.2 Шикізат материалдарын диірменге белгіленген мөлшерлеу дәлдігімен автоматты таразы мөлшерлегішпен тоқтатпай беру керек.

4.5.3.3 Құмды шламды қажетті тығыздық алынғанша шламбассейнде өзгерту керек.

4.5.3.4 Судың шығыны шламның диірменнен шыққан кездегі тығыздығы 1,67 кг/л шегінде болатын деңгейде ұстау керек. Шлам тығыздығының тербелісі $\pm 0,05 \text{ кг/л}$ аспауы керек.

4.5.3.5 «Төбешік» бұзылғаннан кейін алынған бетон-шикізатты құмды шламның шикізат қоспасына кремнеземді құрам бөлік ретінде қосу ұсынылады.

«Төбешікте» болатын кремнеземді құрам бөлік илем кезінде тұтқырдың, құмның немесе күлдің шығынын азайтады.

4.5.3.5 № 0,08 қалған қалдық пен меншікті беттің арасындағы тәуелділік 9-кестеде көрсетілген.

9-кесте – Меншікті беттің № 0,08 електе қалған қалдыққа байланысы

Материал	№ 0,08 електегі шамаланған құрам, %	Меншікті бет, м ² /кг
Әктас	20	300
	15	400
	10	500
	6	600
Құм	25	150
	20	200
	15	250
	10	300
	7	350

9-кестенің жалғасы

Материал	№ 0,08 електегі шамаланған құрам, %	Меншікті бет, м ² /кг
Әктас-құмды тұтқырлар	12	300
	8	400
	6	500
	4,5	600
Әктас-күл және әктас – қож тұтқырлар	9	400
	7	500
	5	600

4.5.4 Алюминий ұлпасын белсендіру

4.5.4.1 Ұяшықты бетоннан бұйым дайындау үшін белсенді алюминий мөлшері 95 % дейін жететін алюминий ұлпасының меншікті беті 6000 бастап 10000 см²/г дейінгі аралықта болуы керек.

4.5.4.2 Алюминий ұлпасы қоспаның ішінде жақсырақ араласу үшін оны сулы суспензия түрінде қолдану керек.

4.5.4.3 Реакционды қабілетті арттыру, алюминий ұлпасы жақсырақ сумен араласу үшін және агломераттардың қоспаға диспергирленуі жақсы болу үшін бөлшек-су шекарасындағы беткі тартылуды азайтатын беткі-белсенді затты (ББЗ) қосу қажет. Осы мақсатта пайдаланылатын тұрмыстық немесе өнеркәсіптік жуу заттарының (кір жуатын ұнтақтардың, сұйық құралдардың) құрамында ББЗ мөлшері 6 % бастап 15% дейін. Бұл алюминий ұлпасынан суспензия дайындаған кезде олардың тиімділігінің төмен болуына байланысты.

4.5.4.4 Тұрмыстық немесе өнеркәсіптік жуу құралдарын алюминий ұлпасын белсендіргіштер ретінде қолдану ұсынылмайды, өйткені олардың құрамында ұяшықты бетондардың ұстасу және қатаю жылдамдығын азайтатын қоспалар болады.

ҚР ЕЖ 5.03-104-2013

4.5.4.5 Сулы суспензияда диспергирлеу (алюминий ұлпасын белсендіру үшін) үшін серіппелі типті белсендіргіштерді қолдану ұсынылады.

4.5.5 Көбік дайындау

4.5.5.1 Көбікті дайындаған уақытта:

- жартылай көбіктүзгіш ерітіндісі құйылған түтікті механикалық сілкіп, араластырғыштармен әбден араластырып немесе газды кеуек арақабырға арқылы сұйықтық қабатына барботирлеп газды шашыраңқылату;

- газды жаңа шашыраңқы фаза ретінде қаныққан ерітіндіден белгілі бір реакция кезінде ажырату ұсынылады.

4.5.5.2 Көбіктүзгіш түріне байланысты көбікті араластыру уақыты 2 минуттан 7 минутқа дейін ауытқиды.

4.5.5.3 Көбіктің алынуын тездету үшін араластырғышқа сығылған ауа жіберу керек.

4.5.5.4 Алынған көбік құрылымы біркелкі көлемі 1 бастап 2 мм дейінгі ұяшықтары бар болуы керек. Көлемі үлкен кеуектердің болуы көбіктің жеткіліксіз араластырылғанын білдіреді.

4.5.5.5 Көбік бұзылмауы үшін көбік генераторға майдың немесе көбікті бұзатын қандай да бір заттардың түсу рұқсат етілмейді.

4.5.5.6 Көбік генераторға май немесе көбікті бұзатын қандай да бір заттар түскен жағдайда оны тұз қышқылының 10 % немесе 20 % ерітіндімен (шамамен 20 л), кейіннен дәл осы мөлшердегі таза сумен жуу керек.

4.5.5.7 Көбік концентратының шығыны 1 м^3 ұяшықты бетонға 1,5 литрден аспауы керек.

4.5.6 Ұяшықты бетон қоспасын дайындау

4.5.6.1 Ұяшықты бетон қоймалжыңын дайындау және қатыру үшін су мөлшері аз жоғары гомогенді әрі белсендірілген қоспаларды алу үшін виброгазобетон араластырғыштарды, гидродинамикалық араластырғыштарды, көбікбетон араластырғыштарды қолдану ұсынылады.

4.5.6.2 Газобетон дайындау үшін араластырғыш-үлестіргіштерді немесе ерітінді-көбікбетон араластырғыштарды қолдану қажет.

4.5.6.3 Құмды шламның талап етілетін мөлшерін реттеп жөнге келтіретін шламбассейннен айналып тұрған барабанға жүктеу керек.

4.5.6.4 Портландцементте ұяшықты материалды дайындаған кезде шламды немесе суды алдын ала жылыту қажет.

4.5.6.5 Шламның температурсы 40°C бастап 50°C дейін, ал судың температурасы – 60°C бастап 80°C дейін болуы тиіс.

4.5.6.6 Көбікгазобетонды дайындаған уақыттағы судың оңтайлы температурасы 21°C бастап 25°C дейін болуы керек.

4.5.6.7 Қоспаны кем дегенде 2 мин уақыт араластыру керек.

4.5.6.8 Құрғақ құрам бөліктерді пайдаланып газдыбетон қоспасын дайындаған кезде төмендегі бірізділікті сақтау қажет:

- белгіленген температураға дейін қыздырылған судың талап етілетін мөлшерін құю;
- тұтқырдың таразыланған мөлшері мен толтырғыштардың өлшенген көлемін салу;
- 3 мин аралығында араластыру;
- газдандырғышты құйып, қосымша тағы 2 мин араластыру қажет.

4.5.6.9 Газдандырғышты қоспаға толтырғыштан кейін бірден қосу керек. Бұл араластырудың барынша ұзақтығын қамтамасыз етеді, осының өзінде газтүзілуді үдеткіштер пайдаланбау керек.

4.5.6.10 Газтүзгіштің илемнің бүкіл көлеміне біркелкі үлестірілуін қамтамасыз ету қажет, өйткені оның шығыны өзге құраушылардың шығынынан біршама аз.

4.5.6.11 Көбікбетонды жасау үшін дайындау мен араластырудың төмендегідей бірізділігі ұсынылады:

- құм себу;
- цемент қосып, барлығын біркелкі қоймалжың болғанша араластыру керек;
- қоспаны таңдалған рецептураға сәйкес келетін мөлшерде сумен қатырып, біркелкі пластикалық қоймалжың болғанша әбден араластыру қажет.

4.5.6.12 Қоспада араласпай қалған түйірлер болмауы керек.

4.5.6.13 Көбік генераторынан түтік-көбікқұбыры арқылы дайын цемент-құм қоспасын белгіленген рецептурадағы көбік мөлшеріне ендіреді және араластырады.

4.5.6.14 Көбікбетон дайындаған кезде қоспаның орташа тығыздығын қадағалау қажет.

4.5.6.15 Көбікбетонды көбікті «құрғақ» минералдау әдісімен алу технологиясы келесілерді көздейді:

- жоғары концентратталған көбік түзгіштің белгіленген концентрациясындағы су ерітіндісінің дайындалуын;
- көбіктүзгіш ерітіндісінің көбік генераторына берілуін және көбіктің 4 бастап 6 дейінгі дүркінділікпен тоқтамай түзілуін;
- құрғақ цементтің, толтырғыштың және көбіктің дайын ұяшықты бетон қоймалжыңы белгіленген тығыздық мәнімен қалыптау немесе қалыптау үшін құйылатын араластырғыш-минералдағышқа үздіксіз мөлшерленуін;
- ұяшықты бетон қоймалжыңының артынан қалыптарға (блоктар алу технологиясы) немесе қалыптарға айдалу (монолитті үй құрылысы – қабырғалар тұрғызу, еденнің астынан төсем құю, арақабырғалар құю) үшін толтырғыштарға құйылуын көздеуі керек.

4.5.6.16 Ұяшықты бетон қоймалжыңын дайындау және құю циклының ұсынылатын ұзақтығы 5 минуттан 15 минутқа дейін.

4.5.6.17 Құрам бөліктердің араласу процестері, олардың белсендірілуі мен кеуектелуі бір мезгілде бір агрегатта – белсендіргіш типті жылдам араластырғышта көбік генераторларын пайдаланбай және көбікті алдын ала дайындамай жүретін «құрғақ» минералдау технологиясы ұяшықты бетон қоспасын дайындаудың біркезеңдік тәсілін қарастырады.

4.5.7 Бұйымдарды қалыптау

4.5.7.1 Бұйымдарды қалыптауды ұсынылатын тәсілдері:

ҚР ЕЖ 5.03-104-2013

а) газдыбетон құю технологиясы бойынша дайындалған уақытта қолданылатын материалдар – тұтқыр, құмды шлам мен суды мөлшерлеп 4 бастап 5 минутқа дейін араластыру үшін газдыбетон араластырғышқа әперу керек; осыдан кейін дайындалған қоспаға алюминий ұлпасының сулы суспензиясын қосады, араластырады және қалыптарға құю қажет;

б) газдыбетонды діріл технологиясы бойынша дайындаған уақытта араластырғышта араластырып, қалыптың ішінде ісінгенде оны дірілдету керек. Ісіну кезде газдар бөлінуі 7 минуттан кешіктірілмей бітуі керек;

в) ұяшықты бетонды кесу технологиясы бойынша дайындаған уақытта көлемі 10 бастап 12 м³ дейінгі, биіктігі 2 м дейінгі үлкен қоймалжыңның қалыпталуы көзделеді. Кесу технологиясы бейіндері, паздары, фаскалары пен шпонкалары бір типті қалыпта ұзындығы, ені, қалыңдығы әртүрлі бұйымдарды алуға мүмкіндік береді.

4.5.7.2 Автоклавты өңдеуден кейін, егер қажет болса, қосымша механикалық өңдеу жүргізіп, бұйымды калибрлеу керек.

4.5.7.3 Қалыптамай тұрып қалып элементтері іші-сыртынан тазаланып, майлануы керек.

4.5.7.4 Қалыптардың қымталып тұруын қадағалау қажет.

4.5.7.5 Қалыптарға құю кезінде ұяшықты бетон қоспасының күшті ағынын қалып түбінен (жақтауларынан) жақпа қабаты шайып әкетпеуін қадағалау керек, ол бұйымдар ақауға шығарылатын болады.

4.5.7.6 Бетонның беті кірлейтіндіктен және кейіннен қажет болса жабынға сапалы жағу мүмкін болмайтындықтан машина майларын қолдану ұсынылмайды. Жақпаны қалыңдап, көп жағудың қажеті жоқ.

4.5.7.7 Қажет болған уақытта жақпаны 80 °С температураға дейін жылытуға болады.

4.5.7.8 Арматуралық қаңқалар, торлар және салынатын бөлшектер қалыптарға орнатылған уақытта шыбықтары майыспаған және механикалық зақымданулары жоқ болуы керек. Қаңқалар арнайы кондукторларда жиналып бекітіледі.

4.5.7.9 Салма бөлшектер мен арматуралық қаңқалар қалып ішіне ұяшықты бетон қоспасын құйған уақытта және пісіп жетілген кезде жылжып кетпеуі үшін бекітіледі.

Дәнекерленетін арматуралық бұйымдар ГОСТ 10922 талаптарына сәйкес болуы тиіс.

4.5.7.10 Бетонның қорғаныс қабатының талап етілетін қалыңдығын (кем дегенде 25 мм) қамтамасыз ету үшін арматуралық қаңқалар мен торлар тіркегіш-төсемелерге орналастырылады.

4.5.7.11 Қалыптар бір қабылдауға толтырылады. Ұяшықты бетон қоспасы бар қалыптың толтырылу биіктігі h , м, мына формула бойынша есептеледі:

$$h = K_2 \cdot h_0 \cdot \frac{\rho_{\text{яч.см}}}{\rho_p}, \quad (29)$$

мұнда K_2 – ісінуден кейін «төбешіктің» биіктігін ескеретін коэффициент;

h_0 – қалып биіктігі, м;

ρ_p – ұяшықты бетонға арналған ерітінді қоспасының іс жүзіндегі орташа тығыздығы, кг/м³;

$\rho_{яч.см}$ – ұяшықты бетон қоспасының іс жүзіндегі орташа тығыздығы, кг/м³.

Қалыптауды құю тәсілімен жүргізгенде коэффициент K_T 1,1 тең деп алынады, ал қалыптау соққы тәсілімен жүргізілгенде биіктігі 0,6 м қоймалжыңдар үшін – 1,05; биіктігі 1,2 м қоймалжыңдар үшін – 1,2 деп алынады.

4.5.7.12 Қоймалжың ісіну процессінде ұяшықты бетон массасының «қайнауы» рұқсат етілмейді. Қоймалжыңның ең жоғары температурасы 85 °C аспауы керек.

4.5.7.13 Ішінде ұяшықты бетон қоспасы бар қалыптарды ісінгеннен кейін құю тораптарына пластомердің көмегімен анықталатын талап етілетін иілгіштік беріктілік пайда болғанша 15 °C немесе 20 °C төмен болмайтын температурада ұстау керек.

4.5.7.14 1,5 бастап 2 м³ дейінгі көлемдегі үлкен бұйымдарды құйғанда ұяшықты бетон қоспасын салып жатқанда үзіліс 30 минуттан аспауы керек, ол жаңадан құйылған қоспамен жанасқанда қатайған көбікбетонның арасы ажырауына әкеп соғады.

4.5.7.15 Бұйымдар құйылғаннан кейін буланғанша 8 бастап 10 сағатқа дейін ұсталуы керек. Осыдан соң булау үшін вагон-арба құрамымен түгелдей автоклавқа жүктеледі.

4.5.7.16 Қалыңдығы 25 см артық көлемі үлкен бұйымдарда (үлкен қабырға блоктар немесе панелдер) жоғары температуралық және шөгу кернеулері болмауы үшін автоклавты өңдеу кезінде келесі іс-шараларды орындау ұсынылады:

- SiO₂ мөлшерін 90 % дейін және одан артық жеткізіп, құмды жуу жолымен байыту немесе оны SiO₂ мөлшері жоғары басқа құммен алмастыру;
- C₃S мөлшері көп және C₃A мөлшері аз (6 % аспайды) цементті пайдалану;
- ұяшықты бетонның белгіленген беріктілігіне қол жеткізілген жағдайда құмның илем жұқалығын азайту (№ 021 електе 30 % тең қалдыққа дейін);
- ұяшықты бетонның құрамына әктас қосу (цемент орнына 30 % дейін);
- бұйымдардың бойына технологиялық қуыстар жасау (тек шетін жағдайда);
- ұяшықты бетон құрамына орташа тығыздығы ұяшықты бетонның орташа тығыздығынан аспайтын жеңіл толтырғыштар (перлит, вермикулит және т.с.с.) қосу;
- бұйымдардың автоклавта (булаудан кейін) да, автоклавты өңдеуден кейін де суу циклын арттыру.

4.5.7.17 Кесу технологиясы кезінде шикізат суыған соң қалыптар шикізатта қажетті иілгіштік беріктілік пайда болғанша (20 ± 5) °C температурада ұстау тораптарында ұсталады.

Пісіп жетілу процессін тездетіп, шикізаттың сыртқы және ішкі қабаттары арасындағы иілгіштік беріктілік мәндерінің ауытқуын азайту үшін ұяшықты бетон шикізаты бар қоймалжың қалыптарын термокамераларда 60 °C бастап 70 °C дейінгі температурада ұстау ұсынылады. Құйып қалыптау тәсілі үшін термокамераларда ұстау уақыты - 3 бастап 4 сағ. дейін, қалыптаудың соққы тәсілі үшін – 2 сағ. көп емес.

Ұяшықты бетон шикізатының иілгіштік беріктігін анықтау әдістемесі В Қосымшасында келтірілген.

4.5.7.18 Құйып қалыптау тәсілімен дайындалатын көбікбетон қоспасынан жасалатын бұйымдарды жылу-ылғалмен өңдемей тұрып, 18 °C төмен болмайтын ауа температурасында кем дегенде 8 сағат ұстау қажет.

ҚР ЕЖ 5.03-104-2013

4.5.7.19 Ұяшықты бетон шикізаты пісіп жетілгеннен кейін қалыптарды ашып, кесетін машина тұрған үстелге апару керек. Қоймалжыңды машина тұрған үстелге баяу, шалт итермей, соғып алмай көтеру, тасымалдау және көмкеру қажет.

4.5.7.20 Жекелеген станцияларда қоймалжың алдымен калибрленеді, бейінделеді, содан соң барып, көлденең және тік кескішке келіп түседі.

4.5.7.21 Бұйымдарды кесу технологиясы бойынша дайындаған кезде төмендегілерді ескеру керек:

а) қалып түбінің беті мен кесетін машина тұрған үстелдің беті арматураланбаған ұсақ бұйымдар үшін жазықтықтан 1 мм/м артық, көлемі үлкен арматураланған бұйымдар үшін 1,5 мм/м ауытқымауы керек;

б) алдын ала қысу алынғанша, ұяшықты бетон шикізатының қоймалжыңы кесетін машина тұрған жұмыс үстелінің бетіне біркелкі жанасуы керек, ал қармалатын қоймалжың бекітетін құрылғыға берілуі тиіс. Неміс технологиясы бойынша газдыбетонның (көбікбетонның) жақтауларға шамамен 5 см тиіп тұрған жақтары түгел кесіледі. Бұл бетонның деформациялануына жол бермейді. Өйткені жақтауларға жанасып тұрған бетонның құрылымы нығыз, демек сызықтық термиялық кеңею коэффициенті жоғарырақ болады. Мұндай кезде «қабырғаға тию» әсері жоғалады.

в) ұяшықты бетон шикізатының иілгіштік беріктілігі қоймалжыңның бүкіл көлемі бойынша әркелкі өзгеруінің алдын алу үшін қалып жақтаулары ашылған кезден бастап кесілгенге дейінгі ұстау уақыты 10 мин аспау керек.

4.5.7.22 Ұяшықты бетон шикізатының қоймалжыңдағы иілгіштік беріктігі кесе бастаған уақытта кем дегенде 300 МПа болуы тиіс. Қоймалжың жақтаулары бар қалыптан көтерілгенде иілгіштік беріктік «төбешіктің» ортасынан өлшенеді.

Бұйымдар қоймалжыңды жылжытпай және қалып табандығында кесіліп өндірілген кезде ұяшықты бетон шикізатының иілгіштік беріктігі кем дегенде 150 г/см² болуы тиіс.

4.5.7.23 Энергия қуатын үнемдейтін кесу технологиясы фиброкеукбетоннан қорғайтын-декоративтік қабаты бар тығыздығы D500 бастап D600 дейін ұяшықты бетонның дайындалу мүмкіндігін қамтамасыз етеді.

4.5.7.24 Арматураланған бұйымдарды дайындаған уақытта қалып жақтаулары ашылғанға дейін арматуралық қаңқаларды бекітетін кондукторды алып тастау керек.

4.5.7.25 «Төбешікті» кесіп алу, массивті кесу және калибрлеу нәтижесінде алынған ұяшықты бетон шикізатының қалдықтары ерітінді араластырғышта тығыздығы 1300 бастап 1600 кг/м³ дейінгі біркелкі қоймалжың пайда болғанша сумен араластырылып, қайта пайдалану үшін арнайы шламбассейнге айдалады.

4.5.7.26 Дайындалған қоспаға қосылатын қалдықтардың көлемі құрғақ затқа есептегенде құрғақ құрам бөліктер салмағының 15 % аспауы керек.

4.5.7.27 Кесілген қоймалжыңдарды жылжытып автоклавты арбаларға орнату керек.

4.5.7.28 Егер автоклав әлі жүктелмесе ұяшықты бетон қоспасы суып қалмауы үшін (суып қалуы автоклавты өңдеу кезінде құрылым түзілу процессіне кері әсерін тигізеді) қалыпталған қоймалжыңдарды жинағыш-камераларда ұстау керек.

4.5.8 Ұяшықты бетонның қатаюы және оған көрсетілетін күтім. Бұйымдары қалыптан алу

4.5.8.1 Ұяшықты бетонның қатаюын тездету үшін сапасы жоғары цементті, химиялық қоспаларды қолданып, бұйымдарды жылумен өңдеу қажет.

4.5.8.2 Қоспадағы көбіктің қасиеттері 8 бастап 12 сағ. уақытқа дейін сақталады.

4.5.8.3 Ұяшықты бетон қоймалжыңдары түпкі беріктілікке автоклавтарда будың артық қысымымен буланған кезде жетеді.

4.5.8.4 Булау цементтен жасалған бұйымдар үшін қолданылады.

4.5.8.5 Булаудың бастапқы кезеңінде автоклавтағы ауаны бумен үрлеп сыртқа шығару керек. Автоклавтағы температураны $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ дейін 0,7 бастап 1,5 сағ. дейінгі уақыт аралығында көтеру керек. Автоклавы үрлеу уақытын бұйымның ортасындағы температура 70°C жеткенше арттыруға болады. Автоклавтағы бу детурбуляциялық құрылғы арқылы әперіледі.

4.5.8.6 Автоклавы өңдеудің ұсынылатын режимдері 10-кестеде келтірілген.

4.5.8.7 Автоклавы өңдеу режимдері қолданылатын материалдар қасиеттерінің ескерілуімен зауыттарда нақтылануы мүмкін. Автоклавы өңдеуді бу қысымы төмен болған кезде қолдануға болады. Бұл үшін бұйымдарға арналған қолданыстағы нормативтердің талаптарына сәйкес физика-механикалық қасиеттері бар ұяшықты бетонның алынуы, сондай-ақ өндіру кезінде экономикалық тұрғыдан үнемді болуы шарт.

4.5.8.8 Көтеру және ұстау кезінде қысымның өзгеруі рұқсат етілмейді. Автоклавтағы қысымның өзгеруі 0,02 МПа аспауы керек. Автоклавы өңдеу режимін басқару процессі автоматтандырылуы керек.

4.5.8.9 Автоклавтағы ең аз жол берілетін артық қысымның (ең көп сыртқы артық қысымның) шамасы автоклавтың паспортында немесе дайындаушы зауыт сирету жағдайында пайдаланылуына берген рұқсатта көрсетілуі тиіс.

4.5.8.10 Газдыбетон бұйымдар өндірісінің кассеталық тәсілі кезінде газдыбетонның сығылу кезіндегі беріктілігі кем дегенде 5 кгс/см^2 жетуі үшін автоклавы өңдеу алдында бұйымдарды 7 сағат аралығында кассеталарда булау қажет. Кассетаға буды газдыбетон ісінгеннен кейін 2 сағаттан соң беру керек. Көп орынды кассеталар пайдаланылған жағдайда булауды 2 плюс 2 плюс режимі бойынша 3 сағат, ал екі орындық кассеталар пайдаланылғанда 2 плюс 4 плюс режимі бойынша 1 сағат жүргізу керек (бетондағы температураны 95°C -ден 100°C -ге көтеру; плюс будың жіберілуімен жылыту; плюс жақтаулар жабық тұрған уақытта суыту).

4.5.8.11 Бұйымдарды қалыптан алу және автоклавы вагонербаларға тасуды булау аяқтала салысымен жүргізу керек.

4.5.8.12 Булау камераларында ұстау температурасы (бұйымдар жеке қалыптарға буланған уақытта) портландцемент қолданғанда $(85 \pm 5)^\circ\text{C}$, қожпортландцемент қолданғанда $(95 \pm 5)^\circ\text{C}$ болуы тиіс.

Бұйымдарды булаудың ұсынылатын режимдері 11-кестеде келтірілген.

4.5.8.13 Жазғы уақытта бетонның сығылу кезіндегі белгіленген беріктілік шегінің кем дегенде 70 %, қыста кем дегенде 80 % жетуін қамтамасыз ететін булау режимі осы құрам үшін оңтайлы болып саналады және жұмыс режимі ретінде қабылданады.

ҚР ЕЖ 5.03-104-2013

4.5.8.14 Бетондау аяқталғаннан кейін 12 сағ. кешіктірмей, ал ыстық ауа райында 2 сағаттан немесе 3 сағ. кейін ұяшықты бетонның үстіне су құя бастап, бетондау жұмыстарын жүргізу кезіндегі жалпы нұсқауларға сәйкес 3 немесе 7 тәулікке дейін құйып жүру керек.

4.5.8.15 Бетондау температурасы 5 °С төмен болғанда кәдімгі бетонда (қоспалар, жылытқыштар және т. б.) жүргізілетіндей дәл осындай шаралар жүргізіледі.

4.5.8.16 Конструкцияларды қалыптан алу (қандай да бір қоспаларды қолданбай) 10 немесе 12 сағаттан кейін жүргізіледі (жобалау беріктілігінің 25 % қол жеткізілгеннен кейін).

10-кесте – Автоклавты өндеудің ұсынылатын режимдері

Бұйымның атауы	Бұйымның қалыңдығы, мм	Кезеңнің ұзақтығы, сағ.					Автоклавты өндеудің жалпы ұзақтығы, сағ
		жылыту және бумен үрлеу	вакуумдеу	бу қысымының көтерілуі (0,8 бастап, 1,2 МПа дейін)	будың қысымы (0,8 бастап, 1,2 МПа дейін) болған уақытта ұстау	бу қысымының төмендеуі	
Орташа тығыздығы 500 кг/м ³ бастап 700 кг/м ³ дейін маркалы ұяшықты бетоннан жасалған сыртқы қабырғаларға арналған бұйымдар	200	0,7 бастап 1,5 дейін	0,5 бастап 1,0 дейін	1,5	6 бастап 7 дейін	1,5 бастап 2,0 дейін	10,2 бастап 13,2 дейін
	240	0,7 бастап 1,6 дейін	0,5 бастап 1,0 дейін	1,5	7 бастап 8 дейін	1,5 бастап 2,0 дейін	11,2 бастап 14,5 дейін
	300	0,7 бастап 1,5 дейін	0,5 бастап 1,0 дейін	1,5	9 бастап 10 дейін	1,5 бастап 2,0 дейін	13,7 бастап 16,5 дейін
Биіктігі 600 мм қоймалжыңды көлденең кесу жолымен дайындалған бұйымдар	–	0,7 бастап 1,5 дейін	0,5 бастап 1,0 дейін	1,5	5 бастап 14 дейін	1,5 бастап 2,0 дейін	9,7 бастап 11,9 дейін; 19,2 бастап 20,5 дейін
Биіктігі 600 мм қоймалжыңды тігінен кесу жолымен дайындалған бұйымдар	–	0,7 бастап 1,5 дейін	0,5 бастап 1,5 дейін	1,5	5 бастап 9 дейін	1,5 бастап 2,0 дейін	9,7 бастап 11,5 дейін; 13,7 бастап 15,5 дейін
Орташа тығыздығы 800 кг/м ³ және одан артық маркалы ұяшықты бетоннан жасалған сыртқы қабырғаларға арналған бұйымдар	–	0,7 бастап 1,5 дейін	0,5 бастап 1,5 дейін	1,5	9 бастап 10 дейін	2,0 бастап 3,0 дейін	14,2–17,5 бастап
Орташа тығыздығы 250 кг/м ³ бастап 400 кг/м ³ дейін маркалы жылу окшаулау бұйымдары	200	0,7 бастап 1,5 дейін	0,7 бастап 1,5 дейін	1,5	5 бастап 6 дейін	1,5 бастап 2,0 дейін	9,7 бастап 12,5 дейін
	240	0,7 бастап 1,5 дейін	0,7 бастап 1,5 дейін	1,5	6 бастап 7 дейін	1,5 бастап 2,0 дейін	10,7 бастап 13,5 дейін
	300	0,7 бастап 1,5 дейін	0,7 бастап 1,5 дейін	1,5	8 бастап 9 дейін	1,5 бастап 2,0 дейін	12,7 бастап 16,5 дейін
Орташа тығыздығы 400 кг/м ³ бастап 600 кг/м ³ дейін маркалы конструкциялық-жылу окшаулау бұйымдары	–	0,7 бастап 1,5 дейін	1,0 бастап 1,5 дейін	3,0*	7*	3,0 бастап 3,5 дейін	14,7 бастап 16,5 дейін
<p>* Қысымды көтеру және ұстау– 0,9 МПа.</p> <p>Ескертпе - Соңғы бағанда сызықтың үстінде бұйымның ортасындағы бастапқы температура ұстау кезінде 70 °С жоғары болғанда автоклавты өндеудің ұзақтығы, сызықтың астында бұйымның ортасындағы бастапқы температура 70 °С және одан төмен болғанда автоклавты өндеудің ұзақтығы көрсетілген.</p>							

4.5.8.17 Ұяшықты бетон қалыпты жағдайда (25 ± 5) °C өз бетінше қатайған уақытта 7 бастап 14 тәулікке дейінгі уақыт аралығында маркалы беріктіліктің 55 % бастап 70 % жетіп, 28 тәулікте кейіннен 100 % жетеді.

11-кесте – Бұйымдарды булау режимдері

Бұйымдардың қалыңдығы, мм	Жылумен өңдеу ұзақтығы (температураны көтеру+ұстау+суыту), сағ	Жалпы булау ұзақтығы, сағ
200 дейін	1,5+8+1,5	11
200-300	2,5+10+1,5	14
400-600	3+12+2	17

4.5.8.18 Құрылыс жұмыстары беріктілік 50 % бастап 60 % дейін жеткеннен кейін басталу керек.

4.5.8.19 Толық есептік жүктемесі бар конструкцияларды ұяшықты бетон жобалық беріктілікке жеткеннен кейін ғана жүктеуге болады.

4.5.8.20 Кыста бетондағанда қалыптарды үлгілер зертханада сыналғаннан кейін ғана алу керек.

4.5.8.21 Қалып алынғаннан кейін бұйым абайсызда жарылып, тауарлық түрін жоғалтпауы үшін бұрыштардағы үшкір жиектерді біртегіс алып тастау керек.

4.5.9 Арматураланған және арматураланбаған бұйымдар шығару

4.5.9.1 Автоклавты қатайтын ұяшықты бетоннан жасалған арматураланған бұйымдар ГОСТ 19010 сәйкес дайындалады.

4.5.9.2 Ұяшықты бетоннан жасалған арматураланбаған бұйымдар ҚР СТ EN 771-4, ГОСТ 21520, ГОСТ 5742 талаптарына сәйкес және белгіленген тәртіппен бекітілген технологиялық құжаттама бойынша жасалады.

4.5.9.3 Автоклавты қатайтын ұяшықты конструкциялық-жылу оқшаулайтын бетоннан жасалған арматураланбаған қабырғалық бұйымдар ҚР СТ EN 12602, ГОСТ 31360, ГОСТ 11118 талаптарына сәйкес болуы тиіс.

4.5.9.4 Бұйымдар (блоктар, плиталар, қабырға панелдер, маңдайшалар, жабын панелдерін және т. б.) жасауға арналған автоклавты қатайтын ұяшықты бетондар ГОСТ 31359 талаптарына сәйкес болуы тиіс.

4.5.9.5 Арматураланған бұйымдарды қалыптау кезінде оларды қалыпқа құймай тұрып оған кондуктор салынып, оны тігінен орналасқан шыбықтарына тігінен қойып арматуралық қаңқалар ілінеді. Кондуктордың жиегін қалып жақтауларына орнату керек. Арматуралық қаңқалар кондукторларға қолмен арнайы стендтерде ілінеді.

Бұйымдарды арматуралау үшін түрлері мен кластары жұмыс сызбаларында көрсетілген болаттан жасалған дәнекерленетін қаңқалар мен торларды пайдалану керек.

4.5.9.6 Салма бөлшектердің пішіні мен көлемі, орналасуы, бекітілу тәсілдері жұмыс сызбаларының талаптарына сәйкес болуы тиіс.

ҚР ЕЖ 5.03-104-2013

4.5.9.7 Бетонның бұйымдардағы арматураға дейінгі қорғайтын қабатының номиналды қалыңдығы жұмыс сызбаларында көрсетілген мәнге сәйкес келіп, конструктивтік арматура үшін кем дегенде 20 мм, жұмыс арматура үшін кем дегенде 25 мм болуы тиіс.

4.5.9.8 Бетонның іс жүзіндегі орташа тығыздығы ГОСТ 27005 немесе ГОСТ 12730.1 бойынша айқындалатын нормаланатын тығыздықтан аспауы керек.

4.5.9.9 Бетонның сығылуға беріктігі бойынша кластарының арақатынасы ГОСТ 25820 бойынша өнімнің нақты бір түріне белгіленген қолданыстағы стандарттардың талаптарына сәйкес болуы тиіс.

4.5.10 Қабырға блоктарының және плиталарының өндірісі

4.5.10.1 Автоклавты ұяшықты бетоннан жасалған құрылыс блоктары ҚР СТ EN 71-4, ГОСТ 21520 талаптарына сәйкес болуы тиіс.

4.5.10.2 Құрылыс блоктарын өндіру технологиясы биіктігі 1,2 м қоймалжыңның тігінен құйылуын және оның қысқа ішектерге кесілуін қамтиды. Биік қоймалжың дайындау өндірісі биіктігі 0,6 м көлденең қоймалжыңдар өндірісімен салыстырғанда бірқатар артықшылықтары болады, оған:

- қысқа ішектерге кесу мүмкіншілігі;
- автоклавтың толу коэффициентін арттыру;
- өндіріс алаңдарының азаюы жатады.

4.5.10.3 Қабырға блоктарын дайындау кезінде келесі бірізділік сақталуы тиіс:

- құмды су кезінде илеу, шламбассейнге және шығу бункерлеріне шлам, цемент, әктас беру;
- цемент, әктас пен шламды мөлшерлеу қашықтықтан басқарылатын тензометрлік датчиктері бар мөлшерлегіштермен жүргізіледі;
- мөлшерленген құрам бөліктерді жылжымалы газдыбетон араластырғышта араластыру және тігінен орналасқан жақтаулы құралға түсіру.

4.5.10.4 Қажетті иілгіштік беріктікке қол жеткізіліп, қалып жақтаулары алынғаннан кейін қоймалжыңды кесу кешеніне беру керек.

4.5.10.5 Блоктарға кесілген қоймалжыңды қоятын табандықта тұрған автоклавты вагон-арбаға орнатып автоклавқа жүктеу қажет.

4.5.10.6 Плиталар шығару үшін беріктік классы В3,5 төмен болмайтын, орташа тығыздығы бойынша маркасы D600 төмен болмайтын бетон қолдану керек.

4.5.10.7 Панелдер шығару үшін сығылуға беріктік классы В2,5 төмен болмайтын, орташа тығыздығы бойынша маркасы D500 төмен болмайтын бетон қолдану керек.

4.5.10.8 Екі арматуралық тордан жасалған көтергіш плиталар үшін ұстап тұратын арнайы саусақтарға бекітілетін кермелер мен ұстағыштар қарастыру керек.

4.5.10.9 Қалыптау технологиясы бойынша дайындалатын плиталар мен панелдерде жылытылған немесе үстіңгі жағынан шығыңқы салма бөлшектердің, ілмектеу құрылғыларының, сонымен қатар арматуралық шығыңқылардың және монтаждау кезінде дәнекерлеуге арналған басқа да элементтердің болуы рұқсат етіледі.

4.5.10.10 Кесу технологиясы бойынша дайындалатын плиталар мен панелдерде батырылған, бетіне шығып тұрған немесе асырылатын салма бұйымдардың, ілмектеу

құрылғыларының, сонымен қатар арматуралық шығынқылар мен өзге де элементтердің болуына жол берілмейді.

4.5.10.11 Плиталар мен панелдерде жұмыс сызбаларымен қарастырылғаннан басқа, арматуралық бұйымдардың бекіткіштерінен пайда болатын өтпелі саңылаулардың болуы рұқсат етіледі.

4.5.10.12 Плиталар мен тақталар беріктілігі, қаттылығы, жарылуға төзімділігі бойынша белгіленген жұмыс сызбаларының талаптарына сәйкес болуы тиіс.

4.5.10.13 Ұяшықты бетоннан жасалған бетон бұйымдардың кәдімгі радионуклидтерінің меншікті тиімді белсенділігі $A_{эфф}$ 370 Бк/кг аспауы керек.

4.5.11 Ұяшықты бетонның сапасын жақсарту

4.5.11.1 Сәйкестіктің бақылануы сәйкестік қағидаларын белгілеуі, ең алдымен үздіксіз әрекеттегі сыйымдылығы 2 бастап 3 м³ дейінгі көбікбетон араластырғыштар мен газдыбетон араластырғыштардың, бұйымдарды автоклавта өндеудің белгіленген режимін қамтамасыз ететін бу қысымы 1,2 МПа дейін және диаметрі 3,6 м автоклавтың сериялық өндірісін жобалап, жолға салуы тиіс іс-әрекеттер мен шешімдер кешенін қамтуы тиіс.

4.5.11.2 Зауыттарды жобалаған уақытта автоклавқа бу жіберілмей тұрып (вакуумавтоклавтау) ауа сұйылтылуы үшін, сондай-ақ бұйымдарды булаудан кейін тез кептіру үшін (вакуумкептіру) вакуум сорғылардың орнатылуын қарастыру қажет.

4.5.11.3 Шламдардың қасиеттерін реттеу, ұяшықты бетондардың орташа тығыздық шамасын азайту үшін жоғары дисперсті минералды және органоминералды толтырғыштар мен кеуектелген массасының құрылымдық беріктілігін тұрақтандырғыштарды қолдану қажет.

4.5.11.4 Белгіленген технологиялық регламентті сақтау, тек кондицияланған шикізат (тұтқырлар, толтырғыштар, көбік- және газ жасаушылар және т. б.) қолдану, ұяшықты бетонның құрамын жүйелі түрде нақтылау, жабдықтарға, әсіресе, бұйымдарға арналған қалыптарды және т. б. уақытылы алдын ала жөндеу жұмыстарын жүргізу қажет.

4.5.11.5 Өндіріс процесінде гомогендік шикізат қоспасының жақсаруы мен автоклавты өндеу барысында бұйымдардың қыздырылу ұзақтығын қадағалау керек, өйткені бұл ұяшықты бетонның біркелкілігіне, тығыздығына және беріктілігіне әсерін тигізеді.

4.5.12. Құрамдас панельдерді ірілендіріп жинау

4.5.12.1 Бұйымдарды кесу технологиясы бойынша шығарған уақытта элементтерді үлкейтіп құрастыру талап етіледі.

Нақты өлшемдегі дайын элементтерден тартқыш арматураны пайдаланып, желімдеп жазық немесе көлемді конструкциялар жинастырылады. Мұндай жолмен көлемі бір немесе екі бөлмелі және биіктігі бір қабаттың биіктігіне тең үлкен қабырға панелдері алынады.

4.5.12.2 Құрамдас панелдер желімді құрамдардың және болат тартқыштың немесе бекіткіш-монтаждау құрылғыларының көмегімен көлденең немесе тігінен нығайтылып

ҚР ЕЖ 5.03-104-2013

құрастырылады. Желімдейтін құрамның сапасы арнайы техникалық шарттармен реттелуі және үнемі тексерілуі тиіс.

4.5.12.3 Құрамдас панелдерді арнайы көмкергіштерде немесе қабырғаларда келесі бірізділікпен үлкейтіп құрастыру керек: алдымен бұйымдар салынады (орнатылады), олардың жанасатын қырларына желімдейтін құралдар жағылады, кейіннен алдын ала дайындап қойылған саңылауларға шайбасы мен сомын бар болат тартқыш орнатылып, бұйымдар мен тартымдар тартылады. Бұйымдардың беті өңделіп, терезе блоктары, терезенің алды және т. б. орнатылғаннан кейін тартқыштар қайта тартылады. Алғашындағы және кейінгі тарту құрамдас панелдердің сызбалары мен техникалық шарттарда көрсетілуі керек. Тарту өлшенген гайковерттің немесе басқа құрылғының көмегімен жүргізілуі керек.

4.5.12.4 Сызбаларға сәйкес дайындалған құрамдас панельдер ҚР СТ EN 12602, ГОСТ 11118 талаптарына сәйкес болуы тиіс.

4.5.12.5 Құрамдас панельдерді жинаған уақытта ТББ жүргізетін талдап бақылау бұйымдарды өзара біріктіру бойынша (әсіресе аралықтардың белдеулер мен қосқыштарға бекітілуі бойынша) жасырын жұмыстарға және тартымдарды немесе бекіткіш-монтаждау құрылғыларды бекіту жүргізіледі.

4.5.12.6 Панелдердің негізгі бірігулерінің беріктігін сынау және оларды жүргізу тәртібі құрамдас панелдердің жұмыс сызбаларында келтірілуі тиіс.

4.5.13 Қабырға бұйымдарын әрлеу

4.5.13.1 Автоклавты ұяшықты бетоннан жасалған бір қабатты панелдер ылғалдан сыртқы жағынан (қасбет беті), шетжақ қырларының жоғарғы және бүйір жақтарынан, саңылаулардың еңістерінен гидрофобты жабындармен немесе жобалау құжаттамасының талаптарына сәйкес өзге де тәсілдермен қорғалуы тиіс.

4.5.13.2 Ылғалды үй-жайлардың қабырғаларына арналған ұяшықты бетоннан жасалған бір қабаттың панелдердің ішкі беттері түрі мен техникалық қасиеті жобалау құжаттамасында белгіленген және панелдердің дайындалуына берілген тапсырмада көрсетілген талаптарға сәйкес будан оқшаулау жабынымен қапталуы тиіс.

4.5.13.3 Панелдердің жоғарғы және бүйір жақтағы шетжақ қырларының телімдері панелдердің арасы түйіскен жерлерге тегістейтін құрам төселуі тиіс.

4.5.13.4 Түйіспелер көбікполиуретан композициялармен толтырылғанда панельдердің шетжақ қырларын алдымен цемент ерітіндісімен өңдеу керек.

4.5.13.5 Панель беттерінің әрлену сапасы мен сыртқы көрінісі ҚР СТ 937 талаптары мен нақты бұйымның түріне арналған қолданыстағы нормативтік құжаттар талаптарына сәйкес болуы қажет.

4.5.13.6 Әрлеу үшін фракциясы 5 бастап 10 мм дейін, 10 бастап 20 мм дейін, 5 бастап 20 мм дейін уатылған (ұсатылған) толтырғыш, кеуекті бетондар, рельефтүзгіш материалдар қолданылады.

4.5.13.7 Автоклавты өңдеуден кейін панелдер ұяшықты бетонның дайындалған бетіне жұқа қабат төселіп әрленеді.

4.5.13.8 Панелдерді әрлеуді қоршаған орта температурасы 8 °С төмен болмағанда жүргізеді. Үй-жайлардың ішінде әрлеу материалдарын сақтауға арналған орын, сондай-ақ әрлеу құрамдары дайындалатын орын қарастырылуы керек.

4.5.14 Сапа сәйкестігін бақылау

4.5.14.1 Сапа сәйкестігін бақылау іс-әрекеттер мен шешімдер кешенін құрауы, өндірістің тұрақтылығы бойынша ғана емес, сондай-ақ бастапқы материалдардың, ГОСТ 5742, ГОСТ 11118, ГОСТ 19570, ГОСТ 21520, ГОСТ 31359, ГОСТ 31360 бойынша шығарылатын бұйымдардың сапа көрсеткіштерінің біріңғай және кешенді сапаға сәйкестік қағидаларын белгілеуі тиіс.

4.5.14.2 Ингредиенттерді (әсіресе, кеуек түзгіш пен суды) мөлшерлеу қателігін, сондай-ақ температуралық-ылғалдық режимнің тербелістерін азайту керек, өйткені бұл ұяшықты бетонның сапасына және бұйымдардың қасиеттеріне (тығыздығына, жылу өткізгіштігіне, бу және ауа өткізгіштігіне, аязға төзімділікке, шөгуге және т. б.) кері әсер етеді.

Құм мен әктасты құрғақтай илеген кезде:

- материалдарды диірменге әперген кезде құм мен әктастың автоматты таразы мөлшерлегіштерін бақылау және реттеу;
- бункерлердегі құм мен әктастың жоғарғы және төменгі деңгейі туралы сигнал беру керек.

Су кезінде илегенде:

- материалдарды диірменге берген кезде құм мен судың автоматты таразы мөлшерлегіштерін бақылау және реттеу;
- диірменге берілетін судың шығынын бақылау және реттеу;
- бункерлердегі құмның жоғарғы және төменгі деңгейі туралы сигнал беру;
- бактардағы жұмсалатын судың жоғарғы және төменгі деңгейі туралы сигнал беру;
- шламбассейндердегі шламның температурасын өлшеу;
- шламбассейндергі шламның жоғарғы және төменгі деңгейі туралы сигнал беру;
- шламның диірменнен шығарылған кездегі тығыздығын өлшеу керек.

Портландцемент пен қожпортландцементтің сапасы әр партияда тексеріледі. Сапа ҚР СТ EN 197-1, ГОСТ 31108, ГОСТ 10178 сәйкес болоуы, гипс тұтқыры ҚР СТ EN 13279-1, ГОСТ 4013 сәйкес болуы керек.

Кварцты құм балшық және сазбалшық қосындыларының мөлшері ҚР СТ EN 12620, ҚР СТ 1217, ГОСТ 8736 бойынша бақыланады.

Дәнекерленетін арматуралық бұйымдар сапасы бойынша ГОСТ 10922 талаптарына сәйкес болуы қажет.

4.5.14.3 Көбіктің еселігі мына жолмен бақыланады. Қысым 0,8 МПа болғанда көбік генераторының шлангысы арқылы дайындалған көбіктүзгіш ерітіндісі жіберіліп, 0,8 МПа қысыммен техникалық су алынады. Түзілген көбік сыйымдылығы 10 литрден 15 литрге дейінгі арнайы ыдысқа жіберіледі. Ыдыс толған соң көбіктің берілуі тоқтатылып, бір-бірінен ажыратылған көбік пен су өлшенеді.

Көбіктің еселігі мына формула бойынша анықталады:

$$K = \frac{V_e}{V_n}, \quad (30)$$

мұнда K – көбік еселігі;

V_e – су көлемі, г;

V_n – көбік көлемі, г.

4.5.14.4 Көбіктің тұрақтылығы көбіктің бұзылу ұзақтығымен бағаланады. Сыйымдылығы 100 немесе 200 см³ шыны цилиндр көбікке толтырылып, уақыт саналады. Көбік тұрақтылығының көрсеткіші ретінде көлемді сынау үшін алынған көбіктен 50 % мөлшерде сұйықтықтың бөліну уақыты алынады.

4.5.14.5 Ұяшықты бетонның бақыланатын үлгілері бұйымдармен және конструкциялармен бірдей жағдайда, өткізу беріктілігі анықталғанға дейін қатаюы тиіс. Ұяшықты бетонның сығылуға беріктілігі анықталған кезде үлгі гидротермалды өңдеу аяқталғаннан кейін 5 немесе 7 сағ соң және қалыпты жағдайда сақталғанда, 28 тәул. жасында сыналады.

4.5.14.6 Нормативтік құжатқа сәйкестікті растау үшін газдыбетон блоктарының үлгілері сапасы мен сыртқы көрінісі есепке алынбай ҚР СТ EN 771-4, ГОСТ 12852 бойынша кездейсоқ іріктелім әдісімен іріктеледі.

4.5.14.7 Егер бұйымдардың сапа көрсеткіштері тиісті нормативтік және нормативтік-техникалық құжаттардың талаптарына сәйкес болса олар қабылданған болып саналады.

Бұйымдар ҚР СТ 937 талаптарына сәйкес қабылданады.

4.5.14.8 Бетонды беріктігі, орташа тығыздығы және жіберілетін ылғалдылығы бойынша қабылдау бұйымның әр партиясы үшін жүргізіледі.

4.5.14.9 Ұяшықты бетонның және одан жасалған бұйымның сапа көрсеткіштері төмендегілер бойынша бақыланады:

- сығылу мен тартылуға беріктілік – ГОСТ 10180 бойынша;
- орташа тығыздық – ГОСТ 12730.1 немесе ГОСТ 17623 бойынша;
- өткізу ылғалдылығы – ГОСТ 12730.2, ГОСТ 21718 бойынша;
- кебу кезіндегі аязға төзімділік пен шөгу – ГОСТ 25485 (2, 3 қосымша) бойынша;
- жылу өткізгіштік – ГОСТ 7076 бойынша;
- сіңірілген ылғалдық – ГОСТ 24816 и ГОСТ 17177 бойынша;
- бу өткізгіштік – ҚР СТ ГОСТ Р EN 12086, ГОСТ 25898 бойынша;
- призмалық беріктілік – ГОСТ 24452 бойынша;
- серпімділік модулі – ҚР СТ ISO 6784, ГОСТ 24452 бойынша;
- беріктігін бағалау үшін жүктемелеп сынау – ГОСТ 8829 бойынша.

4.5.14.10 Ұяшықты бетонның іс жүзіндегі орташа тығыздығы жұмыс сызбаларының талаптарына сәйкес болуы керек.

4.5.14.11 Автоклапта қатаятын ұяшықты бетон ГОСТ 30244 сәйкес жанбайтын (НГ) материалдарға жатады.

4.5.14.12 Ұяшықты бетоннан жасалған бұйымдардың отқа төзімділік шегін бұйымның әр типі бойынша ГОСТ 30247.1 сәйкес анықтау керек.

5 ӨНДІРІС ҚАУІПСІЗДІГІНЕ, ЕҢБЕКТІ ЖӘНЕ ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ҚОРҒАУҒА ҚОЙЫЛАТЫН ТАЛАПТАР

5.1 Қауіпсіздік техникасы мен қоршаған ортаны қорғау шаралары Қазақстан Республикасының қолданыстағы заңнамасының, стандарттардың, нормативтік және нормативтік-техникалық құжаттарының талаптарына сәйкес жүргізілуі тиіс.

5.2 Өндіріс процестері ГОСТ 12.3.002, ал қолданылатын жабдықтар ГОСТ 12.2-003 сәйкес болуы тиіс.

5.3 Жұмыс аймағындағы ауаның күйі ГОСТ 12.1.005 талаптарына сәйкес болуы тиіс. Желдету жүйелері ГОСТ 12.4.021 сәйкес болуы тиіс.

5.4 Кәсіпорын цехтарында жұмыстар жүргізген кезде ГОСТ 12.1.004 талаптарына сәйкес өрт қауіпсіздігі ережелерін сақтау қажет.

5.5 Бұйымдарды дайындау кезінде өндірістік телімдердегі, оның ішінде қалыптарды майлау үшін пайдаланылатын заттардың, химиялық қоспалардың пайдаланылуымен, олардың су ерітінділерінің және химиялық қоспалар қосылған бетондардың дайындалуымен байланысты телімдердің санитарлық, өрт қауіпсіздігі, жарылыс қауіпсіздігі талаптары қатаң орындалуы тиіс.

5.6 Алюминий суспензиялары мен пасталарын дайындау кезінде, сондай-ақ газдыбетон бұйымдарды жасаған кезде бөлінетін сутегі жанбауы (тұтануы) үшін темекі шегуге қатаң тыйым салынады.

5.7 Жұмыс орындарындағы шу деңгейі жол берілетін ГОСТ 12.1.003 аспауы керек.

5.8 Қоспалар сақталатын немесе олардың су ерітінділері дайындалатын орын-жайларда желдету қарастырылуы тиіс.

Қоспалар сақталатын қоймалар мен үй-жайларды, сондай-ақ олардың негізіндегі қоспалар мен бетондардың жұмыс ерітінділері дайындалатын тораптар жобалаған уақытта санитарлық, жарылыс және өрт қауіпсіздігінің қамтамасыз етілуін қарастыратын жобалау нормаларының талаптарын орындау қажет.

5.9 Атмосфераға шығарылатын зиянды заттардың шекті рұқсат етілетін қалдықтарын (ШРҚ) ГОСТ 17.2.3.02 бойынша белгілеу қажет.

5.10 Жұмысшылар қоспалармен жұмыс істеуге жіберілмей тұрып қауіпсіздік техникасы бойынша тиісті нұсқамалар алуы тиіс. Қоспалар ерітінділерін дайындау жұмыстарына тері жамылғысы зақымдалған, қабағы мен көзіне зақым келген тұлғаларды жібермеу керек.

5.11 Жұмысшылар қоспа ерітінділерінің тері мен көзге тиіп кетуінен абай болып, су өткізбейтін матадан тігілген арнайы киім, көзді қорғайтын көзілдірік, резеңке етік пен қолғап кию керек.

5.12 Қатаю үшін қоспа-тездеткіштер қосылған бетон қоспасының электр өткізгіштігі жоғары болғандықтан, электрсайманның және электрөткізгіштің дұрыс жұмыс істеуіне ерекше назар аудару қажет.

5.13 Қоспалар, тұтқырлар мен бетондар сақталатын немесе дайындалатын орын-жайларда тамақтануға тыйым салынады. Теріге, шырышты қабықшаға, тамаққа қоспалар мен олардың ерітінділерінің түсуіне жол бермеу керек.

ҚР ЕЖ 5.03-104-2013

5.14 Қызметкерлер ҚР ЕЖ 3.02-108 талаптарына сәйкес жеке гигиена ережелері сақталу үшін жағдайлар жасалуы тиіс санитарлық-тұрмыстық үй-жайлармен қамтамасыз етілуі тиіс.

5.15 Бетон дайындап, салатын жұмысшылар арнайы киіммен, тыныс алу органдарын қорғау үшін респираторлармен қамтамасыз етілуі тиіс.

5.16 Жұмыс аймағының ауасында зиянды заттардың шоғырлануы, оның температурасы, ылғалдылығы мен қозғалыс жылдамдығы ГОСТ 12.1.005 белгіленген мәндерден аспауы керек. Өндірістік және тұрмыстық үй-жайлардың барлығында ауаның тазалығын қамтамасыз ететін табиғи, жасанды немесе аралас желдетуді орнату қажет.

5.17 Ұяшықты бетонды шығару кезінде табиғатты қорғау шараларын жүзеге асыру қажет:

- ұяшықты бетон өндірісіне арналған шикізаттың өзіне және жасалатын бұйымдарға қойылатын экологиялық талаптардың орындалуын бақылау;
- экологиялық нормалардың орындалуын бақылау;
- техникалық іс-шаралар – шаңгазды тазалау жүйелерімен жарақтау.

5.18 Табиғатты қорғау және қоршаған ортаны жақсарту шарларын орындау қажет..

5.19 Қоршаған табиғат ортасының сапа нормативтерін, табиғатты қорғау заңнамасының талаптарын орындау қажет.

6 ҰЯШЫҚТЫ БЕТОННАН БҰЙЫМДАР ЖАСАУ КЕЗІНДЕ ЭНЕРГИЯ ҮНЕМДЕУ ЖӘНЕ ТАБИҒИ РЕСУРСТАРДЫ ҰТЫМДЫ ПАЙДАЛАНУ

6.1 Ережелер жинағының талаптары сапалы құрылыс материалдарын, сондай-ақ өнеркәсіп қалдықтарын қолдану арқылы ұяшықты бетон құрамдарын шикізат материалдарын дұрыс пайдаланып жобалауға мүмкіндік береді. Бұл табиғи және энергия ресурстарын үнемдеу мәселесін шешуге мүмкіндік береді.

6.2 Ұяшықты бетон қоспасынан жасалатын бұйымдар өндірісінің технологиялық сызбасы техникалық-экономикалық тиімділіктің ескерілуімен таңдалады.

Бұйымдардың қатаю тәсілін экономикалық және техникалық қажеттілікке қарай, бірақ 28 тәулік сақтаудан кейін олардың физика-механикалық қасиеттері жобаға сәйкес болатындай таңдау қажет.

6.3 Өндіріс жағдайында ұяшықты бетон бұйымдарды жылыту режимі экономикалық және техникалық тиімділігі тексерілгеннен кейін ғана осы ережелер жинағында көрсетілген режимнен өзгеше болуы мүмкін.

6.4 Қысым төмен болған кезде автоклавта өңдеуге физикалық-техникалық қасиеттері бұйымдарға арналған нормативтік құжаттардың талаптарына сәйкес ұяшықты бетон алынатын жағдайда, сондай-ақ егер бұл өндіріс экономикалық тұрғыдан ақталған болса рұқсат етіледі.

6.5 Зауыт жағдайында ұяшықты бетон-шикізатты автоклавтаудың (шикізатты жылытып, ауаны кетіру үшін) бастапқы сатысында вакуумдеу процессін енгізу бұйымдардың белгіленген температура бойынша тез жылып, ұяшықты бетонды автоклавта өңдеу кезіндегі энергетикалық ресурстардың қосымша резервін үнемдейді.

6.6 Ұяшықты бетон тығыздығының азаюына қарай бу өткізгіштік коэффициентінің мәні жоғарылайды. Ұяшықты бетонның тығыздығы азайған уақытта бұйымдардың

изотермиялық ұсталу ұзақтығын бетонның бу өткізгіштігін арттыру, бұйымдарды интенсивті жылыту және автоклавтағы қысымды ысырудың анағұрлым үдемеленген режимдерін пайдалану есебінен қысқартуға болады. Бұл автоклавта өндеу уақытын қысқарту есебінен энергияның үнемделуін қамтамасыз етіп автоклавтардың айналым коэффициентінің өсуіне әкеледі.

6.7 Автоклавты өндеу кезінде буды үнемдеуге сонымен қатар автоклавтың толу коэффициентінің артып, жылу оқшаулау сапасының жақсаруы және жылу жоғалтуды төмендету есебінен қол жеткізіледі.

6.8 Автоклавты ұяшықты бетон өндірісінің энергия сыйымдылығы автоклавта өндеуге қажетті будың азайтылуы, автоклавқа салынатын бұйымдардың ылғалдылығы мен температурасының оңтайландырылуы, жылу тасымалдауы, конденсатты үнемі бұрып, жылуды рекуперациялап тиімді автоклавтау режимдерінің пайдаланылуы есебінен азаяды.

6.9 Ұяшықты бетон дайындау кезінде түзілетін қалдықтардың қайта пайдаланылуы табиғат ресурстарын тиімді пайдалануға мүмкіндік беріп, қоршаған ортаға келтірілетін әсерді азайтады.

6.10 Ұяшықты бетондар мен олардан бұйымдар жасау кезінде энергияны үнемдеу үшін келесі іс-шараларды қарастыру керек:

- судағы қатты қатынас төмен және тұтқыр материалдар шығыны төмен жоғары тұтқыр қоспаларды пайдалануға мүмкіндік беретін ұяшықты бетон бұйымдарды қалыптастырудың соққы тәсілі;
- құмды су кезінде илегенде беткі белсенді қоспаларды қолдану есебінен жұмсалатын энергияны азайту;
- шлам тығыздығын арттыру есебінен илейтін жабдықтың жұмыс өнімділігін жылжығыштығын нашарлатпай арттыру;
- дайын өнімдердің геометриялық көлемдерінің жоғары дәлдігін қамтамасыз ететін жабдықтарды пайдалану.

6.11 Табиғат ресурстарын үнемді әрі ұтымды пайдалануға өнеркәсіптік қалдықтарды, сонымен қатар жартылай функционалдық әрекеті бар әртүрлі қоспаларды пайдалану есебінен қол жеткізуге болады.

6.12 Қалдықсыз технологияларды қолданып, ұяшықты бетон бұйымдары мен конструкцияларының өндірісінде түзілетін қалдықтарды қайта пайдалануды қарастыру және ағын сулармен, тұйық сумен жабдықтау жүйесінің тазалануын ұйымдастыру қажет.

А қосымшасы
(ақпараттық)

А.1-кесте – Автоклавты ұяшықты бетонның кластары мен сипаттамалары арасындағы тығыздық бойынша арақатынас

ҚР СТ EN 12602 Автоклавты қатаятын ұяшықты бетонның арматураланған құрастырмалы элементтері бойынша тығыздық класы	ГОСТ 31359 Автоклавты қатаятын ұяшықты бетондар. Техникалық шарттар бойынша орташа тығыздық бойынша маркасы
-	D200
-	D250
300	D300
350	D350
400	D400
450	D450
500	D500
550	
600	D600
650	
700	D700
750	
800	D800
850	
900	D900
950	
1000	D1000
-	D1100
-	D1200

**А.2-кесте – Автоклавы ұяшықты бетонның кластары арасындағы сығылуға
беріктілік бойынша арақатынас**

ҚР СТ EN 12602 Автоклавы қатаятын ұяшықты бетонның арматураланған құрастырмалы элементтері бойынша беріктілік классы	ГОСТ 31359 Автоклавы қатаятын ұяшықты бетондар. Техникалық шарттар бойынша беріктілік классы
-	B0,35
-	B0,5
-	B0,75
-	B1,0
AAC 1,5	B1,5
AAC 2	B2,0
AAC 2,5	B2,5
AAC 3	-
AAC 3,5	B3,5
AAC 4	-
AAC 4,5	-
AAC 5	B5
AAC 6	-
AAC 7	B7,5
AAC 8	-
AAC 9	-
AAC 10	B10
-	B12,5
-	B15
-	B17,5
-	B20
Ескертпе - ҚР СТ EN 12602 бойынша сығылуға іс жүзіндегі сипаттамалық беріктікті белгілеуге болады (мысалы, сығылуға декларацияланған беріктілігі 4,8 МПа – AAC 4,8)	

Б қосымшасы
(міндетті)

Әктас-құмды тұтқырдағы әктастың гидратациялану дәрежесін анықтау әдістемесі

Б.1 Әктастың гидратациялану дәрежесі әктас-құмды тұтқырдағы байланысқан су және белсенді кальций мен магний оксидтерінің ($\text{CaO} + \text{MgO}$) жиынтық мөлшерін анықтау жолымен анықталады.

Б.2 Сынақ нәтижелерінің дәлдік нормалары

Осы сынақ әдістемесі нәтижелердің $\pm 3 \%$ дәлдікпен алынуын қамтамасыз етеді.

Б.3 Сынау құралдары:

- дәлдік класы 2, ± 5 мг қателікпен өлшейтін салмағы шегі 200 г жалпы мақсаттағы зертханалық таразы;
- температураны $(120 \pm 5)^\circ\text{C}$ деңгейде ұстауды қамтамасыз ететін зертханалық кептіру шкафы;
- фарфор шыныаяқ;
- бөлгіші 1 см^3 , көлемі 25 см^3 өлшеуіш цилиндр;
- тазартылған су.

Б.4 Сынақ жүргізу шарттары

Сынақтар жүргізу үшін үй-жайдың ішіндегі температура $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ болуы және салыстырмалы ауа ылғалдылық 50 % бастап 70 % дейін болуы керек.

Б.5 Сынақтар жүргізу

Зертханалық таразыда араластыратын қасықпен бірге термиялық төзімді шыныаяқ таразыланады.

Термиялық төзімді шыныаяқты 15 г тұтқыр өлшеніп 10 бастап 20 см^3 дейінгі мөлшерде температурасы $(65 \pm 5)^\circ\text{C}$ су құйылып, әбден араластырылады. Алынған қоймалжың (15 ± 5) мин бөлме температурасында ұсталады. Тұтқырдың гипс қоспасымен гидратациялау дәрежесін анықтаған кезде ұсталу уақыты – (30 ± 5) мин. Қатырылған тұтқырдың салмағы жоғалмауы үшін араластыратын таяқша барлық айла-шарғылар кезінде термиялық төзімді шыныаяқта тұрады.

Алынған қоймалжың құйылған термиялық төзімді шыныаяқ 120°C температурада кептіру шкафына салынып 120 мин аралығында кептіріледі. Алғашқы 60 мин термиялық төзімді шыныаяқтың беті қақпақпен жабылады. Тұрақты салмағына дейін кептірілген

өлшенді эксикаторда суытылады. Егер екі параллель өлшеулер буланғаннан кейін 0,01 г аспаса салмақ тұрақты болып саналады.

Б.6 Сынақ нәтижелерін өңдеу және рәсімдеу тәртібі

Эктастың пайыздың көрсеткіштегі гидратациялану дәрежесі ($C.G.$), мына формула бойынша есептеледі:

$$C.G. = 100 - \frac{\Delta P \cdot 100 \cdot 100}{PA_{\text{вяж}} \cdot 0,32}, \quad (\text{Б.1})$$

мұнда ΔP – зерттеліп отырған материалды буландырған кезде салмақтың өзгеруі, г;
0,32 – (CaO) кальций оксидін Ca(OH)_2 айналдыру үшін сөндірілмеген әктас салмағына қарай судың теориялық қажетті мөлшері:

P – зерттеліп отырған материал өлшемесі, г;

$A_{\text{вяж}}$ – тұтқырдағы белсендінің ($\text{CaO} + \text{MgO}$) мөлшері, пайызбен.

Б.7 Сынақ жүргізу кезінде қауіпсіздікке қойылатын талаптар

Сынақтарды осы әдістеме бойынша жүргізген кезде ҚР СТ 1168 бойынша қауіпсіздік талаптары орындалады, жеке қорғаныс құралдары, резеңке қолғап, арнайы киім қолданылады.

Пайдаланылатын электр аспаптар Электр қондырғыларды орнату ережелеріне сәйкес келуі тиіс. Электр аспаптарын Электр қондырғыларын пайдалану кезіндегі қауіпсіздік техникасының ережелеріне, сондай-ақ ГОСТ 12.1.019 талаптарына сәйкес пайдалану қажет.

В қосымшасы
(міндетті)

Белсенді алюминийді анықтау әдістемесі

В.1 Белсенді алюминийді анықтау әдістемесі алюминий ұлпасындағы немесе пастасындағы және алюминий ұлпасының сулы суспензиядағы белсенді алюминийдің мөлшерінің анықталуын қамтиды.

В.2 Сынақ нәтижелерінің дәлдік нормалары

Алюминий ұлпасындағы (пастасындағы), алюминий ұлпасының сулы суспензиясындағы белсенді алюминийдің мөлшерін анықтаудың осы әдістемесі нәтижелердің $\pm 5\%$ дәлдікпен алынуын қамтамасыз етеді.

В.3 Сынау құралдары

Сынау құралдары:

- дәлдік класы 2, ± 5 мг қателікпен өлшейтін салмағы шегі 200 г жалпы мақсаттағы зертханалық таразы;
- бөлгіші 2 см³, көлемі 250 см³ өлшеуіш цилиндр;
- сыйымдылығы 250 см³, дәлдік класы 2 өлшеуіш колбалар;
- Б 1-Сурет бойынша алюминий ұлпасының белсенділігін анықтайтын аспап;
- ГОСТ 4517 бойынша дайындалған натрий немесе калий гидроксидінің 10% ерітіндісі ;
- тазартылған су.

В.4 Сынақ жүргізу шарттары

Сынақтар жүргізу үшін үй-жай ішіндегі температура (20 ± 5) °С болуы және салыстырмалы ауа ылғалдылығы 50 % бастап 70 % дейін болуы керек.

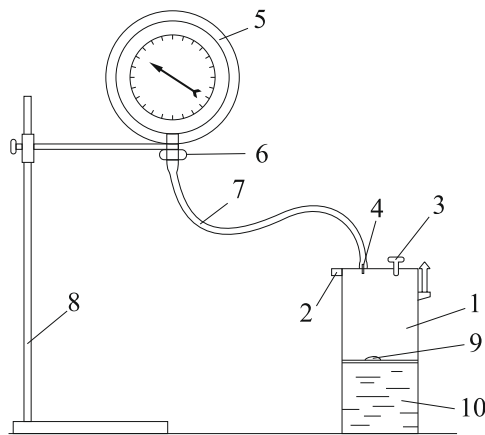
В.5 Сынақтар жүргізу

Алюминий ұлпасындағы немесе пастасындағы белсенді алюминий герметикалық жабылатын қақпағы бар қабырғасы қалың металл стаканда анықталады (В.1-сурет қараңыз).

Көлемі 1000 см³ металл стаканға натрий немесе калий гидроксидінің температурасы ($20 \pm 0,5$) °С 10 % ерітіндісінің 250 см³ құйылады. Осыдан кейін салмағы 1 г пастаның, суспензияның немесе құрғақ алюминий ұлпасының өлшендісі алынып, пластмасса шыныаяқта стаканға сілті ерітіндісінің бетіне батырылады.

Осыдан кейін стаканның аузы қымталып қақпақпен жабылады. Егер манометрдің көрсеткіш сызығы нөлде болмаса, газ кранын ашып ыдыстағы қысымды атмосфералық қысыммен теңестіру керек. Шыныаяқ құлап, ерітіндіге бату үшін стакан төңкеріледі. Осыдан соң кран қайта жабылады. Осы кезден бастап сілтілік ерітінді алюминиймен

реакцияға түсіп сутегі бөліне бастайды. Ыдыстың қысымы көтеріледі, шамасын манометр көрсетеді. Реакция уақыты 7 мин. аспайды. Реакцияның аяқталғанын манометр көрсеткіш сызығының қозғалуы тоқтағаннан білуге болады.



- 1 – металл шыныаяқ; 2 – қақпақ; 3 – шүмек; 4 – штуцер; 5 – манометр;
6 – сомынды штуцермен біріктірілетін сомын; 7 – резеңке түтік; 8 – штатив;
9 – қайықша; 10 – сілтілік ерітінді

В.1-сурет Белсенді алюминийді анықтауға арналған аспап

Егер реакция аяқталғаннан кейін көрсеткіш сызық үнемі нөлге ығысып жатса, бұл қақпақтың қымталмағанын білдіреді. Анықтауды қайта жүргізу керек.

Есепке көрсеткіш сызық тұрақталғаннан кейінгі манометр көрсеткіштері алынады.

Аспап манометрдің шкаласында көрсетілген ең жоғары қысымның 2/3 аспайтын бірқалыпты жүктемемен жұмыс істеуі керек. Тәжірибе аяқталғаннан кейін газдың біркелкі шығуына ерекше назар аудару қажет. Стаканның қақпағы манометрдің көрсеткіш сызығының көрсетілімі нөлді көрсеткеннен кейін ғана алынады.

В.6 Сынақ нәтижелерін өңдеу және рәсімдеу тәртібі

Белсенді алюминийдің σ , пастаның немесе алюминий ұлпасының өлшенді сынамасындағы пайыздық көрсеткіштегі мөлшері мына формула бойынша анықталады:

$$\sigma = \frac{NV_B}{1330 \cdot m \cdot K_t} \cdot 100, \quad (B.1)$$

мұнда N – манометр көрсетілімдері;

V_B – сілтілік ерітіндінің жоғарғы жағындағы ауа кеңістігінің көлемі, см^3 ;

$V_B = V_{\text{п}} - V_{\text{ш}}$;

m – сынама өлшемі, г;

K_t – ерітінді температурасының 20°C ауытқу коэффициенті;

ҚР ЕЖ 5.03-104-2013

1330 – 20 °С температурада және қалыпты атмосфералық қысымда, см³ белсенді алюминийдің 1 г толық реакцияға түскен кезде бөлінетін газ көлемі;

Сілтілік ерітіндінің жоғарғы жағындағы аспаптағы ауа кеңістігінің көлемі V_B , см³, мына формула бойынша есептеледі:

$$V_B = V_{\Pi} - V_{\Psi}, \quad (\text{B.2})$$

мұнда V_{Π} – бос стаканның жабық тұрған кездегі көлемі, см³;

V_{Ψ} – аспапқа салынған сілтілік ерітіндінің көлемі, см³.

Ерітінді температурасының 20°С ауытқу коэффициенті K_t мына формула бойынша есептеледі:

$$K_t = \frac{273+t}{273+20} = \frac{273+t}{293}, \quad (\text{B.3})$$

мұнда t – сілтілік ерітіндінің сынақтан кейінгі температурасы, °С.

Алюминий ұлпасының сулы суспензиясын сынаған уақытта белсенді алюминийдің q 1 л немесе 1 кг суспензиядағы мөлшері, г, өндіру жағдайында мөлшерлеу тәсіліне қарай мына формула бойынша анықталады:

$$q = 0,75 \cdot \frac{NV_B}{V_c K_t}, \quad (\text{B.4})$$

$$q = 0,75 \cdot \frac{NV_B}{PK_t}, \quad (\text{B.5})$$

мұнда V_c – сынаманың көлемі, см³;

P – сынамадағы суспензияның салмағы, г.

Г қосымшасы
(ақпараттық)

Ұяшықты бетонның құрамын есептеу мысалы. Беріктігі үлкен болуы ықтимал орташа тығыздығы 500 кг/м^3 аралас тұтқырдың қолданылуымен аралас (эктас-цемент) ұяшықты бетон алу қажет. 1 илемнің көлемі – 10 л.

Бастапқы материалдар: 500 маркалы портландцемент, белсенділігі 70 % ұсақталған эктас-қайнағыш, құрғақ күл ($\rho_{yd} = 2,06 \text{ г/см}^3$), кеуектүзгіш – алюминий ұлпасы немесе КИСК, беткі белсенді зат – нафтсабын, эктас-қайнағыштың гидратациялану жылдамдығын тежегіш – ұсақталған қос сулы гипс.

Г.1. Тиісті формулалардың көмегімен келесідей шығын шамаларының: $K_c = 1,1$; $C=1,5$ и $P=0,5$ ескерілуімен 1 илемге жұмсалатын материалдарды есептейміз.

Қоймалжыңның таралуы (ерітіндінің аққыштығы) 30 см тең болу керегін біле отырып, тәжірибелік жолмен ерітіндінің мұндай аққыштығы $C/Q = 0,64$ болғанда бар болатынын анықтаймыз.

Осы материалдарды пайдаланып $V_{yd} = 0,48 \text{ л/кг}$; газдыбетон үшін $K_f=1,39 \text{ л/г}$, көбікбетон үшін $K_n = 18 \text{ л/кг}$ немесе $0,018 \text{ л/г}$; $\alpha = 0,85$.

Осы шамаларды анықтап алған соң материалдардың шығынын, кг есептейміз:

Тұтқыр:

$$P_{вяж} = \frac{0,5}{1,1 \times (1 + 1,5)} \times 10 = 1,8;$$

Эктас:

$$P_{изв} = 1,8 \cdot 0,5 = 0,9;$$

Цемент:

$$P_u = 1,8 - 0,9 = 0,9;$$

Кремнеземді компонент:

$$P_k = 1,8 \cdot 1,5 = 2,7;$$

Ұсақталған қос сулы гипс:

$$P_z = 0,9 \cdot 0,03 = 0,027;$$

Су:

$$B = (1,8 + 2,7) \cdot 0,64 = 2,88.$$

Ұяшықты бетонның белгіленген орташа тығыздығына жету үшін көбіктүзгіштің көмегімен жасалуы тиіс кеуектілік:

$$P_e = 1 - \frac{0,5}{1,1} (0,48 + 0,64) = 0,51.$$

Кеуектілікті анықтап алғаннан кейін төмендегі заттардың шығынын анықтаймыз: алюминий ұлпасы:

$$P_u = \frac{0,51}{1,39 \times 0,85} \times 10 = 4,32,$$

су-алюминий суспензиясын дайындауға арналған нафтсабын:

$$P_m = 4,32 \times 0,05 = 0,22.$$

Г.2. 0,60; 0,62; 0,64; 0,66 және 0,68 тең С/Қ бес илем дайындаймыз. С/Қ = 0,64. Оңтайлы болды деп санайық.

Температурасы әртүрлі тағы бес илем дайындап, 40 °С температурада қоймалжыңның барынша ісінгені байқалғанын анықтаймыз.

Г.3. Кремнеземді құрам бөлік пен тұтқырдың арасындағы оңтайлы арақатынасты анықтау мақсатында С/Қ=0,64 болғанда және ерітіндінің 40 °С температурасында бес илем дайындаймыз. Бұл жағдайда шаманы келесідей аралықта қабылдаймыз: 1,0; 1,25; 1,5; 1,75; 2,0.

Үлгілер беріктілікке сыналғаннан кейін С= 1,5 құрам анағұрлым жоғары беріктікті көрсетті делік.

Г.4. Іс жүзіндегі мәндер бойынша тиісті өлшеулер жүргізілгеннен кейін V , K_c және α шамасын нақтылаймыз.

Іс жүзіндегі өлшемдер төмендегі мәндерді, кг/л көрсетті делік:

Ерітіндінің тығыздығы:

$$\rho_p = 1,45.$$

Газдыбетон қоспасының орташа тығыздығы:

$$\rho_{г.см} = 0,775.$$

Құрғақ бетонның орташа тығыздығы:

$$\rho_{сyx} = 0,544.$$

Ұяшықты бетон белгіленгеннен ауыр болғандықтан, оның құрамын өзгерту керек.

Құрғақ қоспаның меншікті (абсолютті) көлемін ($V_{уд}$) ерітіндінің іс жүзіндегі тығыздығы бойынша анықтаймыз, л/кг:

$$V_{уд} = \frac{1 + B/T}{P_p} - c/к = \frac{1 + 0,64}{1,45} - 0,64 = 0,49.$$

Іс жүзінде алынған кеуектілікті (P_c), анықтаймыз:

$$P_c = 1 - \frac{0,775}{1,45} = 0,47 - \text{көбікбетон (газдыбетон) үшін.}$$

Бұдан соң кеуктүзгіштің пайдаланылу коэффициентін нақтылаймыз. Анықтау газдыбетон үшін жүргізіледі. Бұл үшін алдымен оның салмағы мен орташа тығыздығы бойынша газдыбетон қоспасының іс жүзіндегі көлемін анықтаймыз, л:

$$V = \frac{P_{\text{вжж}} + P_{\kappa} + P_n}{P_{\text{я}}} = \frac{7,41}{0,775} = 9,532.$$

Сол уақытта кеуктүзгіштің пайдаланылу коэффициенті (ПАК-3) мынадай болады:

$$\alpha_r = \frac{P_n}{P_u \cdot K} \cdot V = \frac{0,47}{1,39 \times 4,32} \times 9,562 = 0,75.$$

Байланысты суды коэффициент шамасын нақтылаймыз:

$$K_c = \frac{P_{\text{сyx}}}{P_{\text{я}}} \cdot (1 + B/T) = \frac{0,544}{0,775} \times 1,64 = 1,15.$$

Г.5. K_c , W , P_c және α нақтыланған мәндері бойынша кеуктүзгіштер шығынының соңғы есептеулерін жүргіземіз.

Кеуктіліктің талап етілетін шамасы төмендегідей болады:

$$P_r = 1 - \frac{P_{\text{сyx}}}{K_c} \cdot (V_{\text{y0}} + B/T) = 1 - \frac{0,5}{1,15} \times (0,49 + 0,64) = 0,495.$$

ПАК-3 1 илемге шығыны нақтыланған деректер бойынша, г:

$$P_n = P_r / K = \frac{0,495}{1,39 \times 0,75} \times 10 = 4,75.$$

КИСК нақтыланған деректер бойынша жұмыс ерітіндісінің шығыны, кг:

$$P_u = \frac{0,495}{1,8 \times 0,75} \times 10 = 0,367.$$

Бастапқы құрам есептелгеннен кейін оңтайлы С/Қ анықтау мақсатында илемдер дайындала бастайды. Бұл үшін С/Қ бір-бірінен $\pm 0,02$ жіне $\pm 0,04$ ажыратылатын бастапқы құрамнан 5 илем дайындалады. Әр илемнен үш үлгі жасалады.

Осы және кейінгі илемдерде ерітіндінің тығыздығы (ρ_p , кг/л) анықталып, температурасы бақыланады (газдыбетон дайындағанда), сонымен қатар ұяшықты қоспаның орташа тығыздығы ($\rho_{\text{я}}$, кг/л) анықталады. ρ_p және $\rho_{\text{я}}$ алынған мәндері бойынша әр илемде кеуктүзгіш жасайтын кеуктіліктің іс жүзіндегі шамасы есептеледі:

$$II = (\rho_p - P_n) / \rho_{\text{я}}$$

ҚР ЕЖ 5.03-104-2013

мұнда P_n – кеуектүзгіштің 1 л ұяшықты бетонға (газдыбетон үшін бұл шама еленбейді) жұмсалатын шығыны, кг.

Кеуектелгеннен кейін және P_2 ең жоғары шамасын көрсететін тұнбасы жоқ құрамның суқатты арақатынасы оңтайлы болып қабылданады.

Ерітіндінің оңтайлы температурасын анықтау үшін (газдыбетонның құрамын таңдағанда) ерітіндінің температурасын бастапқыдан (40 °C) (± 3) бастап, (± 7) °C дейінгі аралықта өзгертіп, C/Қ оңтайлы тағы бес илем дайындалады.

Кремнеземді құрам бөлік пен тұтқыр зат арасындағы оңтайлы арақатынас C/Қ мен ерітіндінің температура мәні оңтайлы тағы бес илем дайындалып, C санын өзгертіп табылады.

Осы илемдер үшін кеуектүзгіштің шығымы оның есептік шығымын (α және K бастапқы шамалары бойынша) талап етілетін кеуектіліктің (P_2) оңтайлы C/Қ мен оңтайлы температура қабылданған іс жүзінде алынған илемнің кеуектілігіне арақатынасынан есептеп шығарылатын түзету коэффициентіне K' көбейту жолымен нақтыланады.

Әр илемнен көлемі 7 см × 7 см × 7 см немесе 10 см × 10 см × 10 см 3 бастап 6 дейін үлгі қалыптастырылады.

Үлгілерді қалыптастырмас бұрын қалыптарды жақсылап тазалап, майлау керек. Ал газдыбетон үлгілерін қалыптастырғанда бұған қоса оларды 40 °C бастап 45 °C дейінгі температураға қыздыру қажет.

Газдыбетон қоспасы салынған пішіндердің толу дәрежесі салмағы немесе көлемі бойынша есептеу жүргізіліп анықталады. Бірінші жағдайда қалыпқа салынатын газдыбетон қоспасының ($m_{гсм}$) салмағы анықталады:

$$M_{гсм} = 1,1 \cdot (1 - P_2) \cdot \rho_p \cdot V_\phi,$$

мұнда V_ϕ – қалыптың көлемі, л.

Екінші жағдайда қалыптың биіктігі бойынша үлестермен немесе пайызбен құйылған қоспаның биіктігі (h) анықталады:

$$h = 1,1 \cdot (1 - P_2).$$

Газобетон қоспасы келесідей дайындалады. Алдымен жоғарыда аталған әдістеме бойынша су-алюминий суспензия әзірленеді. Осыдан кейін алынған су-алюминий суспензия қоймалжыңды 2,5 мин аралығында тоқтамай араластырып отырып, дайындалып қойған ерітіндіге құйылады.

Газобетон қоспасының орташа тығыздығын анықтау үшін ол алдыңғы есептеулер кезінде анықталған биіктікке дейін сыйымдылығы 0,5 бастап 1 л дейінгі ыдысқа салынады.

Ісіну аяқталған соң шамамен 1 сағ кейін пышақпен немесе металл сызғышпен бетіндегі қоймалжың (төбешік) кесіп тасталып, ыдыстағы қалған қоймалжың ыдысымен бірге өлшеніп, орташа тығыздық анықталады.

Ұяшықты бетон үлгілерін жылумен-ылғалмен өңдеу.

Үлгілер қалыптасқаннан кейін 6 бастап 8 сағ. дейінгі аралықта (20±5) °C температурада ұсталады – газдыбетон үшін, осыдан кейін зертханалық автоклавта немесе булау камерасында жылумен-ылғалмен өңдеу жүргізіледі.

Автоклавты өңдеудің жалпы циклі үш кезеңнен құралады: I – температура мен қысымның көтерілуі; II – ең жоғарғы температура мен қысымда изотермиялық ұстау; III – қысымның атмосфералыққа дейін төмендеуі.

Үлгілерді автоклавта өңдеудің ұсынылатын режимдері:

1) орташа тығыздығы 500 кг/м^3 дейінгі жылу оқшауланған ұяшықты бетон үшін – будың ең жоғары қысымы $0,9 \text{ МПа}$ болғанда $3 + 8 + 3$ сағ. және қысымы $1,3 \text{ МПа}$ болғанда $3 + 6 + 3$ сағ;

2) орташа тығыздығы 500 кг/см^3 жоғары жылу оқшаулау-конструктивтік бетон үшін – қысым 9 МПа болғанда $6 + 8 + 6$ сағ және қысым 13 МПа болғанда $6 + 6 + 6$.

Атмосфералық қысым кезінде булау режимі әдетте келесідей алынады: температураның 30°C бастап 90°C дейін көтерілуі – 3 сағ; 90°C кезінде изотермиялық ұстау – 14 сағ және температураның 50°C дейін төмендеуі – 2 сағ.

Ұяшықты бетонның соңғы құрамын есептеу және үлгілерді сынау. Үлгілер автоклавты өңдеуден кейін қалыптан шығарылып алынып, $105 - 110^\circ\text{C}$ температурада тұрақты салмаққа дейін кептіріліп, сыналады (орташа тығыздығы мен сығылу кезіндегі беріктілік шегі анықталады).

Үлгілер анағұрлым жоғары, бірақ белгіленгеннен кем болмайтын беріктілік көрсеткен шихта құрамы оңтайлы болып қабылданады.

Белгіленген орташа тығыздықтағы ұяшықты бетон алу үшін 1 м^3 немесе бір илемге жұмсалатын материалдардың соңғы шығынын есептеу үшін $V_{\text{нор}}$, V_{yd} , K_c және α есептеген кезде қабылданған бастапқы шамаларын анықтау керек.

Көбіктүзгіш үшін кеуектердің шығыны ($V_{\text{нор}}$) көбік көлемінің оның салмағына арақатынасынан табылады, ал газдандырғыш кеуктің шығыны анықталмайды.

Құрғақ қоспаның меншікті көлемі (V_{yd}) ерітіндінің орташа тығыздығы және суқатты арақатынасы бойынша табылады:

$$V_{\text{yd}} = (1 + B/T) / P_p - B/T$$

Байланысты су есебінен құрғақ қоспа салмағының ұлғаю коэффициенті (K_c) $\rho_{\text{сyx}}$ және $\rho_{\text{я}}$ іс жүзіндегі мәндері бойынша анықталады:

$$K_c = \frac{\rho_{\text{сyx}}}{\rho_p - m_n} \cdot (1 + B/T),$$

мұнда m_n – 1 л ұяшықты бетонға жұмсалатын кеуктүзгіштің шығыны, кг (газобетон үшін бұл шама еленбейді).

Кеуктүзгіштің пайдаланылу коэффициенті (α) есептеу жолымен Π_r , K , P_n және V іс жүзіндегі шамалары бойынша табылады:

$$\alpha = \frac{\Pi_r}{K \cdot P_n} \cdot V.$$

Д қосымшасы
(міндетті)

Ұяшықты бетон шикізатының иілгіштік беріктігін анықтау әдістемесі

Д.1 Ұяшықты бетон шикізатының **иілгіштік беріктігі** тасымалды серіппе типті конусты пластометрдің көмегімен анықталады.

Д.2 Сынақ нәтижелерінің дәлдік нормалары

Осы сынақ әдістемесі нәтижелердің $\pm 5 \%$ дәлдікпен алынуын қамтамасыз етеді.

Д.3 Сынау құралы

Сынау құралы – серіппелі типті пластометр (пенетрометр).

Д.4 Сынақтың жүргізілу шарттары

Сынақтар жүргізу үшін үй-жай ішіндегі температура $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ болуы және салыстырмалы ауа ылғалдылығы 50% бастап 70% дейін болуы керек.

Д.5 Сынаққа дайындау тәртібі

Ұяшықты бетон шикізатының иілгіштік беріктігі бұйымның жоғарғы қырынан қалып жақтауынан кем дегенде 200 мм қашықтықта анықталады. Бетонның сынақ жүргізілген жердегі беті тегіс, каверндер мен қатты бөлшектердің қоспаларысыз болуы керек.

Анықтау алдында конустың біркелкі жылжуы мен индикатордың көрсеткіш сызығының нөлдік орналасымы тексеріледі. Көрсеткіш сызығы нөлдік көрсетілімнен $\pm 0,05 \text{ мм}$ артық ауытқыған индикаторды немесе шыбығы емін-еркін қозғалып тұрған индикаторларды қолдануға болмайды.

Иілгіштік беріктік қоймалжыңның бір жазықтығындағы анықтаулар нәтижелерінің орташа арифметикалық мәні ретінде есептеледі.

Д.6 Сынақтар жүргізу

Пластометрдің конусы бетонның бетіне перпендикуляр орнатылып, түгел батырылғанша, ПГ-2М пластометр пайдаланылғанда шикізаттың жоғарғы жағы индентордың терезесінде пайда болғанша; серіппелі типтес пластометр пайдаланылғанда конус толығымен батырылғанша (конус негізінің жазықтығы массивтегі шикізаттың бетімен беттесеу керек) асықпай шикізатқа салынады. Пластометр индикаторы шкаласының көрсетілімдері $0,1 \text{ мм}$ дейінгі дәлдікпен анықталады.

Д.7 Сынақ нәтижелерін өңдеу және рәсімдеу тәртібі

Шикізаттың иілгіштік беріктігі $R_{пл}$, кгс/см^2 мына формула бойынша есептеліп шығарылады:

$$R_{пл} = 0,1 \cdot \kappa \cdot s, \quad (\text{Д.1})$$

мұнда κ – пластометр серіппесінің қаттылығы, кгс/см ;

s – пластометр индикаторы шкаласының көрсетілімі, см .

Иілгіштік беріктіктің шамасы үш сынақтың орташа арифметикалық мәні ретінде айқындалады.

ӘОЖ 666.972.6(083.96)

МСЖ 91.100.30

Түйінді сөздер: ұяшықты бетон, материалдар дайындау, алюминий ұлпа технологиясы, құрамды іріктеу және есептеу, қалыптау, қатаю, автоклавта өңдеу

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	IV
1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	1
2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	1
3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	4
4 ПРИЕМЛЕМЫЕ РЕШЕНИЯ	5
4.1 Общие положения	5
4.2 Классификация ячеистых бетонов	6
4.3 Технические характеристики ячеистых бетонов	7
4.4 Материалы для изготовления изделий из ячеистого бетона	9
4.5 Технология производства ячеистого бетона и изделий из него	12
4.5.1 Подбор и расчет состава ячеистобетонной смеси	12
4.5.2 Подготовка материалов	24
4.5.3 Приготовление песчаного шлама	25
4.5.4 Активация алюминиевой пудры	26
4.5.5 Приготовление пены	26
4.5.6 Приготовление ячеистобетонной смеси	27
4.5.7 Формование изделий	28
4.5.8 Твердение ячеистого бетона и уход за ним. Распалубка изделий	31
4.5.9 Производство армированных и неармированных изделий	35
4.5.10 Производство стеновых блоков и плит	36
4.5.11 Улучшение качества ячеистого бетона	37
4.5.12 Укрупнительная сборка составных панелей	37
4.5.13 Отделка стеновых панелей	38
4.5.14 Контроль соответствия качества	38
5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА, ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	40
6 ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА	42
Приложение А (<i>информационное</i>) Соотношение между классами и характеристиками ячеистого автоклавного бетона по плотности	44
Приложение Б (<i>обязательное</i>) Методика определения степени гидратации извести в известково-песчаном вяжущем	46
Приложение В (<i>обязательное</i>) Методика определения активного алюминия	49
Приложение Г (<i>информационное</i>) Пример расчета состава ячеистого бетона	51
Приложение Д (<i>обязательное</i>) Методика определения пластической прочности ячеистобетонного сырца	57

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий свод правил распространяется на изготовление изделий из ячеистых бетонов различного назначения и содержит указания по их изготовлению, а также требования к материалам, защите арматуры и закладных деталей от коррозии; подбору состава ячеистобетонной смеси и ее приготовлению; формованию изделий и их тепловлажностной обработке; укрупнительной сборке составных панелей; отделке стеновых изделий и составных панелей, контролю качества изделий и правилам их приемки.

Свод правил рекомендует приемлемые решения по технологическим параметрам производства изделий из ячеистого бетона, в результате выполнения которых будут реализованы базовые требования технического регламента «Требования к безопасности зданий и сооружений, строительных материалов и изделий», утвержденного постановлением Правительства Республики Казахстан от 17 ноября 2010 года № 1202.

Свод правил не является единственным способом выполнения требований, устанавливаемых Техническим регламентом «Требования к безопасности зданий и сооружений, строительных материалов и изделий».

При разработке настоящего свода правил проанализированы результаты современных научных исследований, передовой отечественный и зарубежный опыт производства.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ЕРЕЖЕЛЕР ЖИНАҒЫ
СВОД ПРАВИЛ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА

MANUFACTURING OF PRODUCTS FROM CELLULAR CONCRETE

Дата введения – 2015-07-01

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящий свод правил устанавливает приемлемые решения для изготовления изделий из ячеистого бетона и правила их применения.

1.2 Свод правил содержит указания по изготовлению ячеистых бетонов и армированных и неармированных изделий из них, а также требования к материалам, защите арматуры и закладных деталей от коррозии; подбору состава ячеистобетонной смеси и ее приготовлению; формованию изделий и их тепловлажностной обработке; укрупнительной сборке; отделке стеновых панелей, контролю качества изделий и правилам их приемки.

1.3 При производстве изделий необходимо соблюдать положения действующих нормативно-технических и нормативных документов на изделия, материалы, оборудование, технологическую оснастку, технологические параметры производства, контроль качества.

1.4 Приемлемые решения настоящего свода правил распространяются на изготовление изделий и конструкций из ячеистого бетона для жилых, общественных, административных, производственных зданий.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Для применения настоящего свода правил необходимы следующие ссылочные нормативные документы:

СП РК 2.01-101-2013 Защита строительных конструкций от коррозии.

СП РК 3.02-108-2013 Административные и бытовые здания.

СТ РК 937-92 Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные. Общие технические условия.

СТ РК 948-92 Гравий, щебень и песок искусственные пористые.

СТ РК 2197-1-2012 Зола летучая для бетона. Часть 1. Определение, требования и критерии соответствия.

СТ РК EN 197-1-2011 Цемент. Часть 1. Состав, спецификации и критерии соответствия для обычных цементов.

СТ РК EN 771-4-2011 Требования к строительным блокам. Часть 4. Блоки строительные из автоклавного ячеистого бетона.

Издание официальное

СТ РК EN 10080-2011 Арматура для железобетонных конструкций. Сварная арматура. Общие положения.

СТ РК EN 12602-2012 Элементы сборные армированные из ячеистого бетона автоклавного твердения.

СТ РК EN 12620-2011 Заполнители для бетона.

СТ РК ISO 6784-2007 Бетон. Определение статического модуля упругости при сжатии.

СТ РК ISO 12439-2012 Вода для приготовления бетонных смесей.

СТ РК ГОСТ Р EN 12086-2010 Изделия теплоизоляционные, применяемые в строительстве. Метод определения характеристик паропроницаемости.

ГОСТ 4.212-80 Система показателей качества продукции. Система показателей качества продукции. Строительство. Бетоны. Номенклатура показателей.

ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

ГОСТ 12.1.019-79 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.3.002-75 Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.4.021-75 Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляционные. Общие требования.

ГОСТ 17.2.3.02-78 Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями.

ГОСТ 3476-74 Шлаки доменные и электротермофосфорные гранулированные для производства цемента.

ГОСТ 4013-82 Камень гипсовый и гипсоангидритовый для производства вяжущих материалов. Технические условия.

ГОСТ 4221-79 Реактивы. Калий углекислый. Технические условия.

ГОСТ 4517-93 Сплавы медно-фосфористые. Технические условия.

ГОСТ 4765-73 Материалы лакокрасочные. Метод определения прочности при ударе.

ГОСТ 5100-85. Сода кальцинированная техническая.

ГОСТ 5494-95 Пудра алюминиевая. Технические условия.

ГОСТ 5742-76 Изделия из ячеистых бетонов теплоизоляционные.

ГОСТ 7076-99 Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме.

ГОСТ 8736-93 Песок для строительных работ. Технические условия.

ГОСТ 8829-94 Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления. Методы испытаний нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости.

СП РК 5.03-104-2013

ГОСТ 9179-77 Известь строительная. Технические условия.

ГОСТ 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия.

ГОСТ 10180-2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.

ГОСТ 10922-2012 Арматурные и закладные изделия сварные, соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Общие технические условия.

ГОСТ 11118-73 Панели из автоклавных ячеистых бетонов для наружных стен зданий. Технические требования.

ГОСТ 12730.1-78 Бетоны. Методы определения плотности.

ГОСТ 12730.2-78 Бетоны. Метод определения влажности.

ГОСТ 12865-67 Вермикулит вспученный.

ГОСТ 13015-2012 Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования. Правила приемки, маркировки, транспортирования и хранения.

ГОСТ 13078-81 Стекло натриевое жидкое. Технические условия.

ГОСТ 17177-94 Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний.

ГОСТ 17623-87 Бетоны. Радиоизотопный метод определения средней плотности.

ГОСТ 18105-2010 Бетоны. Правила контроля прочности.

ГОСТ 19010-82 Блоки стеновые бетонные и железобетонные для зданий. Общие технические условия.

ГОСТ 21458-75 Сульфат натрия кристаллизационный. Технические условия.

ГОСТ 21520-89 Блоки из ячеистых бетонов стеновые мелкие. Технические условия.

ГОСТ 21718-84 Материалы строительные. Дилькометрический метод измерения влажности.

ГОСТ 23732-2011 Вода для бетонов и растворов. Технические условия.

ГОСТ 24452-80 Бетоны. Методы определения призмной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона.

ГОСТ 24816-81 Материалы строительные. Метод определения сорбционной влажности.

ГОСТ 25192-2012 Бетоны. Классификация и общие технические требования.

ГОСТ 25485-89 Бетоны ячеистые. Технические условия.

ГОСТ 25818-91 Золы-уноса тепловых электростанций для бетонов. Технические условия.

ГОСТ 25820-2000 Бетоны легкие. Технические условия.

ГОСТ 25898-2012 Материалы и изделия строительные. Методы определения сопротивления паропрооницанию.

ГОСТ 27005-86 Бетоны легкие и ячеистые. Правила контроля средней плотности.

ГОСТ 27006-86 Бетоны. Правила подбора состава.

ГОСТ 30247.1-94 Несущие и ограждающие конструкции. Методы испытаний на огнестойкость.

ГОСТ 30459-2008 Добавки для бетонов и строительных растворов. Методы определения эффективности.

ГОСТ 31108-2003 Цементы общестроительные. Технические условия.

ГОСТ 31359-2007 Бетоны ячеистые автоклавного твердения. Технические условия.

ГОСТ 31360-2007 Изделия стеновые неармированные из ячеистого бетона автоклавного твердения. Технические условия.

Примечание - При пользовании целесообразно проверить действие ссылочных документов по информационным каталогам «Перечень нормативных правовых и нормативно-технических актов в сфере архитектуры, градостроительства и строительства, действующих на территории Республики Казахстан», «Указатель нормативных документов по стандартизации Республики Казахстан» и «Указатель межгосударственных нормативных документов по стандартизации Республики Казахстан», составляемым ежегодно по состоянию на текущий год и соответствующим ежемесячно издаваемым информационным бюллетеням-журналам. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим нормативом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем своде правил применяются следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 Свод правил (СП РК): Документ, рекомендуемый технические правила или процедуры проектирования, изготовления, монтажа, технического обслуживания или эксплуатации оборудования, конструкций или изделий.

3.2 Метод приемлемых решений: Средство соблюдения параметрических норм, которое подразумевает применение существующих, как правило, предписывающих нормативных требований, одобренных уполномоченным органом по делам архитектуры, градостроительства и строительства.

3.3 Бетон ячеистый: Искусственный камневидный пористый строительный материал с равномерно распределенными воздушными ячейками (порами) диаметром от 0,1 до 3 мм, занимающими от 20 % до 90 % объема бетона, получаемый в результате затвердевания смеси из вяжущего, кремнеземистого компонента, порообразователя, воды, химических добавок или без них.

3.4 Газобетон: Разновидность ячеистого бетона, получаемого из смеси вяжущего, кварцевого песка, воды, химических добавок (или без них) и газообразователя (преимущественно алюминиевой пудры). Порообразование создается в результате химической реакции между алюминиевой пудрой и щелочным компонентом, содержащимся в вяжущем или специально вводимым в сырьевую смесь.

3.5 Пенобетон: Разновидность ячеистого бетона, получаемого из смеси вяжущего, кремнеземистого компонента, воды и предварительно приготовленной пены на основе пенообразователя и воды, которую перемешивают с бетонной смесью.

3.6 Газо-, поро-, пеносиликат: Разновидность ячеистого бетона, у которого в качестве вяжущего применяют негашеную известь или смешанное вяжущее (цементное, шлаковое, зольное и т. д.), содержащее известь в количестве 50 % и более.

3.7 Ячеистый золобетон (газозолобетон, пенозолобетон, порозолобетон): Разновидности ячеистого бетона, у которого в качестве кремнеземистого компонента применяют кислые золы ТЭС.

3.8 Автоклавный ячеистый бетон: Бетон, твердение которого происходит в среде насыщенного водяного пара при давлении выше атмосферного (преимущественно от 0,8 до 1,4 МПа).

3.9 Неавтоклавный ячеистый бетон: Бетон, твердение которого происходит в естественных условиях, при электропрогреве или в среде насыщенного водяного пара при атмосферном давлении.

3.10 Теплоизоляционный ячеистый бетон: Бетон средней плотности D400 и менее предназначен для утепления различных конструкций жилых и промышленных зданий (стен, покрытий, перекрытий, трубопроводов и т. д.).

3.11 Конструкционно-теплоизоляционные ячеистые бетоны: Бетон средней плотности от D500 до D900, с классом по прочности от B1,5 до B10 предназначен для самонесущих ограждающих конструкций жилых, общественных зданий.

3.12 Конструкционный ячеистый бетон: Бетон средней плотности от D1000 до D1200, с классом по прочности от B7,5 до B15 предназначен для изготовления конструкций, несущих большие нагрузки (внутренние несущие перегородки, перекрытия, перемычки).

3.13 Бетонная смесь: Свежеприготовленный бетон, с перемешанными компонентами, находящийся в пригодном для укладки состоянии с возможностью уплотнения соответствующим способом.

3.14 Контроль соответствия качества: Проверка соответствия показателей качества установленным нормам и требованиям.

4 ПРИЕМЛЕМЫЕ РЕШЕНИЯ

4.1 Общие положения

4.1.1 Изготовление изделий из ячеистого бетона должно осуществляться в соответствии с положениями настоящего свода правил и по утвержденной в установленном порядке технологической документации, составленной применительно к условиям конкретного производства, сырья и вида изделий, изготавливаемых в заводских условиях и на строительных площадках.

4.1.2 Изделия должны удовлетворять требованиям соответствующих нормативных документов и рабочих чертежей.

4.1.3 Свод правил содержит указания по изготовлению ячеистого бетона и изделий из него, защите арматуры и закладных деталей от коррозии по подбору состава ячеистобетонной смеси и ее приготовлению; формованию изделий и их тепловлажностную обработку; контроль качества изделий и правила их приемки.

4.2 Классификация ячеистых бетонов

4.2.1 Ячеистый бетон классифицируется по функциональному назначению, средней плотности, способу поризации, виду вяжущего, виду кремнеземистого компонента, условиям твердения.

4.2.2 По функциональному назначению выделяют три вида ячеистого бетона:

- теплоизоляционный – со средней плотностью от 200 до 400 кг/м³, применяющийся для утепления стен, полов, чердаков, мансард, крыш, теплотехнических установок;

- конструкционно-теплоизоляционный – со средней плотностью от 500 до 900 кг/м³, применяющийся для устройства наружных и внутренних стен, перегородок малоэтажных зданий;

- конструкционный – со средней плотностью от 1000 до 1200 кг/м³, применяющийся для устройства несущих внутренних стен, плит покрытий и перекрытий.

4.2.3 Образование макроструктуры ячеистого бетона осуществляется следующими способами:

- газопоризацией – поризация с использованием выделяемого газа при химическом взаимодействии специально вводимого газообразователя с компонентами смеси (газобетоны, газосиликаты и т. д.);

- пенопоризацией – смешивание поризуемого раствора с заранее приготовленной пеной (традиционный способ) или введением в нее (пену) тонкодисперсных сухих компонентов смеси (сухая минерализация), а также аэрированием - поризация смеси при совместном интенсивном перемешивании всех компонентов смеси с образованием ячеистой структуры за счет воздухововлечения (пенобетоны, пеносиликаты и т. д.);

- пеногазопоризацией – комбинированный способ поризации раствора, сочетающий метод аэрирования смеси с пенообразователем и газопоризации за счет использования выделяемого газа при химическом взаимодействии специально вводимого газообразователя с компонентами смеси в поризуемую смесь, т. е. на каждой стадии образования ячеистой структуры используются два принципиально различных способа для получения пористой структуры (пеногазобетоны).

К модификациям способов поризации относятся: вспучивание массы газообразованием в вакууме, аэрирование пенобетонной смеси под давлением с последующим снижением до атмосферного давления при формовании изделий или монолитного пенобетонного слоя (баротехнология) и др.

4.2.4 По виду вяжущего вещества бетоны разделяют на:

- цементе – газобетоны, пенобетоны и т. д. (содержание в составе вяжущего цемента 50 % и более);

- извести – газосиликаты, пеносиликаты и т. д. (содержание в составе вяжущего извести 50 % и более);

- шлаке – газшлакобетоны, пеношлакобетоны и т. д. (содержание шлака 50 % и более);

- смешанном известково-цементном, цементно-зольном вяжущем – газобетоны или газосиликаты, пенобетоны или пеносиликаты (содержание портландцемента от 15 % до 50 % по массе);

- гипсе – газогипс, пеногипс и т. д.

4.2.5 В качестве кремнеземистого компонента при изготовлении изделий из ячеистых бетонов следует применять:

- песок по ГОСТ 8736, содержащий SiO₂ (общий) не менее 90 % или кварца не менее 75 %, слюды не более 0,5 %, илистых и глинистых примесей не более 3 %;

- зола-унос ТЭС, содержащая SiO₂ не менее 45 %, CaO не более 10 %, R₂O – не более 3 %, SO₃ не более 3 %;

- зола летучая по СТ РК 2197-1;
- продукты обогащения руд, содержащие SiO_2 не менее 60 %.

4.2.6 По способу твердения бетоны разделяются на:

- неавтоклавные, предусматривающие естественное твердение или тепловлажностную обработку с использованием теплового воздействия при атмосферном давлении;
- автоклавные, которые твердеют при избыточном давлении и повышенной температуре.

4.3 Технические характеристики ячеистых бетонов

4.3.1 Для бетонов установлены следующие классы:

- по СТ РК EN 12602 – AAC 3,5, AAC 4, AAC 4,5, AAC 5, AAC 6, AAC 7, AAC 8, AAC 9, AAC 10;
- по ГОСТ 31359 – B0,35, B0,5; B0,75; B1; B1,5; B2; B2,5; B3,5; B5; B7,5; B10; B12,5; B15, B17,5 B20.

Соотношение между классами и характеристиками ячеистого автоклавного бетона по плотности приведены в приложении А.

4.3.2. По показателям средней плотности назначают следующие марки бетонов в сухом состоянии: D300; D350; D400; D500; D600; D700; D800; D900; D1000; D1100; D1200.

4.3.3. Для бетонных конструкций, подвергающихся попеременному замораживанию и оттаиванию, назначают и контролируют следующие марки по морозостойкости: F15; F25; F35; F50; F75; F100.

4.3.4 Общие технические требования ячеистых бетонов должны удовлетворять требованиям ГОСТ 25192, их следует изготавливать и принимать рекомендуемую номенклатуру изделий и конструкций из ячеистого бетона в соответствии с ГОСТ 25485.

4.3.5 Контроль готовой к применению ячеистобетонной смеси и оценку прочности ячеистого бетона следует вести в соответствии с правилами, установленными ГОСТ 18105.

4.3.6 Среднюю прочность ячеистого бетона каждого класса определяют при нормативном коэффициенте вариации, равном 13,5 %.

4.3.7 При производстве изделий из ячеистого бетона отпускная прочность должна соответствовать требуемой прочности, назначаемой по ГОСТ 18105:

- конструкционно-теплоизоляционных – 80 % в летний и зимний периоды;
- конструкционных – 70 % в летний и 90 % в зимний периоды.

4.3.8 Отпускная влажность изделий и конструкций из ячеистых бетонов, изготовленных по ГОСТ 25485, не должна превышать, % по массе:

- на основе песка – 25;
- на основе золы и других отходов производства – 35.

4.3.9 Нормируемые показатели свойств ячеистых бетонов предусмотрены ГОСТ 4.212.

4.3.10 Коэффициент теплопроводности в сухом состоянии ячеистого бетона при температуре 25 °С должен соответствовать требованиям нормативного и проектного документов на изделия конкретного вида.

4.3.11 Усадка при высыхании, не должна превышать, мм/м:

- 0,5 – для автоклавных бетонов марок от D600 до D1200, изготовленных на песке;
- 0,7 – то же, на других кремнеземистых компонентах;
- 3,0 – для неавтоклавных бетонов марок от D600 до D1200.

Примечание - Для автоклавных бетонов марок по средней плотности D300, D350 и D400 и неавтоклавных бетонов по средней плотности D400 и D500 усадка при высыхании не нормируется.

4.3.12 Для повышения трещиностойкости ячеистого бетона допускается использовать щелочестойкое волокно.

4.3.13 Для снижения деформации влажностной усадки и получения ячеистого бетона высокой трещиностойкости следует применять известково-шлако-песчаное вяжущее.

4.3.14 Для снижения усадки и увеличения прочности ячеистого бетона бетонную смесь следует пластифицировать добавками. Пластификатор должен быть совместим с пенообразователем, что снижает количество воды для приготовления ячеистобетонных смесей от 15 % до 20 %, при этом величина влажностной усадки должна составлять от 0,2 до 3 мм/м.

4.3.15 Выбор добавок следует осуществлять на основе результатов испытаний.

4.3.16 Для получения ячеистобетонной смеси с требуемыми технологическими свойствами в ее состав рекомендуется вводить:

- а) для повышения текучести смеси – пластифицирующие, пластифицирующе-воздухововлекающие добавки или же комплексные на их основе;
- б) для создания пористой, структуры – газообразующие, пенообразующие добавки или же комплексные добавки на их основе;
- в) для интенсификации процесса структурообразования – добавки-ускорители газообразования;
- г) для повышения однородности и обеспечения нерасслаиваемости смеси – пластифицирующие и пластифицирующе-воздухововлекающие добавки;
- д) для интенсификации процесса нарастания пластической прочности сырца – добавки-ускорители твердения или комплексную добавку, состоящую из ускорителя твердения и пластификатора.

4.3.17 Для сокращения продолжительности тепловой обработки в состав ячеистобетонной смеси рекомендуется вводить добавки-ускорители твердения или комплексную добавку - ускоритель твердения плюс пластификатор.

4.3.18 Для повышения стойкости ячеистого бетона в условиях повышенной влажности в его состав рекомендуется вводить гидрофобизирующие добавки.

4.3.19 Оптимальное количество добавок устанавливается экспериментально при подборе состава ячеистого бетона.

4.4 Материалы для изготовления изделий из ячеистого бетона

4.4.1 Сырье и материалы, применяемые при изготовлении ячеистого бетона, должны соответствовать требованиям нормативных документов на них и должны сопровождаться сертификатами соответствия или лабораторными испытаниями изготовителя.

Пригодность сырьевых материалов следует определять на основе технологических испытаний при входном контроле.

4.4.2 В качестве вяжущих для приготовления ячеистого бетона следует применять портландцемент, шлакопортландцемент, шлаковые, известьсодержащие и гипсовые вяжущие.

Могут быть использованы другие виды цементов, после проверки их эффективности.

4.4.3 Следует применять портландцемент классов CEM I 32,5 N и CEM I 42,5 N по СТ РК EN 197-1, ГОСТ 31108, портландцемент и шлакопортландцемент марок ПЦ400-Д0, ПЦ500-Д0, ШПЦ400-Д0 и ШПЦ500-Д0 по ГОСТ 10178 с содержанием трехкальцевого силиката не менее 60 % и трехкальцевого алюмината не более 6 %.

Начало схватывания цемента должно наступать не позднее 2 ч, а конец схватывания – не позднее 4 ч после затворения.

4.4.4 Удельная поверхность цемента должна быть не менее 2800 см²/г для конструкционного и конструкционно-теплоизоляционного и 3500 или 4000 см²/г для теплоизоляционного ячеистого бетона.

4.4.5 Не допускается применение цемента с добавкой трепела, глиежа, трассов, глинита, опоки, диатомита.

4.4.6 Известь негашеная кальциевая по ГОСТ 9179 среднегасящаяся должна иметь скорость гашения не менее 5 мин и не более 25 мин и содержащая активные $A_{изв}$ (CaO+MgO) не менее 80 %, «пережога» – не более 2 %. Тонкость помола извести должна быть с удельной поверхностью от 5500 до 6000 см²/г.

4.4.7 Удельная поверхность известково-цементного или цементно-известкового вяжущего на основе портландцемента и извести должна быть не менее 4000 см²/г.

4.4.8 Удельная поверхность известково-белитового вяжущего с содержанием свободного CaO от 35 % до 45 % и двукальцевого силиката – не менее 30 % должна быть не менее 4000 см²/г.

4.4.9 Высокоосновное зольное вяжущее (от сжигания горючего сланца, каменного и бурого угля) с содержанием CaO не менее 30 % (в том числе свободного CaO не менее 15 %; SiO₂ – от 20 % до 30 %); SO₃ – не более 3 %; щелочных оксидов – не более 3 %. Удельная поверхность вяжущего должна быть не менее 3500 см²/г.

4.4.10 Известково-песчаное вяжущее получают совместным помолем извести и песка с содержанием извести от 42 % до 52 % и песка – от 48 % до 58 %. Удельная поверхность вяжущего должна быть не менее 4500 см²/г. Определение степени гидратации извести в известково-песчаном вяжущем следует определять в соответствии с приложением Б.

4.4.11 Шлак доменный гранулированный совместно с активизаторами твердения или в составе смешанного вяжущего должен удовлетворять требованиям ГОСТ 3476, а также дополнительно не содержать закиси марганца более 1,5 %, сульфидной серы более 0,1 %; модуль активности для основного и нейтрального шлака должен быть не менее 0,4 и модуль основности не менее 0,9.

4.4.12 Удельная поверхность смешанного вяжущего на основе извести и шлака должна быть не менее $5000 \text{ см}^2/\text{г}$.

4.4.13 При производстве ячеистых бетонов допускается использовать шлакощелочное вяжущее, которое придаст бетонам высокую атмосферостойкость и стойкость к агрессивным средам, что позволит расширить область применения ячеистого бетона.

4.4.14 Шлакощелочное вяжущее содержит молотый гранулированный шлак и едкую щелочь. Допускается взамен едкой щелочи применять щелочной плав.

4.4.15 Количество едкой щелочи (Na_2O или K_2O) или щелочного плава в шлакощелочном вяжущем устанавливают опытным путем при подборе состава ячеистого бетона.

4.4.16 В качестве исходных компонентов для приготовления ячеистого бетона применяют:

а) для автоклавных ячеистых бетонов – кварцевый песок, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 8736, с содержанием кварца – не менее 90 %, щелочей (в пересчете на Na_2O) – не более 2,7 %, сернистых и сернокислых соединений (в пересчете на SO_3) – не более 0,5 %;

б) для неавтоклавного газобетона в качестве кремнеземистого компонента следует использовать более активный аморфный кремнезем (диатомит, маршалит, туф и т. д.) либо отходы промышленного производства (аморфные шлаки, золы);

в) кислую золу-унос ТЭС, которая должна содержать стекловидные и оплавленные частицы не менее 50 %; потери при прокаливании не более 3 %, сернистых и сернокислых соединений в пересчете на SO_3 не должно быть более 2 %, в том числе сульфидной серы – не более 1 % по массе. Содержание кварца (SiO_2) – не менее 45 %, CaO – не более 10 %.

Содержание несгоревших остатков топлива: для каменных углей – не более 7 %; для бурых углей – не более 5 %.

Удельная поверхность золы должна быть не менее $5000 \text{ см}^2/\text{г}$. Содержание щелочных оксидов натрия и калия в пересчете на Na_2O должно быть не более 3 % по массе, содержание оксида магния (MgO) в зольной составляющей должно быть не более 5 % по массе.

Зола должна выдерживать испытания на равномерность изменения объема;

г) песок керамзитовый, соответствующий СТ РК 948, имеющий модуль крупности (M_k) не более 2,5 для ячеистого бетона средней плотности от 1100 до 1200 кг/м^3 и 2,0 для ячеистого бетона средней плотности ниже 1000 кг/м^3 ;

д) песок вермикулитовый по ГОСТ 12865 с модулем крупности (M_k) не более 2,5, водопотребностью не более 16 %.

4.4.17 Допускается применять другие материалы, обеспечивающие получение ячеистого бетона, отвечающего заданным физико-техническим характеристикам, установленным настоящим сводом правил и нормативной документацией.

4.4.18 В качестве газообразователя должна применяться водная суспензия алюминиевой пудры. Водную суспензию следует изготавливать из алюминиевой пудры ПАП-1 или ПАП-2, отвечающей требованиям ГОСТ 5494, с содержанием активного алюминия не менее 80 %, или алюминиевой пасты, приготовленной на основе алюминиевой пудры, или другие многокомпонентные газообразователи, соответствующие

требованиям действующих нормативных документов. Методика определения активного алюминия должна проводиться в соответствии с приложением В.

4.4.19 Алюминиевая пудра согласно ГОСТ 5494 должна иметь удельную поверхность от 6000 (марка ПАГ-1) до 10000 см²/г (марка ПАП-2 и ПАГ-3). Содержание активного алюминия у самых распространенных марок ПАП-1 и ПАП-2 в стандарте не регламентируется и составляет от 65 % до 95 % в пудре одной партии. Следует учесть, что использование алюминиевой пудры с низкой кроющей способностью отрицательно сказывается на качестве газобетонных изделий.

4.4.20 Для приготовления пенобетонов следует использовать пенообразователи на основе костного клея, мездрового клея, сосновой канифоли, едкого технического натра, скрубберной пасты и другие пенообразователи.

4.4.21 Содержание воды в ячеистом бетоне складывается из расчетного количества, необходимого для затворения раствора, и воды, содержащейся в пене.

4.4.22 Пена должна удовлетворять следующим требованиям:

- выход пор К – не менее 15 л/кг (0,015 м³/кг);
- коэффициент использования порообразователя α – от 0,8 до 0,85.

4.4.23 Рекомендуется применять воду по СТ РК ISO 12439, ГОСТ 23732. Температура воды не допускается выше 25 °С.

4.4.24 Воду для производства ячеистых бетонов следует применять с учетом, мл/л: максимальное содержание растворимых солей – 10 000; ионов SO₃ – 2700; ионов Cl⁻ – 3500, взвешенных веществ – 300.

4.4.25 В качестве регуляторов структурообразования, нарастания пластической прочности применяют ускорители твердения и пластифицирующие добавки: камень гипсовый и гипсоангидритовый – по СТ РК EN 13279-1, ГОСТ 4013, калий углекислый – по ГОСТ 4221, кальцинированная техническая сода – по ГОСТ 5100, стекло жидкое натриевое – по ГОСТ 13078, триэтаноламин, тринатрийфосфат, суперпластификатор С-3, натр едкий технический, карбоксилметилцеллюлоза, сульфат натрия кристаллизационный – по ГОСТ 21458, микрокремнезем – ультрадисперсный материал с содержанием диоксида кремния аморфной модификации более 92 %. Содержание микрокремнезема в составе ячеистобетонной смеси должно быть не менее 5 % и не более 7 % от массы цемента.

Добавку ускорителей твердения Na₂SO₄ и Ca(NO₃)₂ следует вводить в количестве до 2 % от массы цемента.

4.4.26 Эффективность применения добавок следует определять по результатам испытаний по ГОСТ 30459.

4.4.27 Арматурная сталь для арматурных каркасов, сеток, закладных деталей должна удовлетворять требованиям СТ РК EN 10080, ГОСТ 10922.

4.4.28 В предварительно напряженных конструкциях из ячеистых бетонов применение высокопрочной проволочной арматуры не допускается без специальных мер защиты независимо от условий эксплуатации.

4.4.29 Антикоррозионные покрытия должны удовлетворять следующим требованиям:

- прочность на удар не менее 10 кг/см² по ГОСТ 4765;
- эластичность не более 20 мм;

- при косом срезе острым ножом вдоль поверхности арматуры не должно происходить отслоения покрытия за пределами среза.

4.4.30 В соответствии с требованиями СП РК 2.01-101 вся арматура, стальные закладные детали и соединительные накладки должны быть защищены от коррозии в соответствии с требованиями, предусмотренными проектом.

4.4.31 В качестве антикоррозионных покрытий допускается применять ингибиторы коррозии – лигносульфонаты, танины, аминоспирты, а также порошковое покрытие на основе эпоксидной смолы ЭК-20, наносимое в электростатическом поле.

4.5 Технология производства ячеистого бетона и изделий из него

4.5.1 Подбор и расчет состава ячеистобетонной смеси

4.5.1.1 Состав ячеистобетонной смеси подбирают таким образом, чтобы при данных условиях укладки и твердения ячеистый бетон обладал заданными свойствами (прочностью, плотностью и др.).

Подбор номинального состава производят при использовании:

- вяжущего;
- заполнителя (песка);
- пористого заполнителя (песка);
- порообразователя;
- химических добавок;
- минеральных добавок;
- воды.

4.5.1.2 Подбор и расчет состава ячеистого бетона следует производить для каждой марки по средней плотности по ГОСТ 27006.

При подборе составов ячеистого бетона определяющими показателями являются сырцовая, отпускная, передаточная и проектная прочности бетона, а также удобоукладываемость бетонной смеси. Если в проектной или технологической документации не указана пластическая прочность ячеистого бетона, то она назначается изготовителем, исходя из условий производства и необходимости обеспечения сохранности изделий в период распалубки и внутрицехового транспортирования.

Распалубку форм следует осуществлять при достижении ячеистым бетоном от 50 % до 60 % прочности от проектной.

4.5.1.3 Подбор состава ячеистобетонных смесей заданного состава с применением различных видов вяжущих следует рассчитывать с учетом рекомендуемых значений отношения массы кремнеземистого компонента к массе вяжущего, приведенных в таблице 1, и корректировать по результатам испытаний подобранного состава на его соответствие всем нормируемым показателям качества.

Таблица 1 – Рекомендуемые отношения массы кремнеземистого компонента к массе вяжущего

Вид вяжущего	Отношение массы кремнеземистого компонента к массе вяжущего	
	для автоклавного бетона	для неавтоклавного бетона
Цементное	0,75; 1,00; 1,25; 1,50; 1,75; 2,00	0,75; 1,25; 1,75
Известково-цементное	3,0; 4,5; 5,5; 6,0	–
Известково-белитовое	1,00; 1,25; 1,50; 2,00	–
Цементно-зольное	0,75; 1,00; 1,25	0,75; 1,25; 1,75

4.5.1.4 Расчет отношения массы кремнеземистого компонента к массе смешанного известково-цементного вяжущего $C_{св}$ производят по формуле:

$$C_{св} = C_{ц} n + C_{и} \cdot (1 - n), \quad (1)$$

где $C_{ц}$ – отношение массы кремнеземистого компонента к массе цемента;
 n – доля цемента в вяжущем, которая находится в пределах от 0,35 до 0,70 по массе;
 $C_{и}$ – отношение массы кремнеземистого компонента к массе извести (в расчете на 100 % (CaO + MgO)).

4.5.1.5 Рекомендуемые значения отношения массы кремнеземистого компонента к массе цемента, с учетом средней плотности ячеистого бетона, представлены в таблице 2.

4.5.1.6 Водотвердое отношение назначают для каждого состава (с заданным значением) с учетом обеспечения соответствующей текучести и температуры ячеистобетонной смеси в момент выгрузки в форму. Рекомендуемые значения водотвердого отношения в зависимости от средней плотности ячеистого бетона приведены в таблице 3.

Таблица 2 – Отношение песка к цементу по массе (С) для ячеистого бетона различной плотности

Средняя плотность, кг/м ³	Значение С
400	0,2; 0,3; 0,4
600	0,2; 0,4; 0,6
800	0,6; 0,8; 1,0
1000	1,0; 1,2; 1,4
1200	1,4; 1,6; 1,8

Таблица 3 – Водотвердое отношение в зависимости от средней плотности

Средняя плотность, кг/м ³	Водотвердое отношение
400	0,23; 0,25; 0,27
600	0,21; 0,23; 0,25
800	0,17; 0,21; 0,23
1000	0,15; 0,17; 0,19
1200	0,13; 0,14; 0,15

4.5.1.7 Стандартную консистенцию ячеистобетонной смеси характеризуют диаметром расплыва смеси, вытекающей из цилиндра (Суттарда) при его поднятии. Значения диаметра расплыва ячеистобетонной смеси для определения водотвердого отношения приведены в таблице 4.

Температура ячеистобетонной смеси в момент выгрузки в форму приведена в таблице 5.

Таблица 4– Значения расплыва ячеистобетонной смеси для определения водотвердого отношения

Марка ячеистого бетона по средней плотности, кг/м ³	Диаметр расплыва смеси на известково-цементном вяжущем по Суттарду, мм
При литьевом способе формования	
150	425 ± 50
200	420 ± 50
300	380 ± 50
400	360 ± 50
500	320 ± 50
600	280 ± 50
700	260 ± 50
800	200 ± 50

Марка ячеистого бетона по средней плотности, кг/м ³	Диаметр расплыва смеси на известково-цементном вяжущем по Суттарду, мм
При ударном способе формирования	
150-300	300 ± 100
400	250 ± 50
500	170 ± 50
600	170 ± 50
700	150 ± 50
800	150 ± 50

Таблица 5 – Температура ячеистобетонной смеси в момент выгрузки в форму

Вид ячеистого бетона и применяемого вяжущего	Температура ячеистобетонной смеси в момент выгрузки в форму	
	при литевом способе формирования	при ударном способе формирования
Газобетон на цементе	45 ± 2	45 ± 2
Газобетон на известково-цементном вяжущем	35 ± 2	42 ± 2
Газобетон на высокоосновном зольном вяжущем	40 ± 2	45 ± 2
Газосиликат на извести кальциевой и цементе, известково-белитовом вяжущем	30 ± 2	42 ± 2
Газобетон на известково-песчаном вяжущем: - для конструктивно-теплоизоляционных - для теплоизоляционных	35 ± 2	42 ± 2 36 ± 8
Пенобетон на цементе	25 ± 5	—

4.5.1.8 Расход порообразователя (газообразователя или водного раствора пенообразователя) на один замес рассчитывают по формуле:

$$P_n = \frac{P_r}{\alpha \cdot K} \cdot V, \quad (2)$$

где P_r – пористость, определенная расчетно-экспериментальным методом, в процентах;

α – коэффициент использования порообразователя;

K – выход пор (отношение объема пены или газа к массе порообразователя), м³/кг;

V – заданный объем одновременно формуемых изделий, м³.

4.5.1.9 Пена должна удовлетворять следующим требованиям:

- выход пор K – не менее 15 л/кг ($0,015 \text{ м}^3/\text{кг}$);
- коэффициент использования порообразователя α – от 0,8 до 0,85.

4.5.1.10 Пористость Π_e , %, определяют по формуле:

$$\Pi_r = 1 - \frac{\rho_{\text{сх}}}{K_c} \cdot (V_{\text{yd}} + B/T), \quad (3)$$

где $\rho_{\text{сх}}$ – заданная марка по средней плотности ячеистого бетона в сухом состоянии, $\text{кг}/\text{м}^3$;

K_c – коэффициент увеличения массы сухих сырьевых материалов за счет химически связанной воды, принимаемый для предварительных расчетов равным 1,1;

V_{yd} – удельный объем сухой смеси, $\text{м}^3/\text{кг}$;

B/T – водотвердое отношение.

4.5.1.11 Определение удельного объема сухой смеси производят на основании опытного замеса по формуле:

$$V_{\text{yd}} = \frac{1 + B/T}{\rho_p} - B/T, \quad (4)$$

где ρ_p – фактическая средняя плотность растворной смеси для ячеистого бетона, $\text{кг}/\text{м}^3$.

4.5.1.12 В качестве исходных значений при расчетах по формулам (2) и (3) принимают значения: $K_c = 1,1$; $\alpha = 0,85$; $K = 1,39 \text{ м}^3/\text{кг}$ – при использовании алюминиевой пудры – $K = 0,02 \text{ м}^3/\text{кг}$ – при использовании пены.

4.5.1.13 Значения α и K_c уточняют по результатам пробного замеса на основании фактических данных по средним плотностям раствора, ячеистобетонной смеси и ячеистого бетона в сухом состоянии.

Значение α определяют по формуле (2) исходя из фактических значений пористости, объема замеса, выхода пор и расхода газообразователя.

Пористость Π_e рассчитывают по фактическим значениям средних плотностей растворной смеси ρ_p $\text{кг}/\text{м}^3$, и ячеистобетонной смеси $\rho_{\text{яч.см}}$ $\text{кг}/\text{м}^3$, определяемых путем взвешивания раствора и ячеистобетонной смеси из замеса по формуле:

$$\Pi_e = 1 - \frac{\rho_{\text{яч.см}}}{\rho_p}. \quad (5)$$

Фактическую плотность ячеистобетонной смеси после созревания бетона определяют по плотности образца, вырезанного с помощью металлического пробоотборника в виде керна или куба по ГОСТ 12730.1.

СП РК 5.03-104-2013

Значение коэффициента, учитывающего количество химически связанной воды в гидросиликатах кальция K_c определяют по формуле:

$$K_c = \frac{\rho_0}{\rho_{яч.см}} \cdot (1 + B/T), \quad (6)$$

где ρ_0 – средняя плотность ячеистого бетона в сухом состоянии, кг/м³.

4.5.1.14 Расход алюминиевой пудры не должен превышать значений, приведенных в таблице 6.

4.5.1.15 Расход материалов на замес определяют по формулам (7) - (13).

Таблица 6 – Расход алюминиевой пудры

Вид ячеистого бетона и применяемого вяжущего	Расход алюминиевой пудры для марок бетона по средней плотности, % от $P_{сх}$, не более									
	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900
Газобетон на портландцементе	-	-	-	-	-	0,13	0,10	0,08	0,07	0,06
Газобетон на смешанном вяжущем	0,52	0,45	0,40	0,25	0,20	0,13	0,10	0,08	0,06	0,05
Газосиликат	0,52	0,45	0,40	0,25	0,20	0,13	0,10	0,08	0,06	0,05
Газозолосиликат, газобетон на известково-песчаном вяжущем	0,63	0,61	0,60	0,30	0,20	0,13	0,10	0,08	0,08	0,04

4.5.1.16 Расчетный расход сухой смеси $P_{сх}$, кг, определяют по формуле:

$$P_{сх} = \frac{\rho_0}{K} \cdot V, \quad (7)$$

где ρ_0 – средняя плотность ячеистого бетона в сухом состоянии, кг/м³;

K – коэффициент увеличения массы сухих сырьевых материалов за счет химически связанной воды, принимаемый для предварительных расчетов равным 1,1;

V – заданный объем одновременно формуемых изделий, увеличенный с учетом образования «горбушки» от 7 % до 10 % для индивидуальных форм, от 3 % до 5 % – для массивов, м³.

4.5.1.17 Расход вяжущего $P_{вяж}$, кг, определяют по формуле:

$$P_{вяж} = \frac{P_{сх}}{1 + C}, \quad (8)$$

где $P_{сх}$ – расчетный расход сухой смеси, кг;

C – отношение массы кремнеземистого компонента к массе вяжущего.

4.5.1.18 Расход цемента P_u , кг, определяют по формуле:

$$P_u = P_{вяж} \cdot n, \quad (9)$$

где $P_{вяж}$ – расход вяжущего, кг;

n – доля цемента в вяжущем.

4.5.1.19 Расход извести, содержащей 100 % CaO, P_u , кг, определяют по формуле:

$$P_u = P_{вяж} (1 - n). \quad (10)$$

Расход извести с фактическим содержанием CaO, $P_{иф}$, кг, определяют по формуле:

$$P_{иф} = \frac{P_u}{A_{изв}} \cdot 100, \quad (11)$$

где P_u – расход извести, содержащей 100 % CaO, кг;

$A_{изв}$ – содержание активных (CaO + MgO) в извести, в процентах.

4.5.1.20 Общий расход воды P_v , кг, рассчитывают по формуле:

$$P_v = P_{сух} \cdot B/T \quad (12)$$

4.5.1.21 Общий расход кремнеземистого компонента P_k , кг, рассчитывают по формуле:

$$P_k = P_{сух} - (P_u + P_{иф}), \quad (13)$$

где $P_{сух}$ – расчетный расход сухой смеси, кг;

P_u – расход цемента, кг;

$P_{иф}$ – расход извести с фактическим содержанием CaO, кг.

Пример расчета состава ячеистого бетона приведен в приложении Г.

4.5.1.22 После проверки рабочего состава ячеистобетонной смеси в производственных условиях составляют таблицы расхода материалов на 1 м³ бетона и на один замес, а также технологические карты производства изделий.

4.5.1.23 При расчете расхода сырья и материалов в технологии производства газобетона на известково-песчаном вяжущем учитывают среднюю плотность ячеистого бетона в сухом состоянии ρ_0 ; коэффициент, учитывающий количество химически связанной воды в гидросиликатах кальция, K_c ; содержание активных (CaO + MgO) в извести $A_{изв}$, в вяжущем – $A_{вяж}$ и в ячеистобетонной смеси – $A_{см}$; количество портландцемента – P_u , в процентах от расчетного расхода сухой смеси – $P_{сух}$; количество порообразователя (газообразователя) P_n , в процентах от расчетного расхода сухой смеси – $P_{сух}$.

Расчетный расход сухой смеси $P_{сух}$, кг, бетона определяют по формуле (7).

4.5.1.24 Расход вяжущего $P_{вяж}$, кг, рассчитывают по формуле:

$$P_{вяж} = \frac{\rho_0 A_{см}}{K_c A_{вяж}}, \quad (14)$$

где ρ_0 – средняя плотность ячеистого бетона в сухом состоянии, кг/м³;
 $A_{см}$ – содержание активных (CaO + MgO) в ячеистобетонной смеси, в процентах;
 K_c – коэффициент, учитывающий количество химически связанной воды в гидросиликатах кальция;
 $A_{вяж}$ – содержание активных (CaO + MgO) в вяжущем, в процентах.

4.5.1.25 Расход извести с фактическим содержанием CaO $P_{иф}$, кг, для ячеистого бетона при заданном содержании активной CaO в смеси и фактическом содержании активной CaO в извести определяют по формуле:

$$P_{иф} = \frac{P_{сyx} A_{см}}{A_{изв}}, \quad (15)$$

где $P_{сyx}$ – расчетный расход сухой ячеистобетонной смеси, кг;
 $A_{см}$ – содержание активных (CaO + MgO) в смеси, %;
 $A_{изв}$ – содержание активных (CaO + MgO) в извести, %.

4.5.1.26 Общий расход кремнеземистого компонента (песка) на состав ячеистобетонной смеси P_k , кг, рассчитывают по формуле (13). Расход песка для приготовления песчаного шлама $P_k^{шл}$, кг, рассчитывают по формуле:

$$P_k^{шл} = P_{сyx} - (P_{вяж} + P_{ц}), \quad (16)$$

где $P_{сyx}$ – расчетный расход сухой смеси, кг;
 $P_{ц}$ – расход цемента, кг;
 $P_{вяж}$ – расход вяжущего, кг.

4.5.1.27 Содержание кремнеземистого компонента (молотого песка) Π_m , кг/л, в 1 л песчаного шлама рассчитывают по формуле:

$$\Pi_m = \frac{\rho_k \cdot (\rho_{шл} - 1)}{\rho_k - 1}, \quad (17)$$

где ρ_k – истинная плотность кремнеземистого компонента (песка) – кг/л (кг/м³);
 $\rho_{шл}$ – плотность шлама, кг/л.

4.5.1.28 Объем шлама, необходимого для внесения расчетного количества песка в ячеистобетонную смесь $V_{шл}$, л, рассчитывают по формуле:

$$V_{шл} = \frac{P_{шл}^к}{\Pi_м}, \quad (18)$$

где $P_{шл}^к$ – расход песка для приготовления песчаного шлама, кг;

$\Pi_м$ – масса кремнеземистого компонента в 1 л шлама, кг/л.

4.5.1.29 Расход шлама $\Pi_{кз}$, кг, определяют по формуле:

$$\Pi_{кз} = \Pi_л \cdot \rho_{шл}. \quad (19)$$

4.5.1.30 Общий расход воды $P_в$, кг, определяют по формуле (12). В технологии производства автоклавного ячеистого бетона вода вносится в ячеистобетонную смесь с песчаным шламом, шламоотходами и алюминиевой суспензией. Количество добавочной воды $P_в^{\partial об}$, кг, рассчитывают по формуле:

$$P_в^{\partial об} = P_в - (P_в^{шл} + P_в^{ал.сusp.} + P_в^{отх}), \quad (20)$$

где $P_в^{шл}$ – количество воды, вносимой с песчаным шламом, кг;

$P_в^{ал.сusp.}$ – количество воды, вносимой с алюминиевой суспензией, кг;

$P_в^{отх}$ – количество воды, вносимой со шламоотходами, кг.

4.5.1.31 Количество воды вносимой с песчаным шламом $P_в^{шл}$ кг, рассчитывают по формуле:

$$P_в^{шл} = V_{шл} \cdot B_в, \quad (21)$$

где $V_{шл}$ – объем шлама, необходимого для внесения расчетного количества песка в ячеистобетонную смесь, л;

$B_в$ – содержание воды в 1 л песчаного шлама, кг/л.

4.5.1.32 Содержание воды в 1 л шлама $B_в$, кг/л, рассчитывают по формуле:

$$B_в = \rho_{шл} - \Pi_м, \quad (22)$$

где $\Pi_м$ – содержание кремнеземистого компонента (молотого песка) в 1 л песчаного шлама, кг/л;

$\rho_{шл}$ – плотность шлама, кг/л.

4.5.1.33 Содержание молотого песка и воды в 1 л шлама в зависимости от плотности приведены в таблице 7 для песка с истинной плотностью, равной 2650 кг/м³ (2,65 кг/л).

Таблица 7 – Содержание кремнеземистого компонента (молотого песка) и воды в 1 л песчаного шлама в зависимости от плотности

Плотность шлама $\rho_{шл}$, кг/л	Содержание кремнеземистого компонента (молотого песка) в 1 л песчаного шлама Π_m , кг/л	Содержание воды в 1 л песчаного шлама B_6 , кг/л
1,60	0,964	0,636
1,61	0,979	0,631
1,62	0,997	0,623
1,63	1,010	0,620
1,64	1,028	0,612
1,65	1,040	0,610
1,66	1,060	0,600
1,67	1,076	0,594
1,68	1,090	0,590
1,69	1,108	0,582
1,70	1,120	0,580
1,71	1,140	0,572
1,72	1,156	0,564
1,73	1,167	0,558
1,74	1,188	0,552
1,75	1,210	0,545
1,76	1,212	0,541
1,77	1,236	0,534
1,78	1,250	0,530
1,80	1,280	0,520

4.5.1.34 Количество воды, вносимое с алюминиевой суспензией $P_6^{ал.сусп.}$ кг, определяют с учетом нормируемого расхода алюминиевой пудры и концентрацией алюминиевой суспензии.

Рекомендуется приготавливать алюминиевую суспензию с содержанием алюминиевой пудры от 0,04 до 0,05 кг на 1 кг воды. Количество воды, вносимой с алюминиевой суспензией $P_6^{ал.сусп.}$ в кг, рассчитывают по формуле:

$$P_{\text{г.ал.сусп}} = \frac{P_n}{k_{\text{сусп}}}, \quad (23)$$

где P_n – расход порообразователя, кг;

$k_{\text{сусп}}$ – содержание алюминиевой пудры в 1 кг алюминиевой суспензии, кг.

4.5.1.35 Количество сухого вещества, вносимое шламоотходами $P_{\text{св}}^{\text{омх}}$ кг, рассчитывают по формуле:

$$P_{\text{св}}^{\text{омх}} = \frac{K_{\text{шл}}}{100} \cdot P_{\text{сух}}, \quad (24)$$

где $K_{\text{шл}}$ – содержание шламоотходов в пересчете на сухое вещество, в процентах;

$P_{\text{сух}}$ – расчетный расход сухой смеси, кг.

4.5.1.36 Количество воды, вносимой со шламоотходами $P_{\text{г}}^{\text{омх}}$ кг, рассчитывают по формуле:

$$P_{\text{г}}^{\text{омх}} = V_{\text{л}}^{\text{омх}} \cdot B_{\text{г}}^{\text{омх}}, \quad (25)$$

где $V_{\text{л}}^{\text{омх}}$ – расчетный объем шламоотходов, л;

$B_{\text{г}}^{\text{омх}}$ – количество воды в 1 л шламоотходов, кг/л.

4.5.1.37 Расход песка для приготовления песчаного шлама $P_{\text{к}}^{\text{шл}}$ кг, корректируют, с учетом расхода шламоотходов по количеству сухого вещества $P_{\text{св}}^{\text{омх}}$. Расход песка для приготовления песчаного шлама $P_{\text{к}}^{\text{шл}}$ кг, вносимого в ячеистобетонную смесь с учетом шламоотходов, определяют по формуле:

$$P_{\text{к}}^{\text{шл}} = P_{\text{сух}} - (P_{\text{ц}} + P_{\text{вяж}} + P_{\text{св}}^{\text{омх}}), \quad (26)$$

где $P_{\text{сух}}$ – расчетный расход сухой смеси, кг;

$P_{\text{ц}}$ – расход цемента, кг;

$P_{\text{вяж}}$ – расход вяжущего, кг;

$P_{\text{св}}^{\text{омх}}$ – расход шламоотходов по количеству сухого вещества, кг.

4.5.1.38 Расход цемента $P_{\text{ц}}$, кг, рассчитывают по формуле:

$$P_{\text{ц}} = \frac{P_{\text{сух}} \cdot \mathcal{C}}{100}, \quad (27)$$

где \mathcal{C} – содержание цемента в смеси в зависимости от расчетного расхода сухой смеси $P_{\text{сух}}$, в процентах.

СП РК 5.03-104-2013

Содержание цемента в смеси задают по опытным данным лаборатории с последующим уточнением в зависимости от проектируемого класса бетона по прочности.

4.5.1.39 Расход алюминиевой пудры (порообразователя) P_{Al} , определяют по формуле, кг:

$$P_{Al} = \frac{P_{\text{сух}} Al}{100}, \quad (28)$$

где Al – содержание в смеси алюминиевой пудры в зависимости от расчетного расхода сухой смеси $P_{\text{сух}}$, в процентах.

4.5.1.40 Технологические потери основного сырья и материалов определяют путем замеров отдельно по каждой технологической операции. Количество технологических потерь корректируют в зависимости от используемого сырья, особенностей технологии, состояния оборудования.

4.5.1.41 Ориентировочный расход материалов в зависимости от плотности ячеистого бетона приведен в таблице 8.

4.5.1.42 Корректировка состава ячеистого бетона должна проводиться с учетом качества цемента, песка, золы и пенообразователя. Откорректированные составы выдаются на производство.

Подбор состава ячеистого бетона с добавкой следует проводить путем корректировки состава бетона без добавки.

Таблица 8 – Ориентировочный расход материалов в зависимости от плотности ячеистого бетона

Средняя плотность, кг/м ³	Расход материалов на 1 м ³ , кг			
	цемент	песок	вода	пенообразователь
400	330	-	115	1,5
600	360	200	120	1,3
800	380	380	130	1,2
1000	420	550	140	1,1
1200	450	718	150	1,0

4.5.2 Подготовка материалов

4.5.2.1 При приготовлении известково-песчаного вяжущего известь следует размалывать вместе с частью кремнеземистого компонента до получения вяжущего с удельной поверхностью не менее 4500 см²/г. Соотношение извести и кремнеземистого компонента при их совместном помоле принимают в зависимости от качества извести в пределах от 1,0:0,2 до 1,0:1,0 по массе. При повышенной влажности песка содержание его

в смеси понижают. При использовании быстрогасящейся извести содержание песка увеличивают. Во всех случаях содержание гашеной извести не должно превышать 40 %.

При использовании быстрогасящейся извести при помоле в состав смеси рекомендуют вводить гипсовый камень в количестве от 2 % до 5 % по массе от содержания активных (CaO + MgO) в извести.

4.5.2.2 При приготовлении известково-цементного вяжущего рекомендуют производить совместный помол цемента, извести и песка до удельной поверхности смеси до (3500 – 4000) см²/г.

Соотношение компонентов (цемент:известь:песок) при помоле в зависимости от качества извести принимают от 1,0:0,6:0,6 до 1,0:1,5:1,0. Гипсовый камень при использовании быстрогасящейся извести вводят при помоле в количестве от 2 % до 5 % по массе от содержания в извести активных (CaO + MgO).

4.5.2.3 При использовании известково-золяного вяжущего золу-уноса ТЭС, отвечающую требованиям ГОСТ 25818, размалывают вместе с известью в соотношении 1:1 по объему. Гипсовый камень вводят при помоле в количестве от 3 % до 5 % по массе от содержания в извести активных (CaO + MgO). Удельная поверхность известково-золяной смеси должна быть не менее 3500 см²/г.

4.5.2.4 Для обеспечения стабильности свойств вяжущего и повышения однородности ячеистого бетона молотое смешанное вяжущее усредняют в гомогенизаторах.

4.5.2.5 При подготовке кремнеземистого компонента:

- песок размалывают мокрым способом, рекомендуемая плотность песчаного шлама – от 1,62 до 1,70 кг/л;
- золу-унос размалывают сухим способом.

4.5.2.6 Рекомендуемая удельная поверхность песка в шламе для изготовления ячеистобетонной смеси различной средней плотности должна быть, см²/г:

- D700 не менее 2200;
- D600 не менее 2400;
- D500 не менее 2600;
- D400 не менее 2800.

4.5.2.7 При мокром помоле песка для стабилизации шлама рекомендуют вводить добавку извести в количестве от 2 % до 3 % от массы песка, сульфат натрия, триэтаноламин или полигидросилоксан. В процессе помола плотность шлама из мельниц контролируют и, при необходимости, корректируют соотношение песка и воды для получения необходимой плотности и удельной поверхности.

4.5.3 Приготовление песчаного шлама

4.5.3.1 Для приготовления песчаного шлама в мельницу мокрого помола следует дозировать песок и воду.

4.5.3.2 Подачу сырьевых материалов в мельницу следует осуществлять непрерывно автоматическими весовыми дозаторами с определенной точностью дозировки.

4.5.3.3 Песчаный шлам необходимо корректировать в шламбассейне до получения необходимой плотности.

СП РК 5.03-104-2013

4.5.3.4 Расход воды должен быть таким, чтобы поддерживать плотность шлама на выходе из мельницы в пределах 1,67 кг/л. Колебания плотности шлама не должны превышать $\pm 0,05$ кг/л.

4.5.3.5 Бетон-сырец, полученный после срезания «горбушки» рекомендуется добавлять в сырьевую смесь песчаного шлама в качестве кремнеземистого компонента.

Кремнеземистый компонент, который находится в «горбушке» уменьшает расход вяжущего, песка или золы при последующих замесах.

4.5.3.5 Зависимость между удельной поверхностью и остатком на сите № 0,08 приведена в таблице 9.

Таблица 9 – Зависимость удельной поверхности от остатка на сите № 0,08

Материал	Примерный остаток на сите № 0,08, %	Удельная поверхность, м ² /кг
Известь	20	300
	15	400
	10	500
	6	600
Песок	25	150
	20	200
	15	250
	10	300
	7	350
Известково-песчаное вяжущее	12	300
	8	400
	6	500
	4,5	600
Известково-зольное и известково-шлаковое вяжущее	9	400
	7	500
	5	600

4.5.4 Активация алюминиевой пудры

4.5.4.1 При получении изделий из ячеистого бетона удельная поверхность алюминиевой пудры должна быть в пределах от 6000 до 10000 см²/г с содержанием активного алюминия до 95 %.

4.5.4.2 Алюминиевую пудру для лучшего распределения в смеси следует применять в виде водной суспензии.

4.5.4.3 Для повышения реакционной способности, лучшего смешивания алюминиевой пудры с водой и диспергирования агломератов в смесь следует добавлять поверхностно-активные вещества (ПАВ), понижающие поверхностное натяжение на границе частица - вода. Используемые для этой цели бытовые или промышленные моющие средства (стиральные порошки, жидкие средства) содержат всего от 6 % до 15%

ПАВ, что обуславливает их низкую эффективность при приготовлении суспензии из алюминиевой пудры.

4.5.4.4 Бытовые или промышленные моющие средства не рекомендуется применять в качестве активаторов алюминиевой пудры т.к. они содержат добавки, снижающие скорость схватывания и твердения ячеистых бетонов.

4.5.4.5 Для диспергирования (активации алюминиевой пудры) в водной суспензии рекомендуется применять активаторы пружинного типа.

4.5.5 Приготовление пены

4.5.5.1 Приготовление пены рекомендуется осуществлять с применением:

- диспергирования газа механическим встряхиванием сосуда, частично заполненного раствором пенообразователя, интенсивным перемешиванием мешалками или барботированием газа через пористую перегородку в слой жидкости;

- выделения газа в виде новой дисперсной фазы из пересыщенного раствора при определенной реакции.

4.5.5.2 Продолжительность взбивания пены в зависимости от вида пенообразователя колеблется от 2 до 7 мин.

4.5.5.3 Для ускорения получения пены следует подавать в смеситель сжатый воздух.

4.5.5.4 Полученная пена должна иметь однородную структуру с ячейками размером от 1 до 2 мм. Наличие пор крупных размеров свидетельствует о недостаточности взбивания пены.

4.5.5.5 Во избежание разрушения пены не допускается попадания в пеногенератор масел или каких-либо разрушающих пену веществ.

4.5.5.6 В случае попадания в пеногенератор масел или каких-либо разрушающих пену веществ его следует тщательно промывать (примерно 20 л) 10 %-ным или 20 %-ным раствором соляной кислоты, а затем таким же количеством чистой воды.

4.5.5.7 Расход пеноконцентрата не должен превышать 1,5 литров на 1 м³ ячеистого бетона.

4.5.6 Приготовление ячеистобетонной смеси

4.5.6.1 Для приготовления ячеистобетонной массы и получения высокоомогенных и активированных смесей, с пониженным содержанием воды затворения, рекомендуется применять виброгазобетоносмесители, гидродинамические смесители, пенобетоносмесители.

4.5.6.2 Для приготовления газобетона следует применять смесители-раздатчики или растворо- и пенобетономешалки.

4.5.6.3 Требуемое количество песчаного шлама следует загружать во вращающийся барабан из корректирующего шламбассейна.

4.5.6.4 При изготовлении ячеистого материала на портландцементе шлам или воду следует предварительно подогревать.

4.5.6.5 Температура шлама должна быть от 40 °С до 50 °С, а температура воды – от 60 °С до 80°С.

4.5.6.6 При изготовлении пеногазобетона оптимальная температура воды затворения должна составлять от 21 °С до 25 °С.

4.5.6.7 Перемешивание смеси должно быть не менее 2 мин.

4.5.6.8 При использовании сухих компонентов при приготовлении газобетонной смеси необходима следующая последовательность:

- залить требуемое количество воды, нагретой до заданной температуры;
- загрузить отвешенное количество вяжущего и отмеренное количество заполнителей;
- перемешивать в течение 3 мин;
- заливать газообразователь и дополнительно перемешивать в течение 2 мин.

4.5.6.9 Газообразователь следует вводить в смесь сразу после наполнителя, что обеспечит максимальную длительность перемешивания, при этом не следует использовать интенсификаторы газообразования.

4.5.6.10 Необходимо обеспечить равномерное распределение газообразователя по всему объему замеса, так как его расход во много раз меньше расхода других составляющих.

4.5.6.11 Для приготовления пенобетона рекомендуется следующая последовательность приготовления и перемешивания:

- засыпать песок;
- добавить цемент и всё перемешивать до получения однородной массы;
- смесь затворить водой в количестве, соответствующем выбранной рецептуре и тщательно перемешивать до получения однородной пластичной массы.

4.5.6.12 Смесь не должна содержать комков.

4.5.6.13 Из пеногенератора по рукаву-пенопроводу в приготовленную цементно-песчаную смесь вносят определенное рецептурой количество пены и перемешивают.

4.5.6.14 При приготовлении пенобетона необходимо контролировать среднюю плотность смеси.

4.5.6.15 Технология получения пенобетона методом «сухой» минерализации пены, предусматривает:

- приготовление из высококонцентрированного пенообразователя водного раствора заданной концентрации;
- подачу раствора пенообразователя в пеногенератор и непрерывное образование пены кратностью от 4 до 6;
- непрерывное дозирование сухого цемента, наполнителя и пены в смеситель-минерализатор, из которого готовая ячеистобетонная масса с заданными значениями плотности поступает для заливки форм или опалубки;
- заливку ячеистобетонной массы в накопители для последующего перекачивания в формы (технология получения блоков) или опалубку (монолитное домостроение – заливка стен, стяжек под полы, перегородок).

4.5.6.16 Рекомендуемая продолжительность цикла приготовления и заливки ячеистобетонной массы составляет от 5 до 15 мин.

4.5.6.17 Технология «сухой» минерализации предусматривает одностадийный способ приготовления ячеистобетонной смеси, при котором процессы смешивания компонентов, их активация и поризация, происходят одновременно в одном агрегате –

скоростном смесителе активаторного типа без применения пеногенераторов и предварительного приготовления пены.

4.5.7 Формование изделий

4.5.7.1 Рекомендуемые способы формования изделий:

а) при изготовлении газобетона по литевой технологии применяемые материалы - вяжущее, песчаный шлам и вода, следует дозировать и подавать в газобетоносмеситель для перемешивания от 4 до 5 мин; затем в приготовленную смесь следует добавить водную суспензию алюминиевой пудры, перемешивать и заливать в формы;

б) при вибрационной технологии газобетона во время перемешивания в смесителе и вспучивания в форме смесь следует подвергать вибрации. Газовыделение в процессе вспучивания должно заканчиваться не позднее чем через 7 мин;

в) резательная технология изготовления изделий из ячеистого бетона предусматривает формование большого массива объемом от 10 до 12 м³, высотой до 2 м. Резательная технология позволяет получать различные по длине, ширине, толщине изделия с различными профилями, пазами, фасками и шпонками в однотипных формах.

4.5.7.2 После автоклавной обработки, при необходимости, следует производить дополнительную механическую обработку и калибровку изделий.

4.5.7.3 Перед формованием элементы формы внутри и снаружи должны быть очищены и смазаны.

4.5.7.4 Следует следить за герметичностью форм.

4.5.7.5 При заливке в формы следует следить за тем, чтобы мощная струя ячеистобетонной смеси не смывала слой смазки со дна (и с бортов) формы, что приведет к браку в изделиях.

4.5.7.6 Не рекомендуется применять машинные масла из-за загрязнения поверхности бетона и невозможности, при необходимости, последующего качественного нанесения покрытия. Следует избегать нанесения обильного или толстого слоя смазки.

4.5.7.7 При необходимости смазку допускается нагревать до температуры 80 °С.

4.5.7.8 Арматурные каркасы, сетки и закладные детали при установке их в формы не должны иметь искривлений стержней и механических повреждений. Укрупнительную сборку каркасов производят в специальных кондукторах.

4.5.7.9 Закладные детали и арматурные каркасы закрепляют в форме для предупреждения их сдвига во время заливки ячеистобетонной смеси и ее созревания.

Сварные арматурные изделия должны соответствовать требованиям ГОСТ 10922.

4.5.7.10 Для обеспечения требуемой толщины защитного слоя бетона (не менее 25 мм) арматурные каркасы и сетки размещают на подкладках-фиксаторах.

4.5.7.11 Форму заполняют за один прием. Высоту заполнения формы h , м, ячеистобетонной смесью рассчитывают по формуле:

$$h = K_r h_0 \cdot \frac{\rho_{\text{яч.см}}}{\rho_p}, \quad (29)$$

где K_c – коэффициент, учитывающий высоту «горбушки» после вспучивания;
 h_0 – высота формы, м;
 ρ_p – фактическая средняя плотность растворной смеси для ячеистого бетона, кг/м³;
 $\rho_{яч.см}$ – фактическая средняя плотность ячеистобетонной смеси, кг/м³.

При литевом способе формирования коэффициент K_f принимают равным 1,1, а при ударном способе формирования для массивов высотой 0,6 м – 1,05; для массивов высотой 1,2 м – 1,2.

4.5.7.12 В процессе вспучивания массива не допускается «кипение» ячеистобетонной массы. Максимальная температура массива не должна превышать 85 °С.

4.5.7.13 Формы с ячеисто-бетонной смесью следует выдерживать после вспучивания на постах заливки при температуре не ниже 15 °С или 20 °С до приобретения требуемой пластической прочности, определяемой при помощи пластомера.

4.5.7.14 При заливке крупных изделий объемом от 1,5 до 2 м³ нельзя допускать перерывов в укладке ячеистой смеси более 30 мин, это приводит к отслоению затвердевшего пенобетона по контакту со свежеслитой смесью.

4.5.7.15 После заливки изделия должны выдерживаться до запарки от 8 до 10 ч и затем целым составом вагонеток загружаться для запарки в автоклав на всю его длину.

4.5.7.16 Для устранения значительных температурных и усадочных напряжений в крупноразмерных изделиях (крупные стеновые блоки или панели) толщиной более 25 см при автоклавной обработке рекомендуются следующие мероприятия:

- обогащение песка путем промывки с доведением содержания в нем SiO₂ до 90 % и более или заменой его другим песком с повышенным содержанием SiO₂;
- использовать цемент с большим содержанием C₃S и малым содержанием C₃A (не более 6 %);
- уменьшение тонкости помола песка (до остатка на сите № 021, равного 30 %) при условии получения заданной прочности ячеистого бетона;
- добавка извести в состав ячеистого бетона (до 30 % взамен цемента);
- устройство в изделиях технологических пустот (только в крайних случаях);
- введение в состав ячеистого бетона легких заполнителей, средняя плотность которых не больше заданной средней плотности ячеистого бетона (перлит, вермикулит и т. п.);
- увеличение цикла остывания изделий как в автоклаве (после запарки), так и после автоклавной обработки.

4.5.7.17 При резательной технологии после созревания сырца формы выдерживают на постах выдержки при температуре (20 ± 5) °С до достижения требуемой пластической прочности сырца.

Для ускорения процесса вызревания и уменьшения отклонений значений пластической прочности сырца между наружными и внутренними слоями формы массивов с ячеистобетонным сырцом рекомендуется выдерживать в термокамерах при температуре от 60 °С до 70 °С. Время выдержки в термокамерах для литевого способа формирования составляет от 3 до 4 ч, для ударного способа формирования – не более 2 ч.

Методика определения пластической прочности ячеистобетонного сырца приведена в приложении Д

4.5.7.18 Изделия из пенобетонной смеси, изготавливаемые литьевым способом формования, перед тепловлажностной обработкой необходимо выдерживать не менее 8 ч при температуре воздуха не ниже 18 °С.

4.5.7.19 После созревания ячеистобетонного сырца формы следует раскрывать и переносить на стол резательной машины. Подъем, транспортировка и кантование массива на стол резательной машины необходимо осуществлять плавно, без резких толчков и ударов.

4.5.7.20 На отдельных станциях массивы сначала калибруются, профилируются, а затем поступают на горизонтальную и вертикальную резку.

4.5.7.21 При изготовлении изделий по резательной технологии необходимо учитывать следующее:

а) поверхности плоскостей дна формы и стола резательной машины не должны иметь отклонения от плоскостности более чем на 1 мм/м для мелкоштучных неармированных изделий и 1,5 мм/м – для крупноразмерных армированных изделий;

б) до снятия предварительного обжатия массив ячеистобетонного сырца должен равномерно прилегать к поверхности рабочего стола резательной машины, а масса захвата должна передаваться на фиксирующее устройство. По немецкой технологии срезаются все стороны газобетона (пенобетона), прилегающие к бортам примерно на 5 см. Это предотвращает деформации бетона, так как прилегающий к бортам бетон имеет более плотную структуру, а, следовательно, более высокий коэффициент линейного термического расширения. При этом устраняется, так называемый «пристеночный» эффект;

в) для предотвращения неравномерного изменения пластической прочности ячеистобетонного сырца по всему объему массива время выдержки с момента раскрытия бортов формы до его разрезки не должно превышать 10 мин.

4.5.7.22 Пластическая прочность ячеистобетонного сырца в массиве к началу разрезки должна быть не менее 0,03 МПа. В случае подъема массива с бортами формы пластическая прочность измеряется в середине «горбушки».

При производстве изделий без переноса массивов и разрезкой их на поддоне формы пластическая прочность ячеистобетонного сырца должна быть не менее 150 г/см².

4.5.7.23 Энергосберегающая резательная технология обеспечивает возможность изготовления ячеистого бетона плотностью от D500 до D600 с защитно-декоративным слоем из фибропоробетона.

4.5.7.24 При изготовлении армированных изделий до открытия бортов формы необходимо снять кондуктор, фиксирующий арматурные каркасы.

4.5.7.25 Отходы ячеистобетонного сырца, полученные в результате срезки «горбушки», разрезки и калибровки массива, перемешивают с водой в растворешалке до получения однородной массы плотностью от 1300 до 1600 кг/м³ и перекачивают в специальный шламбассейн для повторного использования.

4.5.7.26 Количество отходов, добавляемых в приготавливаемую смесь, при пересчете на сухое вещество должно составлять не более 15 % от массы сухих компонентов.

4.5.7.27 Разрезанные массивы следует переносить и устанавливать на автоклавные тележки, которые затем подают в автоклав.

4.5.7.28 Если автоклавы еще загружены, то отформованные массивы следует выдерживать в камерах-накопителях, чтобы исключить остывание ячеистобетонной смеси, которое отрицательно сказывается на процессе структурообразования во время автоклавной обработки.

4.5.8 Твердение ячеистого бетона и уход за ним. Распалубка изделий

4.5.8.1 Для ускорения процесса твердения ячеистого бетона необходимо применять высококачественный цемент, химические добавки и тепловую обработку изделий.

4.5.8.2 Свойства пены в смеси должны сохраняться в течение от 8 до 12 ч.

4.5.8.3 Окончательный набор прочности происходит при запаривании ячеистобетонных массивов под избыточным давлением пара в автоклавах.

4.5.8.4 Пропаривание применяют для изделий, изготовленных на основе цемента.

4.5.8.5 В начальный период запаривания из автоклава следует удалить воздух продувкой паром. Повышение температуры в автоклаве до $(105 \pm 5) ^\circ\text{C}$ следует производить равномерно в течение от 0,7 до 1,5 ч. Время продувки автоклава допускается увеличить до достижения в центре изделия температуры $70 ^\circ\text{C}$. Пар в автоклав подают через детурбуляционное устройство.

4.5.8.6 Рекомендуемые режимы автоклавной обработки приведены в таблице 10.

4.5.8.7 Режимы автоклавной обработки могут уточняться в заводских условиях с учетом свойств применяемых материалов. Допускается применение автоклавной обработки при пониженном давлении пара при условии получения ячеистого бетона с физико-механическими свойствами, отвечающими требованиям действующих нормативов на изделия, а также, если это экономически оправдано при производстве.

4.5.8.8 Не допускаются колебания давления в период его подъема и выдержки. Колебания давления в автоклаве не должны превышать 0,02 МПа. Процесс управления режимом автоклавной обработки должен быть автоматизирован.

4.5.8.9 Величина минимально допустимого остаточного давления в автоклаве (максимального наружного избыточного давления) должна быть указана в паспорте автоклава или в разрешении завода-изготовителя на его эксплуатацию в условиях разрезания.

4.5.8.10 При кассетном способе производства газобетонных изделий перед автоклавной обработкой следует проводить пропаривание изделий в кассетах в течение 7 ч для приобретения газобетоном прочности при сжатии не менее 5 кгс/см^2 . Пар в кассету следует подавать через 2 ч после вспучивания газобетона. При использовании многоместных кассет пропаривание следует вести по режиму 2 плюс 2, плюс 3 ч, а при двухместных – по режиму 2 плюс 4 плюс 1 ч (подъем температуры в бетоне от $95 ^\circ\text{C}$ до $100 ^\circ\text{C}$; плюс прогрев с подачей пара; плюс охлаждение при закрытых бортах).

4.5.8.11 Распалубку изделий и перенос их на автоклавные вагонетки следует производить сразу после окончания пропаривания.

4.5.8.12 Температура выдержки в пропарочных камерах (при пропаривании изделий в индивидуальных формах) должна составлять до $(85 \pm 5) ^\circ\text{C}$ – с применением портландцемента, и до $(95 \pm 5) ^\circ\text{C}$ – с применением шлакопортландцемента.

Рекомендуемые режимы пропаривания изделий приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Режимы пропаривания изделий

Толщина изделий, мм	Длительность тепловой обработки (подъем температуры+выдержка+остывание), ч	Общая продолжительность пропаривания, ч
До 200	1,5+8+1,5	11
200-300	2,5+10+1,5	14
400-600	3+12+2	17

4.5.8.13 Режим пропаривания, обеспечивающий достижение в летнее время не менее 70 % и зимой не менее 80 % от заданного предела прочности бетона при сжатии, считается оптимальным для данного состава и принимается в качестве рабочего режима.

4.5.8.14 Не позднее, чем через 12 ч после окончания бетонирования, а в жаркую погоду – через 2 или 3 ч, следует начинать поливку поверхности ячеистого бетона и продолжать от 3 до 7 сут, согласно общим инструкциям при ведении бетонных работ.

4.5.8.15 При температуре бетонирования ниже 5 °С выполняются аналогичные мероприятия, как и для обычного бетона (добавки, тепляки и т. д.).

4.5.8.16 Распалубка конструкций (без применения каких-либо добавок) осуществляется через 10 или 12 ч (после набора 25 % проектной прочности).

4.5.8.17 При естественном твердении в нормальных условиях (25 ± 5) °С ячеистый бетон набирает от 55 % до 70 % марочной прочности в течение от 7 до 14 сут с последующим набором 100 % марочной прочности в 28 сут.

Таблица 10 – Рекомендуемые режимы автоклавной обработки

Наименование изделия	Толщина изделия, мм	Продолжительность периода, ч					Общая продолжительность автоклавной обработки, ч
		прогрев и продувка паром	вакуумирование	подъем давления пара до (от 0,8 до 1,2 МПа)	выдержка при давлении пара (от 0,8 до 1,2 МПа)	снижение давления пара	
Изделия для наружных стен из ячеистого бетона марки по средней плотности от 500 кг/м ³ до 700 кг/м ³	200	от 0,7 до 1,5	от 0,5 до 1,0	1,5	от 6 до 7	от 1,5 до 2,0	от 10,2 до 13,2
	240	от 0,7 до 1,6	от 0,5 до 1,0	1,5	от 7 до 8	от 1,5 до 2,0	от 11,2 до 14,5
	300	от 0,7 до 1,5	от 0,5 до 1,0	1,5	от 9 до 10	от 1,5 до 2,0	от 13,7 до 16,5
Изделия, изготовленные путем горизонтальной разрезки массива высотой 600 мм	-	от 0,7 до 1,5	от 0,5 до 1,0	1,5	от 5 до 14	от 1,5 до 2,0	от <u>9,7</u> до <u>11,9</u> от 19,2 до 20,5
Изделия, изготовленные путем вертикальной разрезки массива высотой 600 мм	-	от 0,7 до 1,5	от 0,5 до 1,5	1,5	от 5 до 9	от 1,5 до 2,0	от <u>9,7</u> до <u>11,5</u> от 13,7 до 15,5
Изделия для внутренних стен из ячеистого бетона марки по средней плотности 800 кг/м ³ и более	-	от 0,7 до 1,5	от 0,5 до 1,5	1,5	от 9 до 10	от 2,0 до 3,0	от 14,2–17,5
Теплоизоляционные изделия марки по средней плотности от 250 до 400 кг/м ³	200	от 0,7 до 1,5	от 0,7 до 1,5	1,5	5 до 6	от 1,5 до 2,0	от 9,7 до 12,5
	240	от 0,7 до 1,5	от 0,7 до 1,5	1,5	от 6 до 7	от 1,5 до 2,0	от 10,7 до 13,5
	300	от 0,7 до 1,5	от 0,7 до 1,5	1,5	от 8 до 9	от 1,5 до 2,0	от 12,7 до 16,5
Конструкционно-теплоизоляционные изделия марки по средней плотности от 400 до 600 кг/м ³	-	от 0,7 до 1,5	от 1,0 до 1,5	3,0*	7*	от 3,0 до 3,5	от 14,7 до 16,5

Продолжение таблицы 10

* Подъем и выдержка давления – 0,9 МПа.

Примечание - В последней графе над чертой приведена продолжительность автоклавной обработки при начальной температуре в центре изделия выше 70 °С к моменту выдержки; под чертой – продолжительность автоклавной обработки при начальной температуре изделия 70 °С и ниже.

4.5.8.18 Производство строительных работ должно осуществляться после набора от 50 % до 60 % прочности.

4.5.8.19 Загружать конструкции полной расчетной нагрузкой допускается только после достижения ячеистым бетоном проектной прочности.

4.5.8.20 При бетонировании зимой распалубку производят только после испытания образцов в лаборатории.

4.5.8.21 После снятия опалубки рекомендуется ровно снять острую угловую кромку во избежание случайного скола и потери товарного вида изделия.

4.5.9 Производство армированных и неармированных изделий

4.5.9.1 Армированные изделия из ячеистого бетона автоклавного твердения изготавливают в соответствии с ГОСТ 19010.

4.5.9.2 Неармированные изделия из ячеистого бетона изготавливают в соответствии с требованиями СТ РК EN 771-4, ГОСТ 21520, ГОСТ 5742 и по технологической документации, утвержденной в установленном порядке.

4.5.9.3 Стеновые неармированные изделия, изготовленные из ячеистого конструкционно-теплоизоляционного бетона автоклавного твердения должны соответствовать требованиям СТ РК EN 12602, ГОСТ 31360, ГОСТ 11118.

4.5.9.4 Ячеистые бетоны автоклавного твердения, предназначенные для изготовления изделий (блоков, плит, перемычек, стеновых панелей, панелей покрытий и др.) должны соответствовать требованиям ГОСТ 31359.

4.5.9.5 При формировании армированных изделий перед заливкой в форму вставляется кондуктор, на вертикальные стержни которого подвешиваются арматурные каркасы в вертикальном положении. Раму кондуктора следует устанавливать на бортах формы. Подвешивание арматурных каркасов на кондукторы осуществляют вручную на специальных стендах.

Для армирования изделий следует применять сварные каркасы и сетки, изготовленные из стали видов и классов, указанных в рабочих чертежах.

4.5.9.6 Форма и размеры закладных деталей, их расположение, способы фиксации должны соответствовать требованиям рабочих чертежей.

4.5.9.7 Номинальная толщина защитного слоя бетона до арматуры в изделиях должна соответствовать указанной в рабочих чертежах и быть не менее 20 мм – для конструктивной и не менее 25 мм – для рабочей арматуры.

4.5.9.8 Фактическая средняя плотность бетона не должна превышать нормируемую плотность, определяемую по ГОСТ 27005 или по ГОСТ 12730.1.

4.5.9.9 Соотношения классов бетона по прочности на сжатие и средней плотности должны соответствовать требованиям действующих стандартов на конкретный вид продукции по ГОСТ 25820.

4.5.10 Производство стеновых блоков и плит

4.5.10.1 Блоки строительные из автоклавного ячеистого бетона должны соответствовать требованиям СТ РК EN 771-4, ГОСТ 21520.

4.5.10.2 Технология производства строительных блоков должна включать вертикальную заливку массива высотой 1,2 м и резку его короткими струнами. Производство высоких массивов обладает рядом преимуществ по сравнению с изготовлением горизонтальных массивов высотой 0,6 м, к которым относятся:

- возможность резки короткой струной;
- повышение коэффициента заполнения автоклава;
- сокращение производственных площадей.

4.5.10.3 При изготовлении стеновых блоков должна быть предусмотрена следующая последовательность:

- помол песка мокрым способом, подача шлама, цемента, извести в шламбассейн и расходные бункера;
- дозирование цемента, извести и шлама осуществляется дозаторами на тензометрических датчиках с дистанционным управлением;
- перемешивание отдозированных компонентов в передвижной газобетонешалке и выгрузка в вертикальную бортоснастку.

4.5.10.4 После набора необходимой пластической прочности и снятия бортов формы массив следует подавать к резательному комплексу.

4.5.10.5 Разрезанные на блоки массивы на подставном поддоне следует устанавливать на автоклавную вагонетку и загружать в автоклав.

4.5.10.6 Для изготовления плит следует применять бетон класса по прочности на сжатие не ниже В3,5, марки по средней плотности не ниже D600.

4.5.10.7 Для изготовления панелей следует применять бетон класса по прочности на сжатие не ниже В2,5, марки по средней плотности не ниже D500.

4.5.10.8 Для несущих плит из двух арматурных сеток необходимо предусмотреть распорки и держатели, которые фиксируются на специальных удерживающих пальцах.

4.5.10.9 В плитах и панелях, изготавливаемых по формовой технологии, допускаются утопленные или выступающие на поверхности закладные изделия, строповочные устройства, а также арматурные выпуски и другие элементы, предназначенные для сварки при монтаже.

4.5.10.10 В плитах и панелях, изготавливаемых по резательной технологии, утопленные, выступающие на поверхности или за их пределы закладные изделия, строповочные устройства, а также арматурные выпуски и другие элементы не допускаются.

4.5.10.11 В плитах и панелях, кроме предусмотренных рабочими чертежами, допускаются сквозные отверстия, образуемые фиксаторами арматурных изделий.

4.5.10.12 Плиты и панели должны удовлетворять требованиям по прочности, жесткости, трещиностойкости установленным в рабочих чертежах.

4.5.10.13 Удельная эффективная активность естественных радионуклидов бетонных изделий из ячеистого бетона $A_{эфф}$ не должна превышать 370 Бк/кг.

4.5.11 Улучшение качества ячеистого бетона

4.5.11.1 Контроль соответствия должен включать комплекс действий и решений, которые должны проводиться и устанавливать и наладить серийное производство

непрерывно действующих пенобетономешалок и газобетономешалок емкостью от 2 до 3 м³, автоклавов с давлением пара до 1,2 МПа и диаметром 3,6 м, обеспечивающих заданный режим автоклавной обработки изделий.

4.5.11.2 При проектировании заводов необходимо предусмотреть установку вакуумнасосов для создания перед пуском пара в автоклав разрежения воздушного пространства в автоклаве (вакуумавтоклавизация), а также для быстрого высушивания изделий после запарки (вакуумсушка).

4.5.11.3 Для регулирования свойств шламов и снижения величины средней плотности ячеистых бетонов следует применять высокодисперсные, минеральные и органоминеральные наполнители и стабилизаторы структурной прочности поризованной массы.

4.5.11.4 Необходимо строго соблюдать установленный технологический регламент, применять только кондиционное сырье (вяжущие, заполнители, пено- и газообразователи и др.), систематически уточнять состав ячеистого бетона, своевременно проводить предупредительный ремонт оборудования и особенно форм для изделий и т.п.

4.5.11.5 В процессе производства следует следить за улучшением однородности сырьевой смеси и продолжительностью прогрева изделий в процессе автоклавной обработки, так как это влияет на однородность, плотность и прочность ячеистого бетона.

4.5.12. Укрупнительная сборка составных панелей

4.5.12.1 При производстве изделий по резательной технологии, требуется укрупнительная сборка элементов.

Из готовых элементов, имеющих точные размеры, собирают на клею плоские или объемные конструкции, используя стяжную арматуру. Таким путем получают большие стеновые панели размером на одну или две комнаты и высотой на этаж.

4.5.12.2 Укрупнительную сборку составных панелей производят в горизонтальном или вертикальном положениях с помощью клеевых составов и стальных тяжей натяжения или крепежно-монтажных устройств. Качество клеящего состава должно быть регламентировано специальными техническими условиями и регулярно проверяться.

4.5.12.3 Укрупнительную сборку составных панелей следует производить на специальных кантователях или стендах со следующей последовательностью операций: сначала укладывают (устанавливают) изделия, на сопрягаемые грани которых наносят клеевые составы, затем устанавливают в заранее изготовленные отверстия стальные тяжи с шайбой и гайкой и производят притяжку изделий и натяжение тяжей. После отделки поверхности изделий, установки оконных блоков, подоконников и т. п. производят повторное натяжение тяжей (подтяжку). Величины первоначального и последующего натяжения должны быть указаны в чертежах на составные панели и технических условиях. Натяжение следует производить тарированным гайковертом или другим устройством.

4.5.12.4 Составные панели, изготовленные согласно чертежам, должны удовлетворять требованиям СТ РК EN 12602, ГОСТ 11118.

4.5.12.5 В процессе сборки составных панелей штучному контролю ОТК подлежат скрытые работы по соединению изделий между собой (особенно по креплению

простенков к поясам и перемычкам) и по креплению тяжей или иных крепежно-монтажных устройств.

4.5.12.6 Схемы испытаний прочности основных соединений панелей и порядок их проведения должны быть приведены в рабочих чертежах составных папертей.

4.5.13 Отделка стеновых изделий

4.5.13.1 Однослойные панели из автоклавного ячеистого бетона должны быть защищены от увлажнения с наружной стороны (фасадная поверхность), верхней и боковых торцевых граней и откосов проемов гидрофобными покрытиями или другими способами в соответствии с требованиями проектной документации.

4.5.13.2 Внутренние поверхности однослойных панелей из ячеистого бетона, предназначенных для стен помещений с влажным режимом, должны иметь пароизоляционное покрытие, вид и технические свойства которого должны соответствовать требованиям, установленным проектной документацией и указанным в заказе на изготовление панелей.

4.5.13.3 Участки верхней и боковых торцевых граней панелей, в зоне стыков между панелями, должны быть покрыты грунтовочным составом.

4.5.13.4 При заполнении стыков пенополиуретановыми композициями участки торцевых граней панелей следует предварительно затирать цементным раствором.

4.5.13.5 Качество отделки поверхностей и внешний вид панелей должны соответствовать требованиям ГОСТ 13015, СТ РК 937 и действующих нормативных документов на конкретный вид изделий.

4.5.13.6 Для отделки применяют дробленый (измельченный) заполнитель фракций от 5 до 10 мм, от 10 до 20 мм, от 5 до 20 мм, поризованные бетоны, рельефообразующие материалы.

4.5.13.7 Отделку панелей после автоклавной обработки производят нанесением тонкослойных покрытий на подготовленную поверхность ячеистого бетона.

4.5.13.8 Отделку панелей производят при температуре окружающей среды не ниже 8 °С. В помещениях должно быть предусмотрено отделение для хранения отделочных материалов, а также отделение для приготовления отделочных составов.

4.5.14 Контроль соответствия качества

4.5.14.1 Контроль соответствия качества должен включать комплекс действий и решений и устанавливать критерии соответствия качеству не только по стабильности производства, но и единичные и комплексные показатели качества исходных материалов и выпускаемых изделий по ГОСТ 5742, ГОСТ 11118, ГОСТ 19570, ГОСТ 21520, ГОСТ 31359, ГОСТ 31360.

4.5.14.2 Необходимо свести к минимуму погрешности дозировки ингредиентов (особенно, порообразователя и воды), а также колебания температурно-влажностного режима, т.к. это отрицательно влияет на качество ячеистого бетона и свойства изделий (плотность, теплопроводность, паро- и воздухопроницаемость, морозостойкость, усадка и пр.).

СП РК 5.03-104-2013

При сухом помоле песка и извести следует осуществлять:

- контроль и регулирование автоматических весовых дозаторов песка и извести при подаче материалов в мельницу;

- сигнализация верхнего и нижнего уровней песка и извести в бункерах.

При мокром помоле следует осуществлять:

- контроль и регулирование автоматических весовых дозаторов песка и воды при подаче его в мельницу;

- контроль и регулирование расхода воды, подаваемой в мельницу;

- сигнализация верхнего и нижнего уровней песка в бункерах;

- сигнализация верхнего и нижнего уровней в расходных баках воды;

- измерения температуры шлама в шламбассейнах;

- сигнализация нижнего и верхнего уровней шлама в шламбассейнах;

- измерение плотности шлама при выходе его из мельницы.

Качество портландцемента и шлакопортландцемента проверяют в каждой новой поступившей партии, оно должно соответствовать СТ РК EN 197-1, ГОСТ 31108, ГОСТ 10178, гипсовое вяжущее должно соответствовать СТ РК EN 13279-1, ГОСТ 4013.

Кварцевый песок контролируется на содержание илистых и глинистых примесей по СТ РК EN 12620, СТ РК 1217, ГОСТ 8736.

Сварные арматурные изделия по качеству должны соответствовать требованиям ГОСТ 10922.

4.5.14.3 Контроль кратности пены определяют следующим образом. Через шланги пеногенератора при давлении 0,8 МПа пропускается приготовленный раствор пенообразователя, из которого при давлении 0,8 МПа получают техническую пену. Образовавшуюся пену направляют в соответствующую тару емкостью от 10 до 15 л. После заполнения емкости подачу пены прекращают, отделившуюся друг от друга пену и воду взвешивают.

Кратность пены определяют по формуле:

$$K = \frac{V_g}{V_n}, \quad (30)$$

где K – кратность пены;

V_g – объем воды, г;

V_n – объем пены, г.

4.5.14.4 Стойкость пены оценивают продолжительностью разрушения пены. Стекланный цилиндр емкостью 100 или 200 см³ наполняют пеной и засекают время. За показатель стойкости пены принимают время выделения жидкости из пены в количестве 50 % от взятого для испытания объема.

4.5.14.5 Контрольные образцы ячеистого бетона должны твердеть в одинаковых условиях с изделиями и конструкциями до определения отпускной прочности. При определении прочности ячеистого бетона на сжатие образцы распалубливают не ранее чем через 5 или 7 ч после гидротермальной обработки и испытывают в возрасте 28 сут хранения в нормальных условиях.

4.5.14.6 Отбор образцов газобетонных блоков для подтверждения соответствия требованиям нормативного документа осуществляют методом случайной выборки без учета их качества и внешнего вида по СТ РК EN 771-4, ГОСТ 12852.

4.5.14.7 Изделия считаются принятыми, если показатели их качества удовлетворяют требованиям соответствующих нормативно-технических и нормативных документов.

Приемку изделий проводят в соответствии с требованиями ГОСТ 13015, СТ РК 937.

4.5.14.8 Приемку бетона по прочности, средней плотности и отпускной влажности проводят для каждой партии изделий.

4.5.14.9 Контроль соответствия показателей качества ячеистого бетона и изделий из него включает:

- прочность на сжатие и растяжение – по ГОСТ 10180;
- среднюю плотность – по ГОСТ 12730.1 или ГОСТ 17623;
- отпускную влажность – по ГОСТ 12730.2, ГОСТ 21718;
- морозостойкость и усадку при высыхании – по ГОСТ 25485 (приложение 2, 3);
- теплопроводность – по ГОСТ 7076;
- сорбционную влажность – по ГОСТ 24816 и ГОСТ 17177;
- паропроницаемость – по СТ РК ГОСТ Р EN 12086, ГОСТ 25898;
- призмную прочность – по ГОСТ 24452;
- модуль упругости – по СТ РК ISO 6784, ГОСТ 24452.
- испытание нагружением для оценки прочности – по ГОСТ 8829.

4.5.14.10 Фактическая средняя плотность ячеистого бетона должна соответствовать требованиям рабочих чертежей.

4.5.14.11 Ячеистый бетон автоклавного твердения относится к негорючим (НГ) материалам в соответствии с ГОСТ 30244.

4.5.14.12 Предел огнестойкости изделий из ячеистого бетона следует определять для каждого типа изделий в соответствии с ГОСТ 30247.1.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА, ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

5.1 Техника безопасности и охрана окружающей среды должны проводиться в соответствии с требованиями действующего законодательства, стандартов, нормативно-технических документов Республики Казахстан.

5.2 Производственные процессы и применяемое оборудование должны соответствовать ГОСТ 12.3.002 и ГОСТ 12.2-003 соответственно.

5.3 Состояние воздуха рабочей зоны должно соответствовать ГОСТ 12.1.005. Системы вентиляции должны соответствовать ГОСТ 12.4.021.

5.4 При производстве работ в цехах предприятий следует соблюдать правила пожарной безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004.

5.5 При изготовлении изделий следует соблюдать требования санитарной безопасности, взрывобезопасности производственных участков, в том числе связанных с применением веществ, используемых для смазки форм, химических добавок, приготовлением их водных растворов и бетонов с химическими добавками.

СП РК 5.03-104-2013

5.6 Во избежание загорания (вспышки) водорода, выделяющегося в процессе приготовления алюминиевых суспензий и паст, а также при изготовлении изделий из газобетона, курить строго воспрещается.

5.7 Уровень шума на рабочих местах не должен превышать допустимый ГОСТ 12.1.003.

5.8 В помещениях, где хранятся добавки или приготавливаются их водные растворы, должна быть предусмотрена вентиляция.

При проектировании складов и помещений для хранения добавок, а также узлов приготовления рабочих растворов добавок и бетонов на их основе необходимо соблюдать требования норм проектирования, предусматривающие обеспечение санитарной, взрывной и пожарной безопасности.

5.9 Предельно допустимый выброс вредных веществ в атмосферу (ПДВ) следует устанавливать по ГОСТ 17.2.3.02.

5.10 Перед допуском к работе с добавками рабочие должны пройти соответствующий инструктаж по технике безопасности. Не следует допускать к работе по приготовлению растворов добавок лиц с повреждением кожного покрова, с поражением век и глаз.

5.11 Рабочие должны остерегаться попадания растворов добавок на кожу и в глаза и должны работать в спецодежде из водоотталкивающей ткани, в защитных очках, резиновых сапогах и перчатках.

5.12 В связи с повышенной электропроводимостью бетонной смеси с добавками-ускорителями твердения необходимо особое внимание обращать на исправность электроинструмента и электропроводки.

5.13 Запрещается принимать пищу в помещениях, где хранятся или приготавливаются добавки, вяжущие и бетоны. Необходимо исключить попадание добавок и их растворов на кожу, слизистые оболочки, в пищу.

5.14 Рабочие должны быть обеспечены санитарно-бытовым помещением в соответствии с требованиями СП РК 3.02-108, где должны быть созданы условия для соблюдения правил личной гигиены.

5.15 Рабочие, занятые приготовлением и укладкой бетона, должны быть обеспечены спецодеждой, респираторами для защиты органов дыхания.

5.16 Концентрация вредных веществ, температура, влажность и скорость движения воздуха рабочей зоны не должны превышать установленных ГОСТ 12.1.005. Во всех производственных и бытовых помещениях следует устраивать естественную, искусственную или смешанную вентиляцию, обеспечивающую чистоту воздуха.

5.17 При производстве ячеистого бетона следует осуществлять природоохранные мероприятия:

- контроль за соблюдением экологических требований непосредственно к сырью для производства ячеистого бетона и к производимым изделиям;
- контроль за выполнением экологических норм;
- технические мероприятия - оснащение пылегазоочистными системами.

5.18 Следует выполнять мероприятия по охране природы и оздоровлению окружающей среды.

5.19 Необходимо соблюдать нормативы качества окружающей природной среды и выполнять требования природоохранного законодательства.

6 ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА

6.1 Положения свода правил позволяют проектировать составы ячеистого бетона с рациональным использованием сырьевых материалов путем использования качественных строительных материалов, а также отходов промышленности, что позволяет решить экономию природных и энергетических ресурсов.

6.2 Технологическая схема производства изделий из ячеистобетонной смеси выбирается с учетом технико-экономической целесообразности.

Способ твердения изделий необходимо выбирать, исходя из экономической и технической необходимости, но с таким условием, чтобы их физико-механические свойства через 28 сут хранения соответствовали проектным.

6.3 В производственных условиях режим прогрева изделий из ячеистого бетона может быть иным по сравнению с режимом, указанным в настоящем своде правил, но только после проверки его экономической и технической целесообразности.

6.4 Допускается применение автоклавной обработки при пониженном давлении пара при условии получения ячеистого бетона с физико-техническими свойствами, отвечающими требованиям действующих нормативных документов на изделия, а также если это экономически оправдано для производства.

6.5 Внедрение в заводских условиях процесса вакуумирования на начальной стадии автоклавирования ячеистого бетона-сырца (для прогрева сырца и удаления воздуха) обеспечивает ускоренный прогрев изделий до заданной температуры и как следствие служит дополнительным резервом экономии энергетических ресурсов при автоклавной обработке ячеистого бетона.

6.6 Учитывая, что по мере снижения плотности ячеистого бетона повышается значение коэффициента паропроницаемости, при снижении плотности ячеистого бетона допускается сократить продолжительность изотермической выдержки изделий за счет повышения паропроницаемости бетона, интенсивного прогрева изделий и использования более форсированных режимов сброса давления в автоклаве, что обеспечит энергосбережение за счет сокращения продолжительности автоклавной обработки и приведет к увеличению коэффициента оборачиваемости автоклавов.

6.7 Экономия пара при автоклавной обработке также достигается при увеличении коэффициента заполнения автоклава и снижения теплопотерь за счет улучшения качества его тепловой изоляции.

6.8 Снижение энергоемкости производства автоклавных ячеистых бетонов достигается за счет снижения расхода пара на автоклавную обработку, оптимизации влажности и температуры загружаемых в автоклав изделий, применения эффективных режимов автоклавирования с переносом тепла, постоянным отводом конденсата и рекуперацией тепла.

6.9 Повторное использование отходов, образующихся при изготовлении ячеистого бетона, позволяет более рационально использовать природные ресурсы, снижает воздействие на окружающую среду.

6.10 Для достижения энергосбережения при изготовлении ячеистых бетонов и изделий из них следует предусмотреть следующие мероприятия:

- ударный способ формования изделий из ячеистого бетона, позволяющий использовать высоковязкие смеси с пониженным водотвердым отношением и пониженным расходом вяжущих материалов;
- снизить затраты энергии за счет применения поверхностно активных добавок при мокром помоле песка;
- повысить производительность помольного оборудования за счет повышения плотности шлама без ухудшения его подвижности;
- использовать оборудование, которое обеспечит высокую точность геометрических размеров готовых изделий.

6.11 Экономия и рациональное использование природных ресурсов может быть достигнуто за счет использования промышленных отходов, а также различных добавок полифункционального действия.

6.12 Следует применять безотходные технологии и предусмотреть повторное применение отходов, образующихся в производстве ячеистобетонных изделий и конструкций, организовать очистку сточных вод и системы замкнутого водоснабжения.

Приложение А
(информационное)

Таблица А.1 – Соотношение между классами и характеристиками ячеистого автоклавного бетона по плотности

Класс объемной плотности по СТ РК EN 12602 Элементы сборные армированные из ячеистого бетона автоклавного твердения	Марка по средней плотности по ГОСТ 31359 Бетоны ячеистые автоклавного твердения. Технические условия
—	D200
—	D250
300	D300
350	D350
400	D400
450	D450
500	D500
550	
600	D600
650	
700	D700
750	
800	D800
850	
900	D900
950	
1000	D1000
-	D1100
-	D1200

Таблица А.2 – Соотношение между классами по прочности на сжатие ячеистого автоклавного бетона

Класс прочности по СТ РК EN 12602 Элементы сборные армированные из ячеистого бетона автоклавного твердения	Класс прочности по ГОСТ 31359 Бетоны ячеистые автоклавного твердения. Технические условия
-	B0,35
-	B0,5
-	B0,75
-	B1,0
AAC 1,5	B1,5
AAC 2	B2,0
AAC 2,5	B2,5
AAC 3	-
AAC 3,5	B3,5
AAC 4	-
AAC 4,5	-
AAC 5	B5
AAC 6	-
AAC 7	B7,5
AAC 8	-
AAC 9	-
AAC 10	B10
-	B12,5
-	B15
-	B17,5
-	B20
Примечание - По СТ РК EN 12602 допускается обозначение фактической характеристической прочности на сжатие (например, с декларированной прочностью на сжатие 4,8 МПа – AAC 4,8)	

Приложение Б
(обязательное)

Методика определения степени гидратации извести в известково-песчаном вяжущем

Б.1 Определение степени гидратации извести в известково-песчаном вяжущем производят путем определения в нем связанной воды и суммарного содержания активных оксидов кальция и магния ($\text{CaO} + \text{MgO}$).

Б.2 Нормы точности результатов испытаний

Настоящая методика испытаний обеспечивает получение результатов с точностью $\pm 3 \%$.

Б.3 Средства испытаний:

- весы лабораторные общего назначения, 2 класса точности, с наибольшим пределом взвешивания 200 г, с погрешностью ± 5 мг;
- лабораторный сушильный шкаф, обеспечивающий поддержание температуры $(120 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- фарфоровая чаша;
- мерный цилиндр, объемом 25 см^3 , с ценой деления 1 см^3 ;
- вода дистиллированная.

Б.4 Условия проведения испытаний

В помещении для проведения испытаний должна быть температура $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ и относительная влажность воздуха от 50 % до 70 %.

Б.5 Проведение испытаний

На лабораторных весах взвешивают термостойкую чашу вместе с палочкой для перемешивания.

В термостойкой чаше взвешивают 15 г вяжущего, доливают от 10 до 20 см^3 воды температурой $(65 \pm 5)^\circ\text{C}$ и тщательно перемешивают. Полученную массу выдерживают (15 ± 5) мин при комнатной температуре. При определении степени гидратации вяжущего с добавкой гипса, время выдержки – (30 ± 5) мин. Для исключения потери массы затворенного вяжущего палочка для перемешивания во время всех манипуляций остается в термостойкой чаше.

Термостойкую чашу с полученной массой устанавливают в сушильный шкаф при температуре 120°C и высушивают в течение 120 мин, первые 60 мин термостойкую чашу накрывают крышкой. Высушенную до постоянной массы навеску охлаждают в

эксикаторе. Масса считается постоянной, если разность двух параллельных взвешиваний после выпаривания не превышает 0,01 г.

Б.6 Порядок обработки и оформления результатов испытаний

Степень гидратации извести ($C.G.$), в процентах, рассчитывают по формуле:

$$C.G. = 100 - \frac{\Delta P \cdot 100 \cdot 100}{PA_{\text{вяж}} \cdot 0,32}, \quad (\text{Б.1})$$

где ΔP – изменение массы исследуемого материала при выпаривании, г;
0,32 – теоретически необходимое количество воды от массы негашеной извести для превращения CaO в Ca(OH)_2 ;

P – навеска исследуемого материала, г;

$A_{\text{вяж}}$ – содержание активных ($\text{CaO} + \text{MgO}$) в вяжущем, в процентах.

Б.7 Требования безопасности при проведении испытаний

При проведении испытаний по данной методике соблюдают требования безопасности по СТ РК 1168, применяют индивидуальные средства защиты, резиновые перчатки, спецодежду.

Используемые электрические приборы должны соответствовать правилам устройства электроустановок. Эксплуатацию электрических приборов осуществляют в соответствии с правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок, а также требованиями ГОСТ 12.1.019.

Приложение В (обязательное)

Методика определения активного алюминия

В.1 Методика определения активного алюминия включает определение содержания активного алюминия в алюминиевой пудре или пасте и водной суспензии алюминиевой пудры.

В.2 Нормы точности результатов испытаний

Настоящая методика определения содержания активного алюминия в алюминиевой пудре (пасте) и водной суспензии алюминиевой пудры обеспечивает получение результатов с точностью $\pm 5 \%$.

В.3 Средства испытаний

Средства испытаний:

- весы лабораторные общего назначения, 2 класса точности, с наибольшим пределом взвешивания 200 г, с погрешностью ± 5 мг;
- мерный цилиндр объемом 250 см^3 , с погрешностью 2 см^3 ;
- колбы мерные, 2 класса точности, вместимостью 250 см^3 ;
- прибор для определения активности алюминиевой пудры по рисунку В.1;
- 10 %-ный раствор калия гидроксида или натрия гидроксида, приготовленные по ГОСТ 4517;
- вода дистиллированная.

В.4 Условия проведения испытаний

В помещении для проведения испытаний должна быть температура $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ и относительная влажность воздуха от 50 % до 70 %.

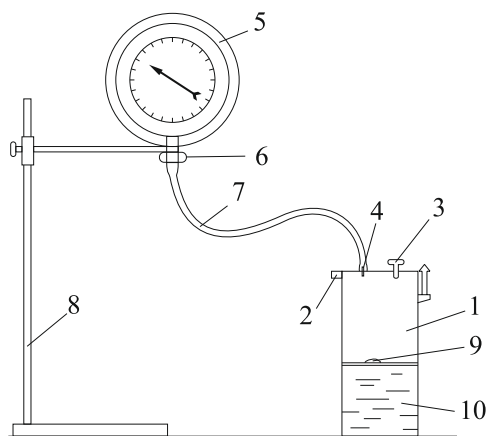
В.5 Проведение испытаний

Определение активного алюминия в алюминиевой пудре или пасте производят в толстостенном металлическом стакане с герметически закрывающейся крышкой (рисунок В.1).

В металлический стакан объемом 1000 см^3 вливают 250 см^3 предварительно приготовленного 10 %-ного раствора гидроксида натрия или калия при температуре $(20 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$. Затем берут навеску массой 1 г пасты, суспензии или сухой алюминиевой пудры и в пластмассовой чашечке опускают в стакан на поверхность раствора щелочи.

После этого стакан герметично закрывают крышкой. Если стрелка манометра сместилась от нуля, то следует открыть газовый кран и уравнивать давление в сосуде с

атмосферным. Стакан переворачивают, чтобы чашечка опрокинулась и утонула в растворе. Затем кран снова закрывают. С этого момента начинается реакция щелочного раствора с алюминием и выделение водорода. В сосуде повышается давление, величину которого показывает манометр. Продолжительность реакции не превышает 7 мин, что обнаруживают по прекращению движения стрелки манометра.



1 – металлический сосуд; 2 – крышка; 3 – кран; 4 – штуцер; 5 – манометр;
6 – соединительная гайка со штуцером; 7 – резиновая трубка; 8 – штатив;
9 – лодочка; 10 – щелочной раствор

Рисунок В.1 – Прибор для определения активного алюминия

Если по окончании реакции стрелка непрерывно смещается к нулю, то это указывает на негерметичность крышки и определение следует повторить.

В расчет принимают показания манометра при установившемся положении стрелки.

Прибор должен работать при плавных непульсирующих нагрузках, не превышающих 2/3 максимального давления, указанного на шкале манометра. Особое внимание следует обращать на плавность выпуска газа из прибора после окончания опыта. Крышку снимают со стакана только после нулевого показания стрелки манометра.

В.6 Порядок обработки и оформления результатов испытаний

Содержание активного алюминия σ , в процентах, в навеске пробы пасты или алюминиевого порошка определяют по формуле:

$$\sigma = \frac{NV_{\text{в}}}{1330 \cdot m \cdot K_t} \cdot 100, \quad (\text{В.1})$$

где N – показания манометра;

$V_{\text{в}}$ – объем воздушного пространства в приборе над щелочным раствором, см³;

m – навеска пробы, г;

K_t – коэффициент на отклонение температуры раствора от 20 °С;

1330 – объем газа, выделяющегося при полной реакции 1 г активного алюминия при температуре 20 °С и при нормальном атмосферном давлении, см³.

Объем воздушного пространства в приборе $V_{\text{в}}$, см³, над щелочным раствором рассчитывают по формуле:

$$V_{\text{в}} = V_{\text{п}} - V_{\text{щ}}, \quad (\text{В.2})$$

где $V_{\text{п}}$ – объем пустого стакана в закрытом состоянии, см³;

$V_{\text{щ}}$ – объем щелочного раствора, помещенного в прибор, см³.

Коэффициент отклонения температуры раствора от 20 °С K_t рассчитывают по формуле:

$$K_t = \frac{273+t}{273+20} = \frac{273+t}{293}, \quad (\text{В.3})$$

где t – температура щелочного раствора после опыта, °С.

При испытаниях водной суспензии алюминиевой пудры определяют содержание активного алюминия q , г, в 1 л или в 1 кг суспензии, в зависимости от способа дозирования ее в производственных условиях, по формулам:

$$q = 0,75 \cdot \frac{NV_{\text{в}}}{V_{\text{с}} K_t}, \quad (\text{В.4})$$

$$q = 0,75 \cdot \frac{NV_{\text{в}}}{PK_t}, \quad (\text{В.5})$$

где $V_{\text{с}}$ – объем пробы, см³;

P – масса суспензии в пробе, г.

Приложение Г (информационное)

Пример расчета состава ячеистого бетона.

Требуется получить ячеистый бетон с применением смешанного (известково-цементного) вяжущего со средней плотностью 500 кг/м^3 с возможно большей прочностью. Объем 1 замеса – 10 л.

Исходные материалы; портландцемент марки 500, молотая известь-кипелка активностью 70 %, зола-унос ($\rho_{уд} = 2,06 \text{ г/см}^3$), порообразователь – алюминиевая пудра или КИСК, поверхностно-активное вещество – мылонафт, замедлитель скорости гидратации извести-кипелки – молотый двухводный гипс.

Г.1 Пользуясь соответствующими формулами, подсчитываем расход материалов на 1 замес с учетом следующих исходных величин: $K_c = 1,1$; $C=1,5$ и $П = 0,5$.

Зная, что распылыв массы (текучесть раствора) должна быть равна 30 см, опытным путем устанавливаем, что такая текучесть раствора имеет место при $В/Т = 0,64$.

При применении данных материалов $V_{уд} = 0,48 \text{ л/кг}$; для газобетона $K_r=1,39 \text{ л/г}$, а для пенобетона $K_n = 18 \text{ л/кг}$, или $0,018 \text{ л/г}$; $\alpha = 0,85$.

Установив эти величины, производим расчет расхода материалов, кг:

Вяжущего:

$$P_{вяж} = \frac{0,5}{1,1 \times (1 + 1,5)} \times 10 = 1,8;$$

Извести:

$$P_{изв} = 1,8 \times 0,5 = 0,9;$$

Цемента:

$$P_{ц} = 1,8 - 0,9 = 0,9;$$

Кремнеземистого компонента:

$$P_{к} = 1,8 \times 1,5 = 2,7;$$

Молотого двухводного гипса:

$$P_{г} = 0,9 \times 0,03 = 0,027;$$

Воды:

$$В = (1,8 + 2,7) \times 0,64 = 2,88.$$

Пористость, которую необходимо создать с помощью порообразователя для получения заданной средней плотности ячеистого бетона:

$$П_2 = 1 - \frac{0,5}{1,1} (0,48 + 0,64) = 0,51.$$

Зная пористость, определяем расход:
алюминиевой пудры:

$$P_u = \frac{0,51}{1,39 \times 0,85} \times 10 = 4,32,$$

мылонафтана для приготовления водно-алюминиевой суспензии:

$$P_m = 4,32 \times 0,05 = 0,22.$$

Г.2 Готовим пять замесов с В/Т, равным 0,60; 0,62; 0,64; 0,66 и 0,68. Допустим, что В/Т = 0,64 оказалось оптимальным.

Приготовив еще пять замесов с различной температурой, определяем, что при температуре 40° С наблюдалось максимальное вспучивание массы.

Г.3 С целью установления оптимального соотношения между кремнеземистым компонентом и вяжущим веществом готовим пять замесов при В/Т=0,64 и при температуре раствора 40° С, при этом принимаем величину С в следующих пределах: 1,0, 1,25; 1,5; 1,75; 2,0.

Предположим, что после испытания образцов на прочность состав с С= 1,5 показал наибольшую прочность.

Г.4 По фактическим значениям после проведения соответствующих измерений уточняем величины V , K_c и α .

Допустим, что фактические замеры показали, кг/л:

Плотность раствора:

$$\rho_p = 1,45.$$

Средняя плотность газобетонной смеси:

$$\rho_{г.см} = 0,775.$$

Средняя плотность бетона в сухом состоянии:

$$\rho_{сух} = 0,544.$$

Поскольку ячеистый бетон получился тяжелее заданного, то в его состав необходимо внести коррективы.

Величину удельного (абсолютного) объема сухой смеси ($V_{уд}$) уточняем по фактической плотности раствора, л/кг:

$$V_{y0} = \frac{1+B/T}{P_p} - B/T = \frac{1+0,64}{1,45} - 0,64 = 0,49.$$

Фактически полученную пористость (Π_e) рассчитываем по:

$$\Pi_e = 1 - \frac{0,775}{1,45} = 0,47 - \text{для пенобетона (газобетона)}.$$

Затем уточняем коэффициент использования порообразователя. Определяем для газобетона, для чего предварительно вычисляем фактический объем газобетонной смеси по ее массе и средней плотности, л:

$$V = \frac{P_{\text{вяжс}} + P_{\kappa} + P_n}{P_{\text{я}}} = \frac{7,41}{0,775} = 9,532.$$

Тогда коэффициент использования порообразователя (ПАК-3):

$$\alpha_r = \frac{\Pi_n}{P_u \cdot K} \cdot V = \frac{0,47}{1,39 \times 4,32} \times 9,562 = 0,75.$$

Уточняем величину коэффициента связанной воды:

$$K_c = \frac{P_{\text{сyx}}}{P_{\text{я}}} \cdot (1+B/T) = \frac{0,544}{0,775} \times 1,64 = 1,15.$$

Г.5 По уточненным значениям K_c , W , Π_e и α производим окончательный расчет расхода порообразователей.

Требуемая величина пористости составит:

$$\Pi_r = 1 - \frac{P_{\text{сyx}}}{K_c} \cdot (V_{y0} + B/T) = 1 - \frac{0,5}{1,15} \times (0,49 + 0,64) = 0,495.$$

Расход ПАК-3 на 1 замес по уточненным данным, г:

$$P_n = \Pi_r / K = \frac{0,495}{1,39 \times 0,75} \times 10 = 4,75.$$

Расход рабочего раствора КИСК по уточненным данным, кг:

$$P_u = \frac{0,495}{1,8 \times 0,75} \times 10 = 0,367.$$

После расчета исходного состава приступают к приготовлению замесов с целью выявления оптимального В/Т. Для этого готовят 5 замесов из исходного состава,

отличающихся друг от друга В/Т на $\pm 0,02$ и $\pm 0,04$. Из каждого замеса формируют три образца.

В этих и последующих замесах определяют плотность раствора (ρ_p , кг/л), контролируют его температуру (при изготовлении газобетона), а также определяют среднюю плотность ячеистой смеси ($\rho_{\text{я}}$, кг/л). По полученным значениям ρ_p и $\rho_{\text{я}}$ в каждом замесе вычисляют фактическую величину пористости, создаваемую порообразователем:

$$\Pi = (\rho_p - P_n) / \rho_{\text{я}}$$

где P_n – расход порообразователя на 1 л ячеистого бетона (для газобетона этой величиной пренебрегают), кг.

Водотвердое отношение состава, не имеющего осадку, после его поризации и показавшего наибольшую величину Π_z , принимают за оптимальное.

Для выявления оптимальной температуры раствора (при подборе состава газобетона) готовят еще пять замесов с оптимальным В/Т, изменяя температуру раствора в пределах от $(\pm 3)^\circ\text{C}$ до $(\pm 7)^\circ\text{C}$ от исходной (40°C).

Оптимальное соотношение между кремнеземистым компонентом и вяжущим веществом находят изменением числа C , готовя пять замесов с оптимальными значениями В/Т, и температуры раствора.

Расход порообразователя для этих замесов уточняют путем умножения расчетного расхода его (по исходным величинам α и K) на поправочный коэффициент K' , вычисляемый из соотношения требуемой пористости (Π_z) к пористости, фактически получившейся в замесе, по которой принято оптимальное В/Т и оптимальная температура.

Из каждого замеса формируют от 3 до 6 образцов размером $7\text{ см} \times 7\text{ см} \times 7\text{ см}$ или $10\text{ см} \times 10\text{ см} \times 10\text{ см}$.

Перед формованием образцов необходимо хорошо очистить и смазать формы, а при формовании газобетонных образцов еще и подогреть их до температуры от 40°C до 45°C .

Степень заполнения форм газобетонной смесью устанавливают расчетом по массе или по объему. В первом случае определяют массу газобетонной смеси ($m_{\text{гсм}}$), укладываемой в форму:

$$M_{\text{гсм}} = 1,1 \cdot (1 - \Pi_z) \cdot \rho_p \cdot V_{\text{ф}}$$

где $V_{\text{ф}}$ – объем формы, л.

Во втором случае определяют высоту заливки (h) в долях или в процентах по высоте формы:

$$h = 1,1 \cdot (1 - \Pi_z).$$

Газобетонную смесь готовят следующим образом. Сначала приготавливают водно-алюминиевую суспензию по методике, указанной выше. Затем полученную

водноалюминиевую суспензию вводят в уже приготовленный раствор при непрерывном перемешивании массы в течение 2,5 мин.

Для определения средней плотности газобетонной смеси производят ее укладку в сосуд емкостью от 0,5 до 1 л на высоту, определенную предварительным расчетом.

После окончания вспучивания, примерно через 1 ч, ножом или металлической линейкой удаляют избыток вспученной массы (горбушку), взвешивают сосуда с оставшейся массой и вычисляют ее среднюю плотность.

Тепловлажностная обработка образцов из ячеистого бетона.

После формования образцы выдерживают при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ в течение от 6 до 8 ч для пенобетона и от 4 до 6 ч – для газобетона, после чего производят их тепловлажностную обработку в лабораторном автоклаве или в пропарочной камере.

Общий цикл автоклавной обработки складывается из трех периодов: I – подъем температуры и давления; II – изотермическая выдержка при максимальной температуре и давлении; III – снижение давления до атмосферного.

Рекомендуемые режимы автоклавной обработки образцов:

1) для теплоизоляционного ячеистого бетона средней плотности до 500 кг/м^3 – $3 + 8 + 3$ ч при максимальном давлении пара 0,9 МПа и $3 + 6 + 3$ ч при 1,3 МПа;

2) для теплоизоляционно-конструктивного бетона со средней плотностью более 500 кг/см^3 – $6 + 8 + 6$ ч при давлении 9 МПа и $6 + 6 + 6$ ч при давлении 13 МПа.

Режим пропаривания при атмосферном давлении обычно принимают следующий: подъем температуры от 30°C до 90°C – 3 ч; изотермическая выдержка при 90°C – 14 ч и снижение температуры до 50°C – 2 ч.

Испытание образцов и расчет окончательного состава ячеистого бетона. После автоклавной обработки образцы вынимают из форм, сушат при температуре $105-110^\circ\text{C}$ до постоянной массы и испытывают (определяют среднюю плотность и предел прочности при сжатии).

Состав шихты, при котором образцы показали наибольшую прочность, но не менее заданной, принимают за оптимальный.

Для расчета окончательного расхода материалов на 1 м^3 или на один замес для получения ячеистого бетона заданной средней плотности необходимо уточнить принятые при расчете исходные величины $V_{пор}$, $V_{уд}$, K_c и α .

Выход пор ($V_{пор}$) для пенообразователя находят из отношения объема пены к ее массе, а выход пор газообразователя не уточняют.

Удельный объем сухой смеси ($V_{уд}$) находят по средней плотности раствора и водотвердому отношению:

$$V_{уд} = (1 + B/T) / P_p - B/T$$

Коэффициент увеличения массы сухой смеси за счет связанной воды (K_c) уточняют по фактическим значениям $\rho_{сyx}$ и $\rho_{я}$:

$$K_c = \frac{P_{сyx}}{P_p - m_n} \cdot (1 + B/T),$$

где m_n – расход порообразователя в кг на 1 л ячеистого бетона (для газобетона этой величиной пренебрегают).

Коэффициент использования порообразователя (α) находят по фактическим величинам Π_r , K , P_n и V путем расчета:

$$\alpha = \frac{\Pi_r}{K \cdot P_n} \cdot V .$$

Приложение Д
(обязательное)

Методика определения пластической прочности ячеистобетонного сырца

Д.1 Пластическую прочность ячеистобетонного сырца определяют с помощью переносного конического пластометра пружинного типа.

Д.2 Нормы точности результатов испытаний

Настоящая методика испытаний обеспечивает получение результатов с точностью $\pm 5 \%$.

Д.3 Средство испытаний

Средство испытаний – пластометр (пенетрометр) пружинного типа.

Д.4 Условия проведения испытаний

В помещении для проведения испытаний должна быть температура $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$, относительная влажность воздуха от 50 % до 70 %.

Д.5 Порядок подготовки к испытаниям

Пластическую прочность ячеистобетонного сырца определяют на верхней грани изделия на расстоянии не менее 200 мм от борта формы. Поверхность бетона в месте испытания должна быть ровной, без каверн и включений твердых частиц.

Перед определением проверяют плавность перемещения конуса и нулевое положение стрелки индикатора. Не допускается к применению индикатор с отклонением стрелки от нулевого показания более $\pm 0,05$ мм или индикаторы со свободно перемещающимся стержнем.

Пластическую прочность вычисляют как среднее арифметическое значение результатов определений на одной из плоскостей массива.

Д.6 Проведение испытаний

Конус пластометра устанавливают перпендикулярно к поверхности бетона и медленно вдавливают в сырец до полного погружения, при использовании пластометра ПГ-2М – до появления поверхности сырца в окне индентора; при использовании пластометра пружинного типа – до полного погружения конуса (плоскость основания конуса должна совпадать с поверхностью сырца в массиве). Показания шкалы индикатора пластометра определяют с точностью до 0,1 мм.

Д.7 Порядок обработки и оформления результатов испытаний

Пластическую прочность сырца $R_{пл}$, кгс/см², вычисляют по формуле:

$$R_{пл} = 0,1 \cdot \kappa \cdot s, \quad (\text{Д.1})$$

где κ – жесткость пружины пластометра, кгс/см;

s – показание шкалы индикатора пластометра, см⁻¹.

Величину пластической прочности определяют как среднее арифметическое трех испытаний.

УДК 666.972.6(083.96)

МКС 91.100.30

Ключевые слова: ячеистый бетон, подготовка материалов, алюминиевая пудра технология, подбор и расчет состава, формование, твердение, автоклавная обработка

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҰЛТТЫҚ ЭКОНОМИКА МИНИСТРЛІГІНІҢ
ҚҰРЫЛЫС, ТҮРҒЫН ҮЙ-КОММУНАЛДЫҚ ШАРУАШЫЛЫҚ ІСТЕРІ ЖӘНЕ
ЖЕР РЕСУРСТАРЫН БАСҚАРУ КОМИТЕТІ**

**Қазақстан Республикасының
ЕРЕЖЕЛЕР ЖИНАҒЫ**

ҚР ЕЖ 5.03-104-2013

ҰЯШЫҚТЫ БЕТОННАН БҰЙЫМДАР ЖАСАУ

Басылымға жауаптылар: «ҚазҚСҒЗИ» АҚ

050046, Алматы қаласы, Солодовников көшесі, 21
Тел./факс: +7 (727) 392-76-16 – қабылдау бөлмесі

Издание официальное

**КОМИТЕТ ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА, ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО
ХОЗЯЙСТВА И УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ МИНИСТЕРСТВА
НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**СВОД ПРАВИЛ
Республики Казахстан**

СП РК 5.03-104-2013

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА

Ответственные за выпуск: АО «КазНИИСА»

050046, г. Алматы, ул. Солодовникова, 21
Тел./факс: +7 (727) 392-76-16 – приемная