

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

---

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

**ТЫҒЫЗ СИЛИКАТ БЕТОННАН ЖАСАЛҒАН  
КОНСТРУКЦИЯЛАР МЕН БҰЙЫМДАРДЫ ДАЙЫНДАУ**

---

**ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ И ИЗДЕЛИЙ ИЗ  
ПЛОТНОГО СИЛИКАТНОГО БЕТОНА**

ҚР ЕЖ 5.03-103-2013  
СП РК 5.03-103-2013

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- НК

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 Тығыз силикат бетонның жіктелуі.....	5
4.3 Тығыз силикат бетонның техникалық сипаттамалары .....	6
4.4 Тығыз силикат бетонға арналған материалдар.....	10
4.4.1 Тұтқырлар.....	10
4.4.2 Қоспалар .....	13
4.4.3 Толтырғыштар.....	14
4.5 Арматура бұйымдары және салма бөлшектер .....	15
4.6 Тығыз силикат бетоннан бұйымдар және конструкциялар жасау.....	16
4.6.1 Тұтқыр материалдарды дайындау .....	16
4.6.2 Силикатбетон қоспасын дайындау.....	17
4.6.3 Тығыз силикат бетоннан жасалған бұйымдарды қалыптау.....	19
4.6.4 Автоклавтық өңдеу .....	20
4.6.5 Бұйымдар мен конструкцияларды өндіру процессін және сапасын бақылау.....	21
5 ҚАУІПСІЗДІК ТЕХНИКАСЫНА, ЕҢБЕКТІ ЖӘНЕ ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ҚОРҒАУҒА ҚОЙЫЛАТЫН ТАЛАПТАР .....	23
6 ТЫҒЫЗ СИЛИКАТ БЕТОНДЫ КОНСТРУКЦИЯЛАР МЕН БҰЙЫМДАРДЫ ЖАСАУДА ЭНЕРГИЯ ҮНЕМДЕУ ЖӘНЕ ТАБИҒИ РЕСУРСТАРДЫ ҰТЫМДЫ ПАЙДАЛАНУ .....	24
А қосымшасы (міндетті) Тұтқырдағы әктастың гидратациялану дәрежесін бөлінетін жылу бойынша анықтау.....	26
Б қосымшасы (міндетті) Тұтқыр аналитикалық әдісте әктас гидратациясының дәрежесін анықтау.....	28
В қосымшасы (міндетті) Әктас-белит-күм тұтқырдағы бос кальций оксидінің мөлшерін анықтау .....	29
Г қосымшасы (ақпараттық) Тығыз силикат бетон құрамын есептеу.....	30
Д қосымшасы (міндетті) Құмдағы кварц (байланбаған SiO <sub>2</sub> ) мөлшерін анықтау.....	39

**КІРІСПЕ**

Ережелер жинағы тығыз силикат бетоннан жасалған конструкциялар мен бұйымдар өндірісінің технологиялық параметрлері бойынша қолайлы шешімдерді ұсынады, оны орындау нәтижесінде Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2010 жылғы 17 қарашадағы № 1202 қаулысымен бекітілген «Ғимараттар мен құрылыстардың, құрылыс материалдары мен бұйымдарының қауіпсіздігіне қойылатын талаптар» техникалық регламентінің негізгі талаптары іске асырылады.

Ережелер жинағы «Ғимараттар мен құрылыстардың, құрылыс материалдары мен бұйымдарының қауіпсіздігіне қойылатын талаптар» техникалық регламентінің талаптарын орындаудың бірден-бір әдісі болып табылмайды.

Әзірленген ережелер жинағы тығыз силикат бетоннан жасалған конструкциялар мен бұйымдар өндірісін және оны қолданудың тиімді саласын оңтайландыруға ықпал етеді.

Осы ережелер жинағын әзірлеген кезде ғылыми-техникалық ақпарат талдамасы орындалып, заманауи ғылыми зерттеу мен қолдану тәжірибесі ескерілді.

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

---

**ТЫҒЫЗ СИЛИКАТ БЕТОННАН ЖАСАЛҒАН КОНСТРУКЦИЯЛАР МЕН**  
**БҰЙЫМДАРДЫ ДАЙЫНДАУ**

**ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ И ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЛОТНОГО**  
**СИЛИКАТНОГО БЕТОНА**

---

Енгізілген күні - 2015-07-01

**1 ҚОЛДАНЫЛУ САЛАСЫ**

1.1 Осы ережелер жинағы азаматтық, өнеркәсіптік және ауыл шаруашылығы құрылыстары үшін тығыз силикат бетоннан жасалған конструкциялар мен бұйымдарды: ішкі қабырғалар мен аражабындардың панелдерін, баспалдақ марштары мен алаңдарды, сырғауылдар мен ұстындарды, карниз плиталарды және т. б. дайындауға таралады және қолайлы шешімдерді белгілейді.

1.2 Ережелер жинағында тығыз силикат бетоннан бұйымдар мен конструкцияларды дайындау бойынша нұсқаулар, сондай-ақ материалдарға, арматураның қорғалуына және тот басуға қарсы салма бөлшектерге; силикатбетон қоспасының таңдалуына және оның дайындалуына; бұйымдардың пішінделуіне және жылумен, ылғалмен өңделуіне; бұйымдар сапасының бақылануына және олардың қабылдану тәртібіне қойылатын талаптар қарастырылған.

1.3 Осы ережелер жинағының қолайлы шешімдері тығыз силикат бетоннан әзірленген конструкциялар мен бұйымдардың өндірісіне, бұйымдар сапасының тиісті деңгейі мен сенімділігін, материалдық және отын-энергетикалық ресурстарының ұтымды пайдаланылуын қамтамасыз ету талаптарына таралады.

1.4 Осы ережелер жинағының қағидалары тығыз силикат бетоннан жасалған бұйымдарға арналған қолданыстағы нормативтік, нормативтік-техникалық, жобалық және технологиялық құжаттаманы әзірлеу, қайта қарау кезінде орындалуы тиіс.

**2 НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР**

Осы ережелер жинағын қолдану үшін мынадай сілтемелік нормативтік құжаттар қажет:

ҚР ЕЖ 1.03-106-2012 Құрылыстағы еңбекті қорғау және қауіпсіздік техникасы.

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

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

ҚР ЕЖ 4.02-101-2012 Ауаны жылыту, желдету және кондиционерлеу.

ҚР ЕЖ 5.03-102-2013 Жиналмалы темірбетон конструкциялар мен бұйымдардың өндірісі.

---

**Ресми басылым**

ҚР ЕЖ 5.03-107-2013 Күш түсетін және қоршау конструкциялары.

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

ҚР СТ 948-92 Малтатас, қиыршықтас және жасанды кеуек құм. Техникалық шарттар.

ҚР СТ 1217-2003 Құрылыс жұмыстарына арналған құм. Сынау әдістері.

ҚР СТ 2102-2-2011 Кернелетін арматура. 2-бөлім. Сым.

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

ҚР СТ ISO 1920-4-2009 Бетонды сынау. 4-бөлім. Қатқан бетонның беріктілігі.

ҚР СТ ISO 6934-2-2010 Бетонды алдын ала кернеуге арналған болат арматура. 2-бөлім. Суықтай тартылған сымдар.

ҚР СТ EN 10080-2011 Темірбетон конструкцияларға арналған арматура. Дәнекерленетін арматура. Жалпы ережелер.

ҚР СТ EN 10138-4-2011 Кернелетін арматура. 4-бөлім. Шыбықтар.

ҚР СТ EN 12350-6-2012 Жаңадан дайындалған бетон қоспасын сынау. 6-бөлім. Тығыздық.

ҚР СТ EN 12620-2011 Бетонға арналған толтырғыштар.

ҚР СТ EN 13279-1-2012 Гипс тұтқырлар мен құрғақ гипс қоспалар. 1-бөлім. Анықтамалар мен талаптар.

МЕМСТ 4.204-79 Тұтқыр материалдар: әктас, гипс және олардың негізіндегі тұтқыр заттар. Көрсеткіштер номенклатурасы.

МЕМСТ 12.1.003-83 Еңбек қауіпсіздігі стандарттарының жүйесі. Шу. Жалпы қауіпсіздік талаптары.

МЕМСТ 12.1.004-91 Еңбек қауіпсіздігі стандарттарының жүйесі. Өрт қауіпсіздігі. Жалпы талаптар.

МЕМСТ 12.1.005-88 Еңбек қауіпсіздігі стандарттарының жүйесі. Жұмыс аймағындағы ауаға қойылатын жалпы санитарлық-гигиеналық талаптар.

МЕМСТ 12.2.003-91 Еңбек қауіпсіздігі стандарттарының жүйесі. Өндірістік жабдық. Жалпы қауіпсіздік талаптары.

МЕМСТ 12.2.049-80 Еңбек қауіпсіздігі стандарттарының жүйесі. Өндірістік жабдық. Жалпы эргономикалық талаптар.

МЕМСТ 12.3.002-75 Еңбек қауіпсіздігі стандарттарының жүйесі. Өндіріс процестері. Жалпы қауіпсіздік талаптары.

МЕМСТ 12.4.021-75 Еңбек қауіпсіздігі стандарттарының жүйесі. Желдету жүйелері. Жалпы талаптар.

МЕМСТ 310.2-76 Цементтер. Илемнің жұқалығын анықтау әдістері.

МЕМСТ 2642.1-86 Отқа төзімді материалдар мен отқа төзімді шикізат. Гигроскопиялық ылғалды анықтау әдісі.

МЕМСТ 3476-74 Домна және цемент өндірісіне арналған электротермофосфорлы түйіршіктелген қож.

МЕМСТ 4013-82 Тұтқыр материалдар өндірісіне арналған гипсоангидритті гипс тасы. Техникалық шарттар.

МЕМСТ 5382-91 Цемент және цемент өндірісінің материалдары. Химиялық талдау әдістері.

МЕМСТ 5578-94 Бетонға арналған қара және түсті металлургия қожынан алынған қиыршықтас пен құм. Техникалық шарттар.

МЕМСТ 5781-82 Темірбетон конструкцияларды арматуралауға арналған ыстықтай иленген болат. Техникалық шарттар.

МЕМСТ 6727-80 Темірбетон конструкцияларды арматуралауға арналған суықтай тартылған төмен көміртекті болат сым. Техникалық шарттар.

МЕМСТ 7348-81 Алдын ала кернелген темірбетон конструкцияларды арматуралауға арналған көміртекті болат сым. Техникалық шарттар.

МЕМСТ 8267-93 Құрылыс жұмыстарына арналған нығыз тау жынысты қиыршықтас пен малтатас. Техникалық шарттар.

МЕМСТ 8478-81 Темірбетон конструкцияларға арналған дәнекерленетін торлар. Техникалық шарттар.

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

МЕМСТ 8829-94 Зауытта дайындалған темірбетон және бетон құрылыс бұйымдары. Жүктеп сынау әдістері. Беріктілікті, қаттылықты және жарылуға төзімділікті бағалау ережелері.

МЕМСТ 9179-77 Құрылыс әктасы. Техникалық шарттар.

МЕМСТ 10060-2012 Бетондар. Аязға төзімділікті анықтау әдістері.

МЕМСТ 10180-2012 Бетондар. Бақылау үлгілері бойынша беріктілікті анықтау әдістері.

МЕМСТ 10181-2000 Бетон қоспалар. Сынау әдістері.

МЕМСТ 10884-94 Темірбетон конструкцияларға арналған күшейтілген термомеханикалық арматуралық болат. Техникалық шарттар.

МЕМСТ 10922-2012 Дәнекерленген арматуралық және салма бұйымдар, темірбетон конструкциялардың арматурасы мен салма бұйымдардың дәнекерленген бірігулері. Жалпы техникалық шарттар.

МЕМСТ 12730.1-78 Бетондар. Тығыздықты анықтау әдістері.

МЕМСТ 12730.5-84 Бетондар. Су өткізгіштікті анықтау әдісі.

МЕМСТ 12865-67 Ісінген вермикулит.

МЕМСТ 13087-81 Бетондар. Желінуді анықтау әдістері.

МЕМСТ 17625-83 Темірбетон конструкциялар мен бұйымдар. Бетонның қорғайтын қабатының қалыңдығы, арматураның өлшемі мен орналасуын анықтаудың радиациялық әдісі.

МЕМСТ 18105-2010 Бетондар. Беріктілікті бақылау ережелері.

МЕМСТ 19609.5-89 Байытылған каолин. Калий және натрий тотықтарын анықтау әдісі.

МЕМСТ 22688-77 Құрылыс әктасы. Сынау әдістері.

МЕМСТ 22904-93 Темірбетон конструкциялар. Бетонның қорғайтын қабатының қалыңдығы мен арматураның орналасуын анықтаудың магниттік әдісі.

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

## ҚР ЕЖ 5.03-103-2013

МЕМСТ 23858-79 Темірбетон конструкциялардың дәнекерленген түйіспелі бірігілері және таврлік арматуралар. Сапаны бақылаудың ультрадыбыстық әдістері. Қабылдау ережелері.

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

МЕМСТ 25214-82 Тығыз силикат бетон. Техникалық шарттар.

МЕМСТ 25781-83. Темірбетон бұйымдар дайындауға арналған болат пішіндер. Техникалық шарттар.

МЕМСТ 28570-90 Бетондар. Конструкциялардан алынған үлгілер бойынша беріктілікті анықтау әдістері.

МЕМСТ 30108-94 Құрылыс материалдары мен бұйымдар. Кәдімгі радионуклидтердің меншікті тиімді белсенділігін анықтау.

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

ЕСКЕРТПЕ - Осы құрылыс нормаларын пайдаланған кезде ағымдағы жылғы жағдай бойынша жасалатын «Сәулет, қала құрылысы және құрылыс саласындағы Қазақстан Республикасының аумағында қолданылатын нормативтік құқықтық және нормативтік-техникалық актілер тізбесі», «Қазақстан Республикасының стандарттау бойынша нормативтік құжаттар көрсеткіштері» және «Қазақстан Республикасының стандарттау бойынша мемлекетаралық нормативтік құжаттар көрсеткіші» ақпараттық тізімдемесі және ай сайын шығатын тиісті ақпараттық бюллетень-журнал бойынша тексерген жөн. Егер сілтеме құжат ауыстырылса (өзгерсе), онда осы нормативті пайдаланған кезде ауыстырылған (өзгертілген) құжатты басшылыққа алу керек. Егер сілтеме құжат ауыстырусыз күшін жойса, онда оған сілтеме жасалған ереже осы сілтемеге қатысы жоқ бөлігіне 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 жөнідегі уәкілетті орган мақұлдаған қолданыстағы, әдетте нұсқау беретін нормативтік талаптардың қолданылуын меңзейтін параметрлік нормаларды сақтау құралы.

**3.3 Автоклавты тығыз силикат бетон:** Атмосфералық қысымнан жоғары қысымда (негізінен 8 МПа бастап, 14 МПа дейін) қаныққан су буы ортасында қатаятын бетон.

**3.4 Аязға төзімділік:** Қатайған тығыз силикат бетонның ылғал күйінде кезек-кезек тондыру және еріту әсеріне кедергі келтіру қабілеті.

**3.5 Силикат қоспасының белсенділігі:** Бетон қоспасы нығыздалған уақытта силикат бетонның қажетті беріктілігін қамтамасыз ететін белсенді кальций тотығының силикат қоспасындағы мөлшері.

**3.6 Нормаланатын беріктілік:** Қатайған силикат бетонның жобалық немесе белгіленген тәртіппен бекітілген нормативтік-техникалық құжаттамада белгіленген беріктілігі (бетонның класы).

**3.7 Тығыз силикат бетонның беріктілігі:** Қатайған силикат бетонның бұзылмай әртүрлі жүктемелер мен әсерлерді қабылдау қасиеті.

**3.8 Силикат бетонның талап етілетін тығыздығы:** Дайындаушы кәсіпорынның зертханаларында қолжеткізілген біртектілікке сәйкес анықталатын топтамадағы бетон тығыздығының максималды рұқсат етілген нақты мәні.

**3.9 Силикат бетонның талап етілетін беріктілігі:** Дайындаушы кәсіпорынның зертханаларында анықталатын топтамадағы тығыз силикат бетон беріктілігінің максималды рұқсат етілген нақты мәні.

**3.10 Кіріс бақылауы:** Тұтынушыға немесе тапсырыс берушіге келіп түскен және өнімді дайындау, жөндеу немесе пайдалануға арналған жеткізуші өнімін бақылау.

**3.11 Операциялық бақылау:** Өнімді немесе процессті технологиялық операциялардың орындалуы барысында бақылау.

**3.12 Қабылдау кезіндегі бақылау:** Нәтижесі бойынша оның жеткізуге және (немесе) пайдалануға жарамдылығы туралы шешім қабылданатын өнімге жасалатын бақылау.

**3.13 Тұтастай бақылау:** Топтамадағы өнімнің әр данасын бақылау.

**3.14 Ішінара бақылау:** Осы топтамадан арнайы алынған бір немесе бірнеше іріктелімге кіретін өнімнің әр данасын тексеру жолымен өнім топтамасын бақылау.

## 4 ҚОЛАЙЛЫ ШЕШІМДЕР

### 4.1 Жалпы ережелер

4.1.1 Ережелер жинағы орташа тығыздығы  $1700 \text{ кг/м}^3$  және одан жоғары силикат бетонның дайындалуына қойылатын қолайлы шешімдерді, оны өндірістік, қосалқы ғимараттар мен құрылыстардың, өнеркәсіптік, азаматтық, ауыл шаруашылығы кәсіпорындары, тұрғын, қоғамдық ғимараттар құрылысында қолдану бойынша ұсыныстарды белгілейді.

4.1.2 Тығыз силикат бетоннан жасалған бұйымдар тиісті нормативтік құжаттар мен жұмыс сызбаларының талаптарына сай келуі керек.

4.1.3 Тығыз силикат бетоннан әзірленген конструкциялар мен бұйымдардың жасалуы нақты өндірістің шарттары мен конструкциялар мен бұйымдарды түрлеріне қолданылатын, белгіленген тәртіппен бекітілген технологиялық карталар бойынша жүргізілуі тиіс.

### 4.2 Тығыз силикат бетонның жіктелуі

4.2.1 Силикат бетонның функционалдық мақсаты, орташа тығыздығы, тұтқыр түрі, кремнеземді компонент түрі, толтырғыштар ірілігі бойынша жіктеледі.

4.2.2 Функционалдық мақсаты бойынша силикат бетонның екі түрі ажыратылады:

- конструкциялық – орташа тығыздығы  $1700$  бастап  $2400 \text{ кг/м}^3$  дейін, сапасына физика-механикалық сипаттамалар бойынша талаптар қойылатын, ғимараттар мен құрылыстардың көтергіш ішкі қабырғаларын, плиталарын, жабындары мен аражабындарын құру үшін қолданылатын;

## ҚР ЕЖ 5.03-103-2013

- беріктілігі жоғары бетоннан дайындалатын, күрделі пішіндегі бұйымдарға арналған арнайы: престелген, асбестсіз шифер, кернеліп-арматураланған темір жол шпалдар, метро туннельдерінің қалқанды жолының және шахта құрылысының арматураланған тубингтері.

4.2.3 Силикат бетонды дайындау кезінде тұтқыр ретінде әктас, ұсақталған қож және гипс пайдалану керек. Құрылыс әктасы мен гипстің, олардың негізіндегі тұтқыр заттардың барлық түрлеріне қойылатын қағидалар бойынша сапа көрсеткіштерінің номенклатурасы МЕМСТ 4.204 сәйкес келуі керек.

4.2.4 Толтырғыштарының ірілігі бойынша бетондар келесіге бөлінеді:

- ұсақ түйіршікті (құм  $M_{ip}$  2,8 бастап 3,3 дейін);
- ірі түйіршікті (фракциясы 3 бастап 5 мм дейін және фракциясы 10 бастап 15 мм дейін қиыршықтас).

### 4.3 Тығыз силикат бетонның техникалық сипаттамалары

4.3.1 Тығыз силикат бетонның конструктивтік сипаттамалары ҚР ЕЖ 5.03-102 талаптарына сәйкес келуі тиіс.

4.3.2 Силикат бетондар МЕМСТ 25214 бойынша төмендегідей көрсеткіштер мен қасиеттерге ие болуы тиіс:

- осьтік сығылу кезіндегі беріктілік шегі 7,5 бастап 70,0 МПа дейін;
- осьтік созылуға беріктілік шегі 1,0 бастап 4,0 МПа дейін;
- иілу кезіндегі созылуға беріктілік шегі 2,5 бастап 7,0 МПа дейін;
- орташа тығыздық 1700 бастап 2400 кг/м<sup>3</sup> дейін.

4.3.3 Силикат бетон келесі кластармен сипатталады: В10, В12,5, В15, В20, В22,5, В30, В35, В40, В45, В50, В55, В60.

4.3.4 Аязға төзімділік, су өткізбеушілік және орташа тығыздық бойынша келесі маркалар белгіленеді:

- аязға төзімділік бойынша: F35, F50, F75, F100, F150, F200, F300, F400, F500, F600;
- су өткізбеушілік бойынша: W2, W4, W6, W8, W10;
- орташа тығыздық бойынша: D1700, D1800, D1900, D2000, D2100, D2200, D2300, D2400.

4.3.5 Тығыз силикат бетонның нақты беріктілігі (жобалық жасында, жіберілетін) нормативтік құжатта немесе жұмыс құжаттамасында көрсетілген нормаланатын жіберілетін беріктілікке және бетон беріктілігінің іс жүзіндегі біркелкілік көрсеткішіне байланысты МЕМСТ 18105 белгіленген талап етілетін беріктілікке сәйкес келуі тиіс.

4.3.6 Тығыз силикат бетонның сығылуға жіберілу беріктілігінің (сығылуға беріктілігі бойынша бетонның класына немесе маркасына пайызбен) нормаланатын мәнін автоклавты қатаятын бетон бұйымдар үшін кем дегенде 100 % деп алу қажет.

4.3.7 Тығыз силикат бетонның аязға төзімділік бойынша маркасын (F) ылғалды күйінде кезек-кезек тоңу және еріту әсеріне ұшыратылған конструкцияларға тағайындау керек.

Егер негізгі үлгілердің сығылуға беріктілігінің орташа мәні осы марка үшін белгіленген кезек-кезек тоңу және еріту циклдарының санынан кейін бақылау үлгілерінің сығылуға орташа беріктілігімен салыстырғанда 5 % аспайтындай азайса, тығыз силикат

бетонның аязға төзімділік бойынша маркасын талап етілетінге сәйкес ретінде қабылдау қажет.

4.3.8 Су өткізбеушілік бойынша марканы (W) өткізбеушілік бойынша талаптар қойылған конструкцияларға тағайындау керек.

4.3.9 Бетонның аязға төзімділік пен бетон және темірбетон конструкциялардың су өткізбеушілік бойынша маркасын олардың пайдаланылу режимі мен құрылыс жүргізілетін аудандағы қысқы ауа температурасының есептелген мәніне байланысты төмендегідей қабылдау қажет:

- ғимараттар мен құрылыстардың конструкциялары үшін (жылытылатын ғимараттардың сыртқы қабырғаларынан басқа) 1-кестеде көрсетілгеннен төмен емес;

- жылытылатын ғимараттардың сыртқы қабырғалары үшін – ҚР ЕЖ 5.03-102 талаптарына ескере отырып, 1-кестеде көрсетілгеннен төмен емес.

4.3.10 Бетон және темірбетон конструкциялардың орташа тығыздық бойынша маркасы пайдалану режиміне байланысты төменде көрсетілгеннен кем болмауы керек:

- іштегі ауаның салыстырмалы ылғалдылығы 60 % дейін болғанда пайдаланылатын ғимараттар мен құрылыстардың ішкі конструкциялары үшін – D1700;

- іштегі ауаның салыстырмалы ылғалдылығы 60 % бастап 75 % дейін болғанда немесе ылғалдылық қалыпты аймақта пайдаланылатын ғимараттар мен құрылыстардың ішкі конструкциялары үшін, сондай-ақ ғимараттардың санитарлық тораптарының аражабындары үшін – D1800;

- іштегі ауаның салыстырмалы ылғалдылығы 75 % жоғары немесе ылғалды аймақта пайдаланылатындарды қоспағанда, сыртқы қоршау конструкциялар мен ғимараттардағы жертөлелердің қабырғалары үшін (ҚР ЕЖ 5.03-102) – D1800;

- іштегі ауаның салыстырмалы ылғалдылығы 75 % жоғары немесе ылғалды аймақта пайдаланылатын барлық конструкциялар үшін, сондай-ақ қоғамдық ғимараттардағы санитарлық тораптардың аражабындары, балкондар мен лоджиялардың плиталары, карниздер және қасбеттердің басқа да шығыңқы бөлшектері үшін – D1900 бастап D2400 дейін;

- агрессивті ортада пайдаланылатын конструкциялар үшін – D1900.

4.3.11 Агрессивті ортада пайдаланылатын конструкциялар үшін толығымен гидратацияланған тұтқырдағы бетонды қолдану ұсынылмайды.

4.3.12 Орын-жайларының режимі сулы ғимараттарда (монша, сауна, бассейндер және т.б.) силикат бетон қолдану рұқсат етілмейді.

4.3.13 Ерекше пайдалану жағдайларында жұмыс істеуге арналған (жер сілкіну әсері болғанда, бетон және темірбетон конструкцияларға келтірілетін агрессивті әсердің дәрежесі болғанда, жоғары ылғалдылық жағдайларында және т. б.) тығыз силикат бетон бұйымдар мен конструкцияларды қолданған уақытта нормативтік құжаттарға сай келетін мұндай конструкцияларға қойылатын қосымша талаптарды орындау қажет.

4.3.14 B10, B12,5 кластағы бетонды іштегі ауасының салыстырмалы ылғалдылығы 60 % дейінгі орын-жайларда немесе ылғалдылықтың құрғақ аймағында пайдаланылатын жазық (шыбықты емес) бетон, темірбетон конструкцияларға ғана қолдану керек (санитарлық тораптардың жоғарғы жағындағы аражабын плиталарынан және біріктірілген шатырдан басқа).

**ҚР ЕЖ 5.03-103-2013**

**1-кесте – Пайдалану режиміне байланысты бетон және темірбетон конструкциялардың аязға төзімділік және су өткізбеушілік бойынша бетон маркасы**

Конструкциялардың пайдаланылу шарттары		Бетонның маркасы, төмен емес					
Режимнің сипаттамасы	Есептік қысқы	аязға төзімділік бойынша			су өткізбеушілік бойынша		
		жауапкершілік дәрежесі бойынша кластағы ғимараттар мен құрылыстардың конструкциялары үшін (жылытылатын ғимараттардың сыртқы қабырғаларынан басқа)					
	I	II	III	I	II	III	
1. Кезек-кезек тоңу және еру: а) суға қаныққан күйде (мысалы, мәңгі мұз басқан аудандардағы маусымдық еритін топырақ қабатында орналасқан конструкциялар)	Минус 40 төмен	F300	F200	F150	W6	W4	W2
	Минус 20 төмен минус 40 дейін қоса алғанда	F200	F150	F100	W4	W2	Нормаланбайды
	Минус 5 төмен минус 20 дейін қоса алғанда	F150	F100	F75	W2	Нормаланбайды	
	Минус 5 және одан жоғары	F100	F75	F50	Нормаланбайды		
б) эпизодтық суға қанығу жағдайларында (мысалы, үнемі атмосфералық әсерге ұшырайтын жер үстіндегі конструкциялар)	Минус 40 төмен	F200	F150	F100	W4	W2	Нормаланбайды
	Минус 20 төмен минус 40 дейін қоса алғанда	F100	F75	F50	W2	Нормаланбайды	
	Минус 5 төмен минус 20 дейін қоса алғанда	F75	F50	F35	Нормаланбайды		
	Минус 5 және одан жоғары	F50	F35	F25	Нормаланбайды		
в) эпизодтық суға қанығу болмаған жағдайда ауа-ылғалды күйдегі жағдайларда (мысалы, үнемі қоршаған ауа әсеріне ұшырайтын, атмосфералық жауын-шашын әсерінен қорғалған конструкциялар)	Минус 40 төмен	F150	F100	F75	W4	W2	Нормаланбайды
	Минус 20 төмен минус 40 дейін қоса алғанда	F75	F50	F35	Нормаланбайды		
	Минус 5 төмен минус 20 дейін қоса алғанда	F50	F35	F25	Сол сияқты		
	Минус 5 және одан жоғары	F35	F25	F25	Сол сияқты		

1-кесте жалғасы

Конструкциялардың пайдаланылу шарттары		Бетонның маркасы, төмен емес					
Режимнің сипаттамасы	Есептік қысқы  сырттағы ауа температурасы, °C	аязға төзімділік бойынша			су өткізбеушілік бойынша		
		жауапкершілік дәрежесі бойынша кластағы ғимараттар мен құрылыстардың конструкциялары үшін (жылытылатын ғимараттардың сыртқы қабырғаларынан басқа)					
		I	II	III	I	II	III
2. 0°C төмен температураның эпизодтық әсері болуы мүмкін: а) суға қаныққан күйде (мысалы, топырақта немесе су астындағы конструкциялар)	Минус 40 төмен	F150	F100	F75	Нормаланбайды		
	Минус 20 төмен минус 40 дейін қоса алғанда	F75	F50	F35	Сол сияқты		
	Минус 5 төмен минус 20 дейін қоса алғанда	F50	F35	F25	Сол сияқты		
	Минус 5 және одан жоғары	F35	F25	F25	Сол сияқты		
б) Ауа ылғалдылығы жағдайларында (мысалы, құрылыс пен монтаждау кезінде жылытылатын ғимараттардың ішкі конструкциялары)	Минус 40 төмен	F75	F50	F35	Нормаланбайды		
	Минус 20 төмен минус 40 дейін қоса алғанда	F35	F25	F25	Сол сияқты		
	Минус 5 төмен минус 20 дейін қоса алғанда	F35	F25	F25	Сол сияқты		
	Минус 5 және одан жоғары	F25	F25	F25	Сол сияқты		
<p>Ескертпелер</p> <p>1 Сырттағы ауаның есептелген қысқы температурасы нормативтік-техникалық құжаттар талаптарын ҚР ЕЖ 5.03-102 ескере отырып қабылданады.</p> <p>2 Бетонның сумен жабдықтау және жер суландыру құрылыстары конструкцияларына арналған су өткізбеушілігінің жобалық маркаларын W4 төмен болмайтындай, ал бетонның аязға төзімділік бойынша жобалық маркаларын ауыр бетонға арналғандай тиісті нормативтік және нормативтік-техникалық құжаттардың нұсқаулары бойынша қабылдау қажет.</p> <p>3 Бетонның жебірлі ортада пайдаланылатын конструкциялар үшін су өткізбеушілік бойынша жобалық маркасы W6 төмен болмауы тиіс.</p>							

## **ҚР ЕЖ 5.03-103-2013**

4.3.15 В10 және В12,5 кластардағы бетон конструкцияларды жебірлі орталарда, сондай-ақ жүктеме сан мәрте түсірілетін жағдайларда қолдануға жол берілмейді.

4.3.16 Нақты бұйым түріне арналған нормативтік құжаттарда белгіленетін тығыз толтырғыштардағы тығыз силикат бетонның уатылу көрсеткіштері МЕМСТ 25214 көрсетілген мәндерден аспауы тиіс.

4.3.17 Силикат бетон болат арматурамен қажетінше ұстаса алатынын және оған жақын сызықтық кеңею коэффициентін ескеру керек. Бұл оның арматураланған құрылыс конструкцияларында қолданылу мүмкіндігін қамтамасыз етеді.

Бұйымдардың нормаланған қалыңдықтағы қорғайтын қабаты болған жағдайда, тығыздығы жоғары силикат бетондағы болат арматура жақсы сақталады, тот баспайды.

4.3.18 Ауа ортасының ылғалдылығы 75 % жоғары ішкі орын-жайлардың конструкцияларындағы және судың немесе атмосфералық жауын-шашынның әсері үнемі болатын конструкциялардағы арматураны тот басуды тежейтін тежегіштердің – лигносульфонаттардың, танниндер, аминоспирттардың көмегімен қорғау қажет.

### **4.4 Тығыз силикат бетонға арналған материалдар**

#### **4.4.1 Тұтқырлар**

4.4.1.1 Силикат бетон дайындау үшін әктас және кремнеземді материалдардың, толтырғыштар мен су негізінде алынатын тұтқырларды қолдану қажет.

4.4.1.2 Тығыз силикат бетон бұйымдар мен конструкциялар өндірісінде пайдаланылатын материалдар нормативтік құжаттардың талаптарына сәйкес болуы және сәйкестік сертификаттары болуы тиіс.

4.4.1.3 Ережелер жинағы әктас-кремнеземді тұтқырдың келесі түрлерінің қолданылуын көздейді:

- ауа кальций, магнезиалды немесе доломитті әктас пен құм негізінде дайындалған әктас-құм;

- әктас-белит типті (табиғи құрамды мергелизді карбонатты жыныстардан алынатын гидравликалық әктас және жасанды карбонатты-кремнеземді қоспалардан алынатын тұтқыр әктас-белит) тұтқырлар негізінде дайындалған әктас-құм;

- қождың ауа әктасы негізінде дайындалған әктас-қож.

4.4.1.4 Әктас (31 % бастап 47 % дейін) пен құмды (68 % бастап 51 % дейін) қосып илеу арқылы алынатын әктас-құм тұтқырының меншікті беті кем дегенде 4500 см<sup>2</sup>/г болуы тиіс.

4.4.1.5 Кремнеземді компоненттер ретінде:

- кварц, бархан, кварц-полевошпат немесе полиминерал құрамды құм, кен байыту комбинаттарының қалдықтарын;

- қож – түйіршіктелген (металлургия, энергетика және электротермикалық фосфор өндірісі) және домна пештен шыққан баяу суытылған қождың барлық түрлерін қолдану керек.

4.4.1.6 Әктас-белит тұтқырдың құрамында 35 % бастап 45 % дейінгі көлемде бос СаО және кем дегенде 30 % көлемде екі кальцийлі силикат болуы тиіс. Тұтқырдың меншікті беті кем дегенде 4000 см<sup>2</sup>/г болуы тиіс.

4.4.1.7 Жоғары негізді күл тұтқырының құрамында кем дегенде 30 % CaO, 3 % аспайтын SO<sub>3</sub>, 3% аспайтын сілтілік тотығулар болуы тиіс. Тұтқырдың меншікті беті кем дегенде 3000 см<sup>2</sup>/г болуы тиіс.

4.4.1.8 Кальцийлі, магнезиалды және доломитті ауа әктас гидратациялану ұзақтығы 25 мин аспайтын барлық сұрыптар үшін МЕМСТ 9179 талаптарына сай келуі керек.

4.4.1.9 Шихта компоненті ретінде қатаюды тездеткіштермен бірге немесе МЕМСТ 3476 талаптарына сәйкес аралас тұтқырмен бірге түйіршіктелген домна пешінің қожын қолдану қажет. Қождың құрамындағы Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> мен SiO<sub>2</sub> (белсенділік модулі) және негізгі және бейтарап құждың пайыздық мөлшерінің қатынасы кем дегенде 0,4 болып, негізгі тотықтардың қышқылды тотықтардың (белсенділік модулі) мөлшеріне қатынасы кем дегенде 0,9 болуы керек. Қождағы марганец тотығының мөлшері 1,5 % аспауы, күкіртті және күкірт қышқылды қоспалардың мөлшері SO<sub>3</sub> есептегенде 2 % аспауы тиіс.

4.4.1.10 Түйіршіктелген қождың арасында бөгде қосындылар, тығыз тас тәріздес кесектер және қоспалы материалдар болмауы керек.

4.4.1.11 Әктас пен қож негізіндегі аралас тұтқырдың меншікті беті кем дегенде 5000 см<sup>2</sup>/г болуы керек.

4.4.1.12 Қасиеттері тұрақсыз әктасты пайдаланған уақытта тұтқырлардың ұсақталатын өнімі механикалық және пневматикалық араластырылатын гомогенизаторларда орташалау қажет.

4.4.1.13 В10 бастап В60 дейінгі кластағы бетондарды алу үшін тұтқырларға қойылатын негізгі талаптар 2-кестеде көрсетілген.

**2-кесте – Тұтқырларға қойылатын негізгі талаптар**

Әктас-кремнеземді тұтқырлардың компоненттері және оларға қойылатын талаптар	Өлшем бірлігі	Әктас-кремнеземді тұтқырлар келесі негіздерде		
		ауа әктас		әктас-белит типті тұтқырлар
		әктас-құм	әктас-қож	әктас-белито-құм
Ауа әктас (кальцийлі, магнезиалды және доломитті)	Салмағы бойынша %	31 бастап 47 дейін	8 бастап 10 дейін	-
Оның ішінде CaO+MgO есептелген белсенді	Сол сияқты	25 бастап 38 дейін	6,4 бастап 8 дейін	-
Құм	Сол сияқты	68 бастап 51 дейін	22 бастап 10 дейін	-
Гипс тас	Сол сияқты	2 (0)	0 бастап 5 дейін	-
Қож	Сол сияқты	-	70 бастап 75 дейін	-
Табиғи құрамды мергелизді карбонатты жыныстардан алынатын гидравликалық әктас және жасанды карбонатты-кремнеземді қоспалардан алынатын әктас-белит типті тұтқырлар	Сол сияқты	-	-	40 бастап 70 дейін

2-кесте – Тұтқырларға қойылатын негізгі талаптар (жалғасы)

Эктас-кремнеземді тұтқырлардың компоненттері және оларға қойылатын талаптар	Өлшем бірлігі	Эктас-кремнеземді тұтқырлар келесі негіздерде		
		ауа әктас		әктас-белит типті тұтқырлар
		әктас-құм	әктас-қож	әктас-белит-құм
Соның ішінде бос СаО есептегенде	Сол сияқты	-	—	14 бастап 35 дейін
Құм	Сол сияқты	—	—	30 бастап 60 дейін
Гипс тас	Сол сияқты	—	—	0 бастап 1,5 дейін
<b>Ұсақтау жұқалығы</b>				
Меншікті беті бойынша:	мың см <sup>2</sup> /г			
әктас-кремнеземді тұтқыр, кем емес ұсақталған құм:		5 (4)	5	4
- кем дегенде	«	1 (1,8)	—	1
- асырылмай	«	2,5 (2)	—	2,5
ұсақталған қож:				
- кем дегенде	«	—	2	—
- асырылмай	«	—	3	—
№ 009 електе қалған әктас-кремнеземді тұтқырдың қалдығы бойынша, көп емес	%	8 (15)	8	8
СаО + MgO белсенді түйіршіктерінің болуы ГОСТ 22688 сәйкес 0,2 мм ірі	%	0,5 (нормаланбайды)	0,5	0,2
Меншікті беті бойынша:	мың см <sup>2</sup> /г			
Диірмендегі әктас-кремнеземді тұтқырдағы - Са(ОН) <sub>2</sub> кальций тотығының белсенді СаО немесе бос СаО жалпы мөлшеріне қатысты гидратациялану дәрежесі	%	40 бастап 80 дейін (30 дейін)		40 бастап 80 дейін
Эктас-кремнеземді тұтқырдың ұстаса бастауы, кем дегенде	мин.	20 (нормаланбайды)	20	20
<p>Ескертпе - Жақшада бетон қоспаларын дайындаудың екінші (гидратты) тәсілінде пайдаланылатын тұтқырларға қойылатын талаптар көрсетілген (4.8.1-тарауы). Қалған талаптардың бәрі бетон қоспасын әзірлеудің «қайнау» және гидратты тәсілдерінде пайдаланылатын тұтқырларға жатады.</p>				

4.4.1.14 Тұтқырдың құрамын конструкциялар мен бұйымдарға қойылатын талаптарды ескере отырып таңдау керек.

4.4.1.15 Белсенді немесе бос СаО мөлшері жоғары (30 % және одан артық) тұтқырларды отқа төзімділік дәрежесі I, II және III ғимараттардың конструкциялары мен бұйымдарын дайындаған уақытта қолдану қажет. Мұндай бұйымдар үшін тұтқырдағы СаО гидратациялау дәрежесі кем дегенде 70 % болуы тиіс.

4.4.1.16 Өзге бұйымдарды дайындаған уақытта белсенді және бос СаО мөлшері мен тұтқырдағы СаО гидратациялану дәрежесін техника-экономикалық көрсеткіштер жақсы болғанда талап етілетін беріктігі мен тығыздығы бар бетонды алу қажеттілігіне қарай тағайындау қажет. Қаттылығы жоғары бетондарды алу үшін белсенді және бос СаО мөлшері азырақ (30 % дейін) тұтқырды қолдану қажет.

4.4.1.17 Тұтқырды дайындау үшін пайдаланылатын материалдарды дайындау келесі операцияларды қамтиды:

- әктас материалдар мен гипс тас кесектерінің ірілігі 25 мм дейін болатындай, ал қож шекті ірілігіне дейін 10 мм болатындай ұсақталады;

- қождан алынған металл қосындыларды ажыратып алу үшін электромагниттік сепарация жүргізіледі;

- карьерлік ылғалдықтағы құм саңылаулары 10 мм дірілтербеліс арқылы еленеді; қатқан құм шығыс бункеріне түспей тұрып жылытылу керек;

- ылғалдылығы 2 % жоғары қожды кептіру керек; түйіршіктелген домна пеші қожының сапасы нашарламауы үшін (әйнектелмеуі үшін) қождың кептіру агрегатынан шыққан уақыттағы температурасы 150 °С аспауы керек.

4.4.1.18 Тұтқырдың барлық компоненттерін салмағы бойынша дозалау керек.

4.4.1.19 Әктас материалдар, гипс тас пен қож үшін мөлшерлеу дәлдігі кем дегенде  $\pm 2 \%$ , құм үшін кем дегенде  $\pm 3 \%$  болу керек. Белгіленген ара-қатынастағы тұтқыр компоненттері диірменге алдын ала араластырылмай немесе үздіксіз не мерзімдік әсердегі араластырғышта аз уақыт араластырылғаннан кейін келіп түсіп, бірге ұсақталуы керек. Құмның карьерлік ылғалдылығы тұтқырдың құрамындағы кальций тотығының белгіленген дәрежедегі гидратациялануын қамтамасыз етпесе, құмды қосымша ылғалдандыру немесе жетпей тұрған су мөлшерін қоректендіргішке не диірменге құю қажет.

#### 4.4.2 Қоспалар

4.4.2.1 Тығыз силикат бетонның қасиеттерін реттеу үшін қоспалар қосу қажет.

4.4.2.2 Әктастың күйдірілу процессін тежейтін қоспалар ретінде:

- гипс пен гипсоангидрит – ҚР СТ EN 13279-1, МЕМСТ 4013 бойынша;

- сульфитті-спиртті барда (ССБ) қолдану қажет.

4.4.2.3 Ұсақталған күйдірілмеген әктастың ұстасуын тежейтін анағұрлым тиімді тежегіш беткі белсенді заттары: сульфиттік-спирттік бардасы, торфтың су-сілті тартылымы және т. б. бар кальций немесе магний сульфатының жинақталған қоспасы болып табылатынын ескеру қажет.

4.4.2.4 Әктасты ұсақтау процесінде әктас салмағынан 5 % бастап 7 % дейінгі мөлшерде гипс (қос сулы гипске есептегенде), ал шымтезек сығындысы 3 % бастап 5 % дейінгі мөлшерде немесе сульфиттік-спирттік сілті 0,5 % бастап 0,7 % дейінгі мөлшерде қатыратын сумен бірге қосылуы керек.

4.4.2.5 Автоклавты катаю процессін төмендегідей қоспаларды қосып үдету керек:

- натрий сульфаты– тұтқыр салмағының 0,5 %;

- тұнбалы жыныстар – трепел, диатомит, опоки, сазбалшық, саздақ, лесса – 3 % бастап 30 % дейінгі аралықта.

## ҚР ЕЖ 5.03-103-2013

Бұл қоспалар ішінара әктасты алмастыра алады. Қоспалардың ұсақталу жұқалығы 3000 бастап 4000 см<sup>2</sup>/г дейін болуы тиіс.

4.4.2.6 Бетон қоспасын қатыратын сумен пластификациялау үшін төмендегідей пластификациялайтын қоспалар қосу керек:

- кремний органикалық сұйықтық (ГКЖ-10 және ГКЖ-11);
- синтетикалық пластификациялайтын қоспа (СПҚ);
- беткі белсенді сілті;
- сульфиттік-спирттік сілті (ССС);
- суперпластификатор С-3;
- микрокремнезем – аморфты түрленген қостотығы мөлшері 92 % артық өте шашыраңқы материал.

Басқа да қоспаларды қосуға болады. Мұндай кезде олардың қолданылу тиімділігі ГОСТ 30459 сәйкес нақты бір өндіріс жағдайларында тексерілуі шарт.

### 4.4.3 Толтырғыштар

4.4.3.1 Силикат бетондардың толтырғыштары ретінде құрамында кем дегенде 80 % кремнезем, 10 % аспайтын сазбалшық қосындысы мен 0,5 % аспайтын слюда бар орташа, ұсақ және өте ұсақ кварц құм пайдалану керек.

4.4.3.2 Силикат бетонның ұсақ толтырғышы ретінде ҚР СТ EN 12620, МЕМСТ 8736 талаптарына сәйкес табиғи және уақталған құм пайдалану керек.

4.4.3.3 МЕМСТ 948 сәйкес келетін ірілік модулі ( $M_i$ ) 2,5 аспайтын керамзит құмды орташа тығыздығы 1100 бастап 1200 кг/м<sup>3</sup> дейін силикат бетон үшін және 2,0 орташа тығыздығы 1000 кг/м<sup>3</sup> төмен силикат бетон үшін қолдану қажет.

4.4.3.4 МЕМСТ 12865 бойынша ірілік модулі ( $M_i$ ) 2,5 аспайтын вермикулит құмның суға мұқтаждығы 16 % аспауы керек.

4.4.3.5 Ірі толтырғыш ретінде тығыз тау жыныстарынан жасалған қиыршықтас, малтатас немесе домна, фосфорлы және түйірлер көлемі 3 бастап 15 мм дейін нормативтік құжаттардың талаптарына сай келетін басқа да қож түрлерінен жасалған қиыршықтас қолдану қажет.

- ҚР СТ EN 12620, МЕМСТ 8267 бойынша табиғи тастан жасалған қиыршықтас;

- ҚР СТ EN 12620, МЕМСТ 5578 бойынша домна пеші қожынан жасалған қиыршықтас;

- ҚР СТ 948 бойынша қиыршықтас және аглопорит құмы;

- ҚР СТ 948 бойынша малтатас және керамзит құмы;

- ҚР СТ EN 12620, ҚР СТ 948 бойынша шунгит малтатас;

- ҚР СТ 948 бойынша қиыршықтас және металлургиялық қождан жасалған кеуек құмы (қож пемзасы).

4.4.3.6 Суды ҚР СТ ISO 12439, МЕМСТ 23732 бойынша қолдану ұсынылады. Су температурасын 25 °С асыруға болмайды.

#### 4.5 Арматура бұйымдары және салма бөлшектер

4.5.1 Тығыз силикат бетоннан жасалған конструкциялар мен бұйымлардың арматуралау үшін арматуралық болаттың төмендегідей түрлері мен кластарын қолдану қажет:

- МЕМСТ 10884 бойынша кернелетін арматура (дәнекерленуі мен арматураның тот басудан сызатталуына жоғары төзімділігіне қарамастан);

- ҚР СТ EN 10138-4, МЕМСТ 5781 бойынша ыстық қалпында созылған шыбықты;

- ҚР СТ 2102-2, МЕМСТ 7348 бойынша беріктілігі жоғары сым;

- МЕМСТ 5781 бойынша кернелмейтін арматура;

- ҚР СТ 2102-2, МЕМСТ 6727 бойынша мерзімді профильді сым;

- ҚР СТ ИСО 6934-2 бойынша суық қалпында созылған сым.

4.5.2 Арматураның тот басудан қорғалуын конструкцияның пайдаланылу шарттарына байланысты қарастыру қажет:

- ауаның салыстырмалы ылғалдылығы 60 % дейін болғанда немесе ылғалдылықтың құрғақ аймағында арматураны тот басудан қорғау бойынша арнайы шаралар қарастырылмайды;

- іштегі салыстырмалы ауа ылғалдылығы 60 % жоғары және 75 % дейін болғанда немесе ылғалдылығы қалыпты аймақта бетондағы арматураның сақталуын (бетонның маркалы беріктілігі мен тығыздығын бастапқы мәндермен салыстырғанда бір сатыға көтеру немесе конструкциялардың бетіне су өтпейтін жабын төсеу) қамтамасыз ету шараларын қолдану керек;

- іштегі ауаның салыстырмалы ылғалдылығы 75 % жоғары болғанда немесе ылғалды аймақта, сондай-ақ жебірлі орта болғанда және атмосфералық жауын-шашынның әсері мен кері әсерлі температура күшейгенде арматураны тот басудан латексті-минералды жабынмен қорғау қажет.

4.5.3 ҚР ЕЖ 2.01-101 талабына сәйкес барлық арматура мен салма бөлшектер арнайы өңделген жабындармен қорғалуы керек.

4.5.4 Арматураның тығыз силикат бетоннан жасалған конструкциялар мен бұйымдардағы тот басуға төзімділігі бетонның тығыздығына, бетонның қорғаныс қабатының қалыңдығына және бұйымдардың пайдаланылу шарттарына байланысты болады. Бетонның қорғаныс қабатының қалыңдығы МЕМСТ 17625 бойынша жұмыс сызбаларына сәйкес болуы керек.

4.5.5 Өлшемдердің дәлдігі, беттердің сапасы, арматуралық және салма бұйымдардың дәнекерленген бірігулерінің беріктілігі ҚР СТ EN 10080, МЕМСТ 10922, МЕМСТ 8478 талаптарына сәйкес келуі тиіс. Арматуралық бұйымдардың орналасуы, пішін, өлшемі және бекіту тәсілдері жұмыс сызбаларының талаптарына сай келуі керек.

4.5.6 Арматураның жобалық орналасуын қамтамасыз ету мақсатында бекіткіштер орнату керек. Кернелмейтін арматураның биіктігі бойынша бекіткіштердің арасы келесідей болуы қажет:

- диаметрі 3 бастап 4 мм дейін болғанда .....0,4 бастап 0,5 м дейін;

- диаметрі 5 бастап 6 мм дейін болғанда .....0,6 бастап 0,8 м дейін;

- диаметрі 8 бастап 12 мм дейін болғанда .....0,8 бастап 1,2 м дейін.

## 4.6 Тығыз силикат бетоннан бұйымдар және конструкциялар жасау

### 4.6.1 Тұтқыр материалдарды дайындау

4.6.1.1 Тығыз силикат бетоннан конструкциялар мен бұйымдар дайындау технологиясында әктас-кремнеземді тұтқырды дайындаудың екі негізгі тәсілі қолданылады – «қайнау», «гидратты» және олардың түрлері.

4.6.1.2 Тұтқыр «гидратты» тәсілмен дайындалған уақытта алдын ала күйдіріліп қойған әктасты қолдану керек.

4.6.1.3 Арақатынас (құм:әктас) шикізат материалдарының қасиеттеріне байланысты қолданылуы керек.

4.6.1.4 Арақатынас (құм:әктас) құрамы әртүрлі тұтқырда дайындалған бақылау үлгілерін сынау нәтижелері бойынша зауыт зертханасымен таңдауы керек.

4.6.1.5 Алынған тұтқырды құм-толтырғышпен белгіленген мөлшерлестікпен араластыру керек. Алынған қоспа әктас толығымен гидратацияланғанша сүрленеді, кейіннен ылғалдандырылады. Осыдан соң қалыптайды және автоклавты өңдейді.

4.6.1.6 Ұнтақталған әктас-қайнағышта дайындалған силикат бұйымдардың беріктілік және аязға төзімділік бойынша көрсеткіштері күйдірілген әктаста дайындалғанмен салыстырғанда жақсырақ екенін ескеру қажет.

4.6.1.7 Ұнтақталған әктас-қайнағыш қоспалармен тез ұстасатынын (шамамен 5 мин) және әктастың ауа ылғалдығымен қарқынды гидратациялатынын және мұның нәтижесінде жинап, тасымалдау кезінде белсенділігі тез жоғалатынын ескеру қажет.

4.6.1.8 Кальций тотығының мөлшері 80 % бастап 90 % дейінгі белсенділігі жоғары әктастағы тығыз силикат бетоннан бұйымдар дайындаған кезде қоспа тез күйдірілетінін атап өту қажет. Бұл оны қалыптау орнына тасымалдаған уақытта қоспаның ұстасуына және бұйымдарда шөгетін жарықтардың пайда болуына әкеледі.

4.6.1.9 Бұйымдардың сапасын жақсарту үшін әктас пен құмның ара-қатынасы бірдей болғанда 60 % бастап 70 % дейін кальций тотығы бар белсенділігі азырақ әктасты қолдану қажет. Бірақ әктас-құм қоспасының белсенділігі 30 % дейін төмендегенде қалыптау қоспасының қаттылығы артады.

4.6.1.10 Белсенділігі 40 % бастап 50 % дейін әктасты (тасымалдау кезінде ішінара күйдірілген) қолдануға жол беріледі.

4.6.1.11 Әктас-құм қоспасының оңтайлы белсенділігі 18 % бастап 22 % дейінгі аралықта болу керек. Белсенді Са тотығының мөлшері бойынша қабылданатын әктас-құм қоспасының белсенділігі А, Б, және В қосымшаларына сәйкес немесе МЕМСТ 22688 бойынша анықталады.

4.6.1.12 Силикат қоспасының оңтайлы ылғал мөлшері 10 % бастап 12 % дейін болуы тиіс.

4.6.1.13 Тұтқырдың құрамындағы жекелеген компоненттердің ұсақтау жұқалығы МЕМСТ 310.2 сәйкес төмендегідей болуы керек:

- құм үшін – № 0,08 електе қалған қалдық бойынша 10 % аспайды және меншікті беті кем дегенде 2000 см<sup>2</sup>/г;

- әктас үшін – № 0,08 електе қалған қалдық бойынша 5 % аспайды және меншікті беті кем дегенде 4000 см<sup>2</sup>/г.

4.6.1.14 Гидратты әктас негізіндегі әктас-кремнеземді тұтқырдың меншікті беті кем дегенде  $3000 \text{ см}^2/\text{г}$  болуы керек.

#### 4.6.2 Силикатбетон қоспасын дайындау

4.6.2.1 Тығыз силикат бетонға арналған қоспаның «қайнау» тәсілі бойынша дайындалуы келесі негізгі әрекеттерден тұрады: әктас-күм тұтқырын (1:1 арақатынастағы күм:әктас) шарлы диірмендерде ұсақтау және мөлшерлеу, силикатбетон қоспасын мөлшерлеу және дайындау; бұйымдарды қалыптау және автоклавта өңдеу.

4.6.2.2 Бетон қоспасының құрамын белгіленген техникалық талаптарға сай келетін бетонды алуға мүмкіндік беретін кез келген әктасты әдіс бойынша таңдауға болады. Мұндай кезде бетон қоспасындағы толтырғыш күмнің ірілігіне және оның дайындалу тәсіліне байланысты болатын тұтқырдың ең төменгі жол берілетін мөлшерін ескеру керек.

4.6.2.3 Тығыз силикат бетонның құрамын келесі реттілікпен тәжірибелік жолмен таңдау қажет:

- қалыптайтын үлгілердің қабылданған тәсілінде анағұрлым тығыз бетон қоспасының алынуын қамтамасыз ететін судың оңтайлы мөлшерін анықтау. Дірілмен нығыздалған бұйымдарды дайындаған уақытта су мөлшері компоненттердің құрғақ қоспасының салмағына қарай 10 % бастап 15 % дейінгі аралықта болады;

- қоспадағы әктас-кремнеземді тұтқырдың қажетті мөлшерін анықтау, ал жұқалап ұнтақталған күм қоспалары немесе өзге кремнеземді компоненттер пайдаланылған уақытта ұнтақталған қоспаның оңтайлы көлемін анықтау. Күмнің ұнтақталу жұқалығы мен әктастың белсенділігіне байланысты ұнтақталған күм қоспасы әдетте, әктас салмағынан 50 % бастап 150% дейінгі көлемді құрайды. Қоспадағы барлық компоненттердің мөлшерін әктастың үш түрлі шығынымен және тұтқырдың әр шығынына қажетті ұнтақталған күм мен әктастың үш ара-қатынасымен сынама илем жасау негізінде белгілеу қажет;

- өндіріс жағдайына жақын жағдайда дайындалып қатайған үлгілерді сынау нәтижелерінің негізінде әктастың шығынынан және ұнтақталған күм қоспасының мөлшерінен силикат бетон беріктілігінің тәуелділік қисықтарын құру;

- күйдіретін барабан мен араластырғыштың бір илеміне жұмсалатын материалдардың мөлшерін есептеу және талап етілетін құрамды таңдау.

4.6.2.4 Тығыз силикат бетонның өндірістік құрамдарын конструкциялардың әрбір нақты түрі үшін бөлек әзірлеу керек.

Бетонның құрамын таңдау мысалдары Г қосымшасында келтірілген.

4.6.2.5 Ауа әктасты пайдаланғанда бетон қоспасындағы белсенді  $\text{CaO}+\text{MgO}$  мөлшері және әктас-белит типті тұтқыр пайдаланғандағы бос  $\text{CaO}$  мөлшері сәйкесінше кем дегенде 4 % және 2 % құрауы тиіс.

4.6.2.6 Екінші (гидратты) тәсіл бойынша дайындалған бетондар үшін тұтқырдың шығыс нормаларын белсенді  $\text{CaO}+\text{MgO}$  мөлшеріне қарай белгілеу керек – кем дегенде 5 % және бос кальций тотығының мөлшеріне қарай – кем дегенде 3 %.

4.6.2.7 Бетон қоспасының ыңғайлы салынуын бұйымдардың конфигурациясы мен көлеміне, арматуралардың көптігіне және нығыздалу тәсілдеріне қарай тағайындау қажет.

## ҚР ЕЖ 5.03-103-2013

4.6.2.8 Бетонной қоспасының ыңғайлы салынуын МЕМСТ 10181 сәйкес анықтау керек.

4.6.2.9 Отқа төзімділігі I, II және III дәрежедегі ғимараттарда қолданылатын бұйымдар үшін қоспаның қаттылық көрсеткіші қимасы тұтас болса кем дегенде 30 с және қуыс болса - 20 с дейін болуы керек.

4.6.2.10 Бетон қоспасын дайындаған уақытта тұтқыр мен құм салмағы бойынша, су – салмағы немесе көлемі бойынша мөлшерленуі тиіс.

Тұтқырдың және судың мөлшерлену дәлдігі ( $\pm 2$ ) % дейін, құмдікі ( $\pm 3$ ) % дейін болуы керек.

4.6.2.11 Әктас-құм және әктас-белит-құм тұтқыры негізіндегі бетон қоспаларын екі тәсілмен дайындау қабылданған:

1) бетон қоспасындағы кальций тотығының гидратациялық ұстасу әсерінің сақталуымен;

2) кальций тотығының ұстасу әсерінсіз ұлпаға толық гидратациялануымен.

4.6.2.12 Әктас-қож тұтқыры негізіндегі бетон қоспасын бетон қоспасының барлық компоненттері (тұтқыр, толтырғыш, су) араластырғышта бірден түгел араластырылып қалыптау үшін қолданылғанда қайнау тәсілі бойынша ғана дайындау қажет.

Бетон қоспасының компоненттерін араластырғышқа келесі реттілікпен жүктеу керек: толтырғыш, тұтқыр, аз уақыт араластырылғаннан кейін (30 с дейін) су беріледі. Араластырудың жалпы ұзақтығы 3 бастап 4 минутқа дейін.

4.6.2.13 Әктастың гидратациялану процессін тездету үшін және бетон-шикізаттың беріктілігін арттыру үшін температурасы 40 °C бастап 80 °C дейін қыздырылған суды қолдану қажет.

4.6.2.14 Бетон қоспасын «гидратты» тәсіл бойынша екі қабылдауда дайындау керек. Алдымен тұтқыр, құм және су қоспасы дайындалады. Қоспа араластырғыштарда әбден араластырылғаннан кейін әктас толығымен гидратацияланғанша сүремде ұсталады.

4.6.2.15 Әктастың белсенділігі 70 % бастап 80 % дейін болғанда, оны сүрлемдерде 100 минуттан 120 минутқа дейін, ал әктастың белсенділігі 50 % бастап 70 % дейін болғанда 4 бастап 8 сағатқа дейін ұстау қажет.

4.6.2.16 Қосылатын су мөлшері әктасты гидратациялау реакциясына қажеттілікпен анықталуы тиіс. Оның қоршаған ортаға булануы және қалған ылғалдықтың қамсыздандырылуы 2,5 % бастап 3 % дейінгі аралықта болуы тиіс.

4.6.2.17 Сүрлемдерде ұсталған қоспаны үстінен қажетті консистенциядағы бетон қоспасының алынуын қамтамасыз ететін мөлшерде су қосып екінші рет араластыру қажет.

4.6.2.18 Бетон қоспасының компоненттері үздіксіз немесе мерзімді әрекет ететін араластырғыштармен араласуы керек.

4.6.2.19 «Қайнау» тәсілі бойынша дайындалған бетон қоспасы пішінге салынған уақытта 20 °C бастап 25 °C дейінгі температурада болуы керек. Бұл қалыпталып болған бұйымдарды тасымалдаған уақытта жарықтардың пайда болуына және жылумен өңдеудің бастапқы сатысында тамшының салдарынан үстерінде ақаулардың болуына жол бермеу үшін беріктілігі жеткілікті бетон-шикізаттың алынуын қамтамасыз етеді. «Гидратты» тәсіл бойынша дайындалған қоспаның температурасы реттелмейді.

### 4.6.3 Тығыз силикат бетоннан жасалған бұйымдарды қалыптау

4.6.3.1 Бетон қоспасын салуды және нығыздауды  $(20\pm 5)$  °С кем емес ауа температурасында жүргізу қажет.

4.6.3.2 Силикат бетон конструкцияларын және бұйымдарын дірілқалыптауды машиналар мен қондырғыларды пайдаланып жүргізу керек.

4.6.3.3 Қалыптау жабдығы конструкциялар мен бұйымдардың номенклатурасының, геометриялық өлшемі мен салмағының ескерілуімен таңдалуы керек.

4.6.3.4 Дірілмен нығыздау параметрлері: тербеліс жиілігі минутына 2300 бастап 3000 дейін болуы керек, амплитуда 0,6 бастап 0,8 мм дейін болуы керек. Тербеліс амплитудалары қалып ауданы бойынша біркелкі таралуы керек. Жекелеген нүктелерде амплитуда шамасының орташа мәннен ауытқуы 20 % аспауы тиіс.

4.6.3.5 Тығыз силикат бетоннан жасалған конструкциялар мен бұйымдарды қалыптарда қалыптау қажет. Қалыптар МЕМСТ 25781 талаптарына сай келуі тиіс.

4.6.3.6 Қалыптар дайындаудың технологиялық процесі қалыптардың тазалануын, жинастырылуын және майлануын қамтиды.

4.6.3.7 Тазаланған қалып қалыптастыратын бетті металлға немесе қалыптың басқа да материалына адгезиясы жеткілікті, тот басу туғызбайтын, бетонның бұзылуына және бұйымдардың беттерінде дақтардың пайда болуына әкеп соқтырмайтын, сондай-ақ адамдар денсаулығына және өрт қауіпсіздігі жағынан қауіпсіз құрамдармен майлау керек.

4.6.3.8 Майлау құрамдарын жұқалап біркелкі жағу керек.

4.6.3.9 Бетонның беті ластанатындықтан және қажет болған уақытта жабынды сапалы түрде қайта қаптау мүмкін болмайтындықтан машина майларын қолданбау ұсынылады.

4.6.3.10 Қож немесе әктас-қож тұтқыры негізінде дайындалған бетон қоспасы 60 мин кешіктірілмей қолданылуы қажет.

4.6.3.11 Қоспа «гидратты» тәсіл бойынша дайындалған уақытта қайта өңдеу уақыты 60 мин аспауы тиіс.

4.6.3.12 «Гидратты» тәсіл бойынша дайындалған қож, әктас-қож тұтқыры негізіндегі силикатобетон қоспалар қыздырылмайтынын ескеру қажет.

4.6.3.13 Қатты бетон қоспаларынан дайындалатын қабырға панелдерінде қосымша келесі шараларды қарастыру қажет:

- арматураның қорғаныс қабатының қалыңдығы кем дегенде 3 см болып алынады;
- көтеру ілмектерінің ұзындығын қатты қоспалардың пайдаланылуысыз қалыптастырылатын панелдерге көтеру ілмектерімен салыстырғанда арматуралық болат шыбықтарының 5 (d) номиналды диаметріне ұлғайту қажет;
- көтеру ілмектерінің саңылауға дейінгі аралығы кем дегенде 30 см болуы керек.

4.6.3.14 Көтергіш қабырғалардың бетон панелдерінің конструктивті арматуралануы әдетте, көтергіштік қабілетінің қандай дәрежеде пайдаланылатынына қарамастан, екі жақты болып қарастырылуы қажет. Мұндайда тік арматураның көлденең қимасының 1 м ұзындығына және көлденең арматураның тік қимасының 1 м ұзындығына келетін ауданы панелдің әр жағынан ауыр цемент бетон панелдердегідей алынуы қажет.

## ҚР ЕЖ 5.03-103-2013

### 4.6.4 Автоклавтық өңдеу

4.6.4.1 Бетон қоспаларынан «қайнау» тәсілі бойынша пішінделген бұйымдар автоклавқа пішіндеу аяқталғаннан соң тура 3 сағ. кейін жүктелуі керек. Бетон қоспасы «гидратты» тәсіл бойынша дайындалғанда бұйымдарды ұстаудың қажеттілігі жоқ.

4.6.4.2 Қалыңдығы 20 см дейін бұйымдарды автоклавтарда өңдеу режимі шамаланған түрде 3-кесте бойынша тағайындалады.

#### 3-кесте – Бұйымдарды әртүрлі қысымда автоклавты өңдеу режимдері

Автоклавтағы жұмыс қысымы, МПа, кем емес	Автоклавтық өңдеу режимі, сағ			
	бу қысымының көтерілуі, кем емес	ұстау, көп емес	бу қысымының төмендеуі, кем емес	автоклавтаудың жалпы ұзақтығы, көп емес
0,8	1,5	10	2,5	14
1,0	2,0	8	3,0	13
1,2	2,5	6	3,5	12

4.6.4.3 Әрбір нақты жағдайда изотермиялық кезеңнің ұзақтығы технологияны меңгеру кезінде, ал одан кейін шикізаттың сипаттамасы, бұйымдардың номенклатурасы және негізгі технологиялық параметрлері өзгерген уақытта нақтылануы керек.

Изотермиялық кезеңнің ұзақтығы 4-кестеде келтірілген.

#### 4-кесте – Бұйымдардың қалыңдығына қарай автоклавтау кезіндегі изотермиялық кезеңнің ұзақтығы

Бұйымдардың қалыңдығы, см, дейін	Берілген температурада (артық қысым) автоклавтау кезінде изотермиялық кезеңнің ұзақтығы, сағ, көп емес )		
	175°C (0,8 МПа)	183°C (1,0 МПа)	191°C (1,2 МПа)
10	5	4	4
14	6	5	4
18	7	6	5
20	8	7	6

Ескертпелер -

1 Бұйымдарды изотермиялық ұстаудың кестеде көрсетілген ұзақтығы тұтқыр компонент ретінде құрамында кем дегенде 70 % кварц бар құмның пайдаланылуын көздейді. Құмдағы кварц мөлшері бұдан аз болғанда изотермиялық ұстау ұзақтығы 1 сағ. ұлғайтылуы керек.

2 Жұқа қосқыштары бар (10 см дейін) қуыс элементтер үшін изотермиялық кезеңнің ұзақтығы қалыңдығы 10 см тұтас бұйымдарға қолданылатын ұзақтықпен бірдей алынады.

3 Әктас-белит типті тұтқырлар қолданылғанда кестеде көрсетілген изотермиялық кезең ұзақтығы конструкциялар мен бұйымдардың беріктілік сипаттамалары сақталған жағдайда қысқартылуы мүмкін.

4.6.4.4 Автоклавтағы орта температурасын 2 сағаттан 3 сағатқа дейінгі уақыт аралығында біркелкі көтеріп, азайту қажет.

4.6.4.5 Бумен қамту көзінің жұмыс өнімділігі мен бу магистралінің қимасы ортаның температурасы көтерілген кезде автоклавқа жұмыс істеп тұрған басқа автоклавтардағы қысымның төмендеуісіз будың қажетті көлемінің берілуін қамтамасыз ету керек.

4.6.4.6 Автоклавты өңдеу барысында түзілетін конденсат автоклавтан үзбей шығарылып тұру керек.

4.6.4.7 Автоклавты өңдеуден кейін бұйымдар автоклав пен цехтегі температура айырмашылығы 30 °С жеткенше сыртқа шығарылмайды.

4.6.4.8 Силикат бетон бұйымдардың ұсынылатын номенклатурасы және оның нормативтік талаптарға сәйкестігі МЕМСТ 25214 бойынша қабылданады.

#### **4.6.5 Бұйымдар мен конструкцияларды өндіру процессін және сапасын бақылау**

4.6.5.1 Тығыз силикат бетон дайындауға арналған материалдарды сынау әдістері қолданыстағы нормативтік құжаттарда белгіленген талаптарға сәйкес сынау керек.

4.6.5.2 Тығыз силикат бетонның техникалық сипаттамаларын төмендегі нормативтік құжаттардың талаптарына сәйкес анықтау қажет:

- беріктілік - МЕМСТ 10180, МЕМСТ 28570 бойынша;
- тығыздық - ҚР СТ EN 12350-6, МЕМСТ 12730.1 бойынша;
- аязға төзімділік - МЕМСТ 10060 бойынша;
- су өткізбеушілік - МЕМСТ 12730.5 бойынша;
- тозуы - МЕМСТ 13087 бойынша;
- бетон қоспасының ыңғайлы салынуы - МЕМСТ 10181 бойынша.

Сыналатын үлгілердің және пресс-қалыптардың көлемі, оларға қойылатын басқа талаптар ҚР СТ ИСО 1920-4, МЕМСТ 10180 сәйкес болуы тиіс.

4.6.5.3 Эктас материалдары үшін келесі талдаулар жүргізілуі тиіс:

- МЕМСТ 22688 бойынша ауа эктасындағы (кальцийлі, магнезиалды және доломитті) белсенді  $\text{CaO} + \text{MgO}$  мөлшерін анықтау (талдау келіп түскен топтамаға соңғы тексеру жүргізу кезінде және тұтқырды дайындаған уақытта жүргізіледі);

- эктас-белит типті тұтқырдағы бос  $\text{CaO}$  мөлшерін  $\text{V}$  қосымшасына сәйкес анықтау керек (талдау келіп түскен топтамаға соңғы тексеру жүргізу кезінде және эктас-белит-құм тұтқырды дайындаған уақытта жүргізіледі).

Талданатын сынамалардың саны өндірістің технологиялық картасымен анықталады.

4.6.5.4 Тұтқыр компоненті ретінде пайдаланылатын құмға келесідей талдауларды жүргізу керек:

-  $\text{D}$  қосымшасына сәйкес байланыспаған  $\text{SiO}_2$  мөлшерін міндетті түрде анықтаумен химиялық, МЕМСТ 2642.1 бойынша  $\text{SiO}_2$ , күкіртті және күкірт қышқылды қосындылардың жалпы болуы;

- МЕМСТ 19609.5 бойынша алау фотометриясының көмегімен сілтілік тотығулардың ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ) мөлшерін анықтау;

- МЕМСТ 8735 бойынша елеу әдісімен шаң тәріздес, балшықты және сазбалшықты бөлшектерді анықтау;

- МЕМСТ 8735 бойынша слюданың мөлшерін анықтаумен петрографиялық талдау;

## ҚР ЕЖ 5.03-103-2013

- ҚР СТ 1217 бойынша колориметриялық әдіспен органикалық қосындылардың мөлшерін анықтау (талдау осы кәсіпорында алғаш қолданылып отырған құмның қасиеттеріне бақылау тексеру жүргізу кезінде жүргізіледі).

4.6.5.5 Эктастың гидратациялануын тежегіш ретінде тұтқырды дайындаған уақытта қолданылатын гипс тас үшін ҚР СТ EN 13279-1, МЕМСТ 4013 бойынша екі сулы кальцийдің күкірт қышқылды тұзының ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) мөлшерін анықтау қажет. Гипс тасының сапасы келіп түсетін әр топтамада тексеріледі.

4.6.5.6 Қождың сапасы бақыланған уақытта МЕМСТ 5382 бойынша күкіртті және күкірт қышқылды қосындылардың мөлшері анықталуы тиіс. Қождың сапасын жеткізуші өзгерген сайын тексеру керек.

4.6.5.7 Бетон қоспаларын дайындаған уақытта төмендегілерді тексеру керек:

- гидравликалық әктас пайдаланылған кезде белсенді  $\text{CaO} + \text{MgO}$  (ауа әктасы пайдаланылған кезде) және бос  $\text{CaO}$  мөлшерін - бір ауысымда кем дегенде екі рет;
- ылғал мөлшерін - бір ауысымда кем дегенде екі рет;
- ыңғайлы салынуды - бір ауысымда кем дегенде бір рет.

4.6.5.8 Қалыптау процессі бақыланғанда қалыптардың дайын болуы, арматураның салынуы жоба талаптарына сәйкес келуі, қоспаның нығыздалу режимі бойынша, бұйымдардың сыртқы бетінің әрленуі бойынша талаптардың орындалуы тексерілуі тиіс.

4.6.5.9 Автоклавты өңдеуді бақылаған уақытта температура мен қысымды реттейтін бағдарламалық реттеуіштердің жұмысын тексеру қажет. Бұған қоса, бұйымдардың суу ұзақтығының сәйкестігін бақылау қажет.

4.6.5.10 Тиісті нормативтік және нормативтік-техникалық құжаттармен реттелетін сапаны бақылау тәсілдері (бақылау тәртібі, сынау әдістері) ҚР ЕЖ 5.03-107, ҚР СТ 937, МЕМСТ 8829, МЕМСТ 17625, МЕМСТ 22904, МЕМСТ 23858 сәйкес келуі тиіс.

4.6.5.11 Арматураның сапа көрсеткіштері (металл) арматураға нормативтік құжаттардың талаптарына сәйкес бақылануы керек.

Дәнекерлеу жұмыстарының сапасын бақылау, арматураның дәнекерленген бірігулерінің сапасын бақылау әдістері мен жалпы талаптар ҚР ЕЖ 5.03-107, ҚР СТ EN 10080, МЕМСТ 10922, МЕМСТ 23858 сәйкес жүзеге асырылуы тиіс.

4.6.5.12 Алдын ала кернелген арматураның сапасын алдын ала кернелген темірбетон конструкцияларды дайындау технологиясы бойынша нұсқаулықтарға сәйкес бақылау қажет.

4.6.5.13 Конструкциялардың жарамдылығын беріктілік бойынша бағалау, бетон беттердің сапасына және сыртқы түріне қойылатын талаптар (соның ішінде ашылған технологиялық жарықтардың рұқсат берілетін еніне қойылатын талаптар) ҚР СТ 937, МЕМСТ 8829 бойынша бақылану керек.

4.6.5.14 Бетон және темірбетон конструкцияларды дайындалғаннан кейін қабылдау орындалған конструкциялардың жобаға сәйкестігін белгілеу жолымен жүзеге асырылу керек.

4.6.5.15 Бұйымдарға қойылатын жалпы техникалық талаптар, жалпы қабылдау, таңбалау, тасымалдау және сақтау талаптары ҚР СТ 937 сәйкес келуі тиіс.

4.6.5.16 Сапа көрсеткіштері атмосфералық ылғалдылық тиген кезде нашарлауы мүмкін бұйымдар немесе олардың жекелеген элементтері тасымалдау және сақтау кезінде ылғалданудан қорғалуы керек.

4.6.5.17 Бұйымдарды түрлері мен маркалары бойынша сұрыптап, арнайы жабдықталған қоймаларда сақтау қажет.

4.6.5.18 Бұйымдарды тасымалдау және сақтау кезінде нормативтік құжатта немесе осы бұйымдарға арналған жобалау құжатында көрсетілген тәсілмен (қатарға қойып, кассеталарға, контейнерлерге және т. б.) салу (орнату) қажет.

4.6.5.19 Қоймалардағы қатарлар немесе жекелеген бұйымдар арасындағы адам жүретін және көлік өтетін жолдардың көлемі нормативтік техникалық құжаттарға сәйкес келуі тиіс.

Қауіпсіздік техникасының және өндірістік санитарияның жалпы талаптары ҚР ЕЖ 1.03-106 сәйкес қабылдануы тиіс.

4.6.5.20 Тығыз силикат бетонға арналған бастапқы материалдарға, бетон қоспасының және қатайған бетонның қасиеттеріне, оларды айғақтау әдістеріне, бетонның құрамы бойынша шектеулерге, бетонның техникалық көрсеткіштерінің белгіленуіне қойылатын талаптар МЕМСТ 25192 сәйкес келуі тиіс.

## **5 ҚАУІПСІЗДІК ТЕХНИКАСЫНА, ЕҢБЕКТІ ЖӘНЕ ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ҚОРҒАУҒА ҚОЙЫЛАТЫН ТАЛАПТАР**

5.1 Өндірістік процестердің қауіпсіздігі МЕМСТ 12.3.002, ал қолданылатын жабдық – МЕМСТ 12.2.003, МЕМСТ 12.2.049 талаптарына сай келуі керек.

5.2 Автоклавтарды пайдаланған уақытта қысыммен жұмыс істейтін ыдыстарды орнату және пайдалану қауіпсіздігі ережелерін қатаң орындау қажет.

5.3 Тығыз силикат бетоннан бұйымдар жасағанда келесі талаптарды орындау қажет:

- арматураны құрамында органикалық еріткіштері бар құрамдармен тот басудан қорғау жұмыстары барысында арнайы киім (комбинезон, резеңке алжапқыш, қолғап, етік, респиратор, көзді қорғайтын көзілдірік) кию қажет;

- жұмыстың мұндай түрі жүргізілетін орын-жайлар күштеп желдетілуі керек;
- органикалық еріткіштермен жұмыстар жүргізілетін орындарда өртке қарсы қадағалау ұйымдастыру қажет. Бұл орындар өртке қарсы жабдықтармен (өрт сөндіргіштер, кошма, құм салынған жәшіктер және т. б.) жарақталуы тиіс;

- қорғайтын жақпа жағылған орындарда темекі шегуге, ашық от пайдалануға және ұшқын шығуы мүмкін жұмыстарды орындауға тыйым салынады;

- органикалық еріткіштерді, бояуларды және олардың негізіндегі шайырларды Отқа қауіпті өнімдер тасымалдау ережесіне сәйкес қымталып жабылған металл ыдыста тасымалдау қажет.

5.4 Барлық үй-жайлар МЕМСТ 12.1.005 бойынша жұмыс аймағындағы ауаның күйін қамтамасыз ететін сорып-жіберу желдеткішімен ҚР ЕЖ 4.02-101, МЕМСТ 12.4.021 бойынша жабдықталуы тиіс.

5.5 Өрт қауіпсіздігі өрттің алдын алу және өртке қарсы қорғаныс жүйелерімен, соның ішінде МЕМСТ 12.1.004 талаптарына сәйкес ұйымдық-техникалық іс-шаралармен қамтамасыз етілуі тиіс.

## **ҚР ЕЖ 5.03-103-2013**

5.6 Қоспа ерітінділерін дайындауға жұмылдырылатын жұмысшылар денсаулықтары тексерілуі және осындай жұмыстарды орындауға медициналық қарсы көрсетілімдері болмауы керек, олар мақсатты нұсқау беру кезінде алған нұсқауларды бұзбауы қажет.

5.7 Қоспа ерітінділерін дайындайтын жұмысшылар арнайы киімді және жеке қорғаныс құралдарын пайдалануы қажет.

5.8 Сілтілік қасиеттері күшті заттармен жұмыс істеген кезде абай болу және жеке қорғаныс құралдарын (резеңке қолғап, халат және т. б.) пайдалану қажет.

5.9 Жұмысшылар ҚР ЕЖ 3.02-108 талаптарына сәйкес санитарлық-тұрмыстық үй-жаймен қамтамасыз етілуі тиіс.

Жеке гигиенаға арналған үй-жайлар қарастырылуы қажет.

5.10 Жұмысшылар шаңданатын материалдармен жұмыс істегенде жеке қорғаныс құралдарымен: комбинезондармен, костюмдармен, халаттармен, алжақыштармен, шаңға қарсы респираторлармен, респираторлармен, қолғаппен, көзілдірікпен қамтамасыз етілуі керек.

5.11 Жұмыс орнындағы шуыл деңгейі МЕМСТ 12.1.003 бойынша жол берілетін деңгейден аспауы керек.

5.12 Бетон дайындауда қолданылатын шикізат материалдары радионуклидтерінің тиімді белсенділігі  $A_{\alpha\phi}$  МЕМСТ 30108 бойынша бетонның қолданылу саласына байланысты шекті мәндерден, Бк/кг, аспауы керек.

5.13 Тығыз силикат бетон конструкциялары мен бұйымдарын дайындау кезінде қолдалынған қоршаған ортаны қорғау шаралары шаң шығуды азайту, шу деңгейін және басқа да кері әсерді азайту жолымен қоршаған ортаға келтірілетін кері әсердің азайтылуын қамтамасыз етуі тиіс.

5.14 Тығыз силикат бетон бұйымдарын жасағанда атмосфераға түрлі фракциядағы шаң бөлшектерінің көп мөлшерде шығуын азайту үшін өндіріс цехтарына аспирациялау жүйелерінің орнатылуын қарастыру қажет.

5.15 Топырақ және топырақ суларының ластану деңгейін азайту мақсатында конструкцияларды дайындаған кезде ағын сулардың тазартылуын қарастыру қажет.

5.16 Қоршаған ортаны қорғау үшін силикат бетон және одан жасалатын бұйымдарды дайындау кезінде шығарылатын өнеркәсіптік қалдықтарды барынша пайдалануға ықпалын тигізетін іс-шаралар қарастырылуы керек.

## **6 ТЫҒЫЗ СИЛИКАТ БЕТОНДЫ КОНСТРУКЦИЯЛАР МЕН БҰЙЫМДАРДЫ ЖАСАУДА ЭНЕРГИЯ ҮНЕМДЕУ ЖӘНЕ ТАБИҒИ РЕСУРСТАРДЫ ҰТЫМДЫ ПАЙДАЛАНУ**

6.1 Жылудың айналаға кетіп жоғалуын азайту үшін автоклав пен барлық бу құбырларының бетін жылу оқшаулау қабатымен қаптау қажет. Тұйық немесе өтпелі автоклавтар қолданылады. Қаныққан бу шығу, пайдаланылған буды басқа автоклавқа жіберу үшін автоклавтарды магистральдермен жабдықтау қажет.

6.2 Тығыз силикат бетон бұйымдарды шығарғанда жүзеге асырылатын энергия үнемдеу шаралары төмендегідей болуы мүмкін:

- булану аяқталған автоклавтан буды жаңа жүктелген автоклавқа қайта жіберу. Мұндай әрекет, әдеттегідей, автоклавтағы бу қысымы 0,25 бастап 0,35 МПа дейін азайған уақытта жүргізіледі. Қайта жіберу уақыты 0,5 сағаттан 0,75 сағатқа дейін.

Қайта жіберілетін бу жаңадан жүктелген шикізаттың басқа автоклавты қыздырып, оның қысымын 0,15 бастап 0,25 МПа дейін көтереді. Мұндай кезде бу 20 % бастап 25 % дейін үнемделеді;

- буды қосарлап қайта жіберуге де болады. Мұндай әрекет келесідей жүреді. Бу бір автоклавтан екіншісіне жоғарыда көрсетілген тәртіппен қайта жіберіледі. Мұндай кезде үшінші автоклав вакуумдап, оның ішіне буды қысымы 0,25 МПа дейінгі автоклавтан алып қайта жібереді. Үшінші автоклавтағы қысым атмосфералық қысыммен бірдей болған уақытта оның үстінен бу бұл кезде толық қысым астында болатын төртінші автоклавтан қосымша жіберіледі. Буды қосарлап қайта жіберу тәсілі жылуды 40 % дейін үнемдеуге мүмкіндік береді;

- ақауға шығарылған автоклавтан дайындалатын бу аккумуляторларын орнату. Бұл басқа автоклав буды қабылдауға қашан дайын болатынын күтпей булау аяқталған автоклавтан буды аккумуляторға шығаруға мүмкіндік береді. Мұны пайдалану ыңғайлы;

- жұмыс барысында автоклавтан ыстық конденсат шығарылады, ал қайта жіберуден кейін төмен қысымды бу шығарылады. Конденсат тазаланғаннан кейін толықтай немесе ішінара силикат қоспасын ылғалдандыруға, сондай-ақ зауытты жылытуға пайдаланылады. Төмен қысымды бу қазандықтағы қоректендіру суын жылыту үшін жұмсалады.

6.3 Бұйымдарды автоклавты өңдеуге жұмсалатын жылуды зауыт қажеттілігіне қайта пайдалану үшін төмендегілерді қарастыру қажет:

- шикізатты арасын ашып салу (ыдыстың бойымен тесіктердің пайда болуы). Бұл булау мерзімін бұйымдардың беріктілігін азайтпай қысқартуға мүмкіндік береді;

- 0,4 бастап 0,6 дейінгі аралықта толу коэффициентінің ескерілуімен автоклавтардың пайдаланылу тиімділігі;

- тиімді жылу оқшаулауды қолдану есебінен автоклавтардың жылу оқшаулау бетіндегі жұмыс температурасын 16 °С дейін (цехтағы ішкі температура) жеткізу;

- автоклавты өңдеу кезінде (0,4-0,6 атм) дейін вакуумдау қолдану.

6.4 Табиғи ресурстарды тиімді пайдалану үшін тығыз силикат бетон бұйымдарын жасағанда өнеркәсіп қалдықтарын (күл, қож және т. б.) кеңінен пайдалану қажет.

6.5 Табиғи ресурстарды ұтымды пайдалану бұған қоса, тығыз силикат бетон конструкциялары мен бұйымдарын жасағанда шығарылатын қалдықтарды қайта пайдалану, тұйықталған сумен жабдықтауды ұйымдастыру жолымен қамтамасыз етіледі.

**А қосымшасы**  
(міндетті)

**Тұтқырдағы әктастың гидратациялану дәрежесін бөлінетін жылу бойынша анықтау**

Тұтқырдағы әктастың бөлінетін жылу бойынша гидратациялану дәрежесі тұтқырдың әртүрлі құрамдары үшін бұған дейін белгіленген эталонды тәуелділік қисық сызығы бойынша анықталады:

$$\beta = f(\Delta t), \quad (\text{A.1})$$

мұнда  $\beta$  – тұтқырдағы әктастың гидратациялану дәрежесі, %;

$\Delta t$  – тұтқырдың ең жоғары гидратациялану температурасы мен тұтқыр суспензиясының бастапқыдағы температурасы арасындағы айырмашылық, °С.

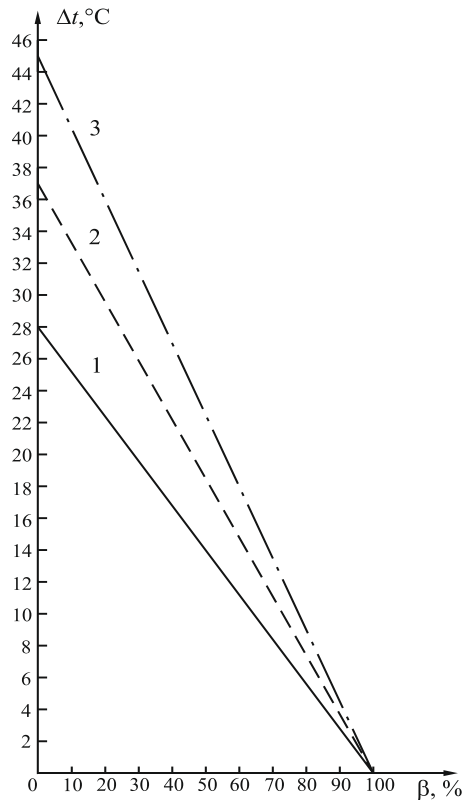
Эталонды қисық сызық жасалу үшін белсенді СаО мөлшері 25 %, 30 % және 35 % бастап нақты бір кәсіпорынның әктасы мен құмы қолданылған үш құрамды әктас-кремнеземді тұтқырды пайдалану қажет. Әктастың гидратациялану дәрежесін анықтау үшін әрқайсысы 20 грамм тұтқыр мен судың өлшендісі алынып, Дьюар ыдысында суспензия дайындалады. Тұтқыр мен судың бастапқы температуралары 20 °С тең болуы тиіс. Ыдыс-сауыт нығыздалып 100°С термометр қойылған тығынмен жабылып, тыныш қалдырылады. Температура төмендей бастағаннан кейін есептеу тоқтатылып әктастың ең жоғары гидратациялану температурасы –  $t^{\circ}\text{C}_{\text{макс}}$  тіркеледі.

$$\Delta t = t^{\circ}\text{C}_{\text{макс}} - t^{\circ}\text{C}_{\text{нач}}$$
 есептеледі.

Қатарымен әктастың аналитикалық әдіс бойынша гидратациялану дәрежесі анықталады (Б қосымшасы).

Сараптамалық деректер бойынша зерттелетін әр құрам үшін бөлек әктастың гидратациялану дәрежесіне эталонды тәуелділік қисықтары  $\Delta t$  жасалады (А.1-сурет қараңыз).

Сипатталатын әдіс жоғары дәлдікпен ерекшеленбейді және тұтқырды дайындау барысында оның қасиеттерін бақылаған уақытта шұғыл-әдіс ретінде қолданылады. Илем кезінде тұтқырдағы белсенді СаО мөлшері мен  $\Delta t$  шамасы анықтай отырып белгіленген құрамдағы тұтқырды және әктастың гидратациялану дәрежесіне қол жеткізу үшін қажетті бағытта тұтқыр компоненттерінің (күм, әктас және су) мөлшерленуін өзгертеді.



1 – тұтқырдағы белсенді СаО – 25 %; 2 – тұтқырдағы белсенді СаО – 30 %;  
3 – тұтқырдағы белсенді СаО – 35 %

**А.1-сурет – Бөлінетін жылу ( $\Delta t$ , °C) мен тұтқырдағы әктастың гидратациялану дәрежесіне ( $\beta$ , %) байланысты эталонды тәуелділік қисық сызықтары**

**Б қосымшасы**  
(міндетті)**Тұтқыр аналитикалық әдісте әктас гидратациясының дәрежесін анықтау**

Алдын ала 30 мин бойы 120 °С кезінде термостатта кептірілген фарфор тигельді эксикаторда 20 мин салқындатады және аналитикалық таразыда ұзындығы 1 см бастап 4 см дейін жіңішке шыны таяқшамен бірге өлшейді.

Тұтқырдың 3 г өлшендісін тигельге салады және таяқшамен бірге аналитикалық таразыда өлшейді. Өлшенген сынамаға 3 мл тазартылған су құяды, тигельде қалатын таяқшамен араластырады, сынаманы 1 сағ. бойы 120 °С кезінде термостатта кептіреді, алғашқы 30 мин қақпағын жабады. Содан кейін сынамы эксикаторда 20 мин салқындатады және өлшейді. Толық кепкенін тексеру үшін сынаманы қосымша 30 мин кептіреді. Тұтқырдағы гидратация дәрежесі формула бойынша анықталады:

$$\beta = 100 - \frac{\Delta m \cdot 100 \cdot 100}{m \cdot A \cdot 0.32}, \quad (\text{Б.1})$$

мұнда  $\beta$  – тұтқырдағы белсенді СаО жалпы мөлшеріне қатысты гидратты әктастың, яғни Са(ОН)<sub>2</sub> түріндегі әктастың мөлшері, %;

$m$  – зерттелетін материалдың өлшендісі, г;

$\Delta m$  – кептірген кездегі материал салмағының өзгеруі, г;

$A$  – тұтқырдағы белсенді СаО мөлшері, %.

**В қосымшасы***(міндетті)***Әктас-белит-құм тұтқырдағы бос кальций тотығының мөлшерін анықтау**

Қолданылатын реактивтер мен ерітінділер:

- сахароза, 10 %-дық ерітінді,
- фенолфталеин, 1 %-дық спиртті ерітінді,
- тұз қышқылы, 1н. титрленген ерітінді,

Тұтқырдың шамамен 2 г өлшендісін сыйымдылығы 250 мл конус колбасына салады, 100 мл сахароза ерітіндісін қосады, тығынмен тығындап жауып, 15 мин жақсылап шайқайды.

Араластыруды жақсарту үшін колбаға алдын ала 3 бастап 5 дейін шыны моншақтарды немесе ұзындығы 5 бастап 7 мм дейін балқытылған таяқшаларды салады.

Колба ішіндегісін вакуум сорғыны қолданып Бюхнер воронкасында сүзеді. Колба қабырғасын және сүзгідегі қалдықты 10 % сахароза ерітіндісімен 4 рет (шаюға арналған сахароза ерітіндісінің шамамен алынған мөлшері – 100 мл) шаяды. Филтратқа 2-3 тамшы фенолфталеин қосып 1н тұз қышқылымен титрлейді. Титрлеуді қызғылт түс жоғалғанға дейін тамшылатып жүргізеді. Бос кальций тотығының мөлшерін пайызбен мына формула бойынша есептейді:

$$A = \frac{V \cdot T_{CaO} \cdot 100}{m}, \quad (B.1)$$

мұнда  $V$  – титрлеуге жұмсалған 1н тұз қышқылы ерітіндісінің көлемі, мл;

$T_{CaO}$  – СаО г көрсетілген 1н тұз қышқылы ерітіндісінің титрі;

$m$  – тұтқыр өлшендісінің салмағы, г.

**Г қосымшасы**  
(ақпараттық)

**Тығыз силикат бетон құрамын есептеу**

Г.1 Бірінші тәсіл бойынша бетон қоспасын дайындау.

Бетон құрамын тағайындау үшін бастапқы деректер болып табылады: бетонның талап етілетін маркасы, қоспаның талап етілетін қолайлы төселуі, бастапқы материалдардың сипаттамасы, бу қысымы және изотермиялық ұстау ұзақтығы.

Силикат бетон құрамын таңдаудың сипатталған тәсілі негізіне бетон беріктігі мен тұтқырдың суға қатынасы арасындағы өзара байланыс қойылған.

$$R = f\left(\frac{B}{W}\right), \quad (\text{Г.1})$$

мұнда  $R$  –бетон беріктігі

$B$  – тұтқыр;

$W$  – су.

Алдымен бастапқы материалдардың қасиеттері анықталады. Егер олар осы ережелер жинағында берілген талаптарға сәйкес келсе бетон құрамын таңдау әртүрлі құрамды бетон қоспаларынан үлгі-текшелерді дайындаумен шектеледі.

Автоклавты өңдеудің таңдалған режимінде тұтқыр құрамы және оның компоненттерін ұсату жұқалығы ұсатылған қоспаның реакциялық қабілетін анықтайтындығын ескере отырып, цементтейтін зат шығыны төмен силикат бетонның ең ұтымды құрамын таңдау мақсатында бетон құрамында таңдаған кезде олардағы  $\text{CaO}:\text{SiO}_2$  қатынасымен ерекшеленетін тұтқыр құрамдары арасында түрленеді.

V10 бастап V40 дейінгі кластар бетондарының құрамын таңдау бойынша алғашқы тәжірибелерде белсенді СаО мөлшері ( $35\pm 3$ ) % дейін және ұсақталған құмның меншікті беті бойынша ұсату жұқалығы V10 бастап V15 дейінгі класс үшін 1000 бастап 1300 см<sup>2</sup>/г дейін, жоғары кластар үшін – 1500 бастап 2200 см<sup>2</sup>/г дейін тұтқырды қолдану қажет; тұтқырдағы әктас гидратациясының дәрежесі 60 % бастап 80 % дейінгі шекте.

Бетон құрамын таңдау тәжірибелерінде келесі шарттарды орындау қажет:

- қоспалардың қолайлы төселуін өндірісте қабылданған тығыздау құралдарын және қалыпталатын бұйымдардың түрін, оның конфигурациясын, арматуралау дәрежесін және т. б. ескере белгілеу;

- бетон қоспаларын тығыздауды кәсіпорында бұйым дайындау кезінде қолданылатын құралдармен жүргізу (мысалы, діріл алаңында дірілдің дәл сондай динамикалық параметрлерімен);

- қоспаларды тығыздауды бетонның максималды орташа тығыздығына (60 бастап 90 с дейін) жетуді ескерумен белгілеу;

- бетон беріктігін бақылаған кезде өндірісте қабылданатын дәл сондай өлшемдердегі үлгілерді қалыптау;

- үлгілерді гидротермиялық өңдеуді өндірісте қабылданған немесе жобада белгіленген режим бойынша жүргізу.

Белгілі бір телімдегі бетон беріктігі мен  $B/W$  арасындағы тәуелділік түзу түрінде болады, сондықтан оны тұрғызу үшін екі нүкте жеткілікті. Бірақ осындай тәуелділікті тұрғызу үшін бақылау мақсатында үш нүкте болуы қажет.

Осыған сәйкес тұтқыр негізінде үш құрамды бетон қоспаларынан үлгілерді дайындайды. Қоспалар қаттылығының тұрақты көрсеткіштері кезінде олар тұтқыр және оның құрамдастарының шығыны, сондай-ақ  $B/W$  мәндері бойынша ерекшеленетін болады.

Есептеу қолайлығы үшін тәжірибелерді жүргізген кезде бетонның әртүрлі беріктігін алу үшін бетон қоспасындағы белсенді СаО мөлшерінің әртүрлі мәндерін береді – мысалы, 4,0; 5,5 және 7,0 %;  $B/W$  шамасын тәжірибеде нақты анықталған тұтқыр және су шығын бойынша анықтайды.

1 илемдегі бетон қоспасындағы құрғақ компоненттерді есептеген кезде 1 бетон қоспасына тұтқыр және құм-толтырғыштың қосынды мөлшері (үлгілерді дайындау кезіндегі ықтимал шығындарды ескерумен) 2,4 кг құрайтындығын ескеру қажет. Онда жалпы көлемі  $V$  үш үлгі-егіздерді дайындау үшін талап етіледі:

$$B + П = 2,4 V, \quad (\Gamma.2)$$

мұнда  $V$  – үш үлгілердің көлемі, л;

$B$  – 1 илемге тұтқыр шығыны, кг;

$П$  – 1 илемге құм шығыны, кг.

Бетон қоспасының әр құрамы үшін 1 илемге тұтқыр шығыны мына формула бойынша анықталады:

$$B = \frac{A_b \cdot 2,4 \cdot V}{A_e}, \quad (\Gamma.3)$$

мұнда  $A_b$  – бетондағы белсенді СаО алынған мөлшері;

$A_e$  – қолданылатын тұтқырдағы белсенді СаО (бос СаО) мөлшері.

1 илемге құмы шығыны:

$$П = 2,4 - B, \quad (\Gamma.4)$$

Дірілмен нығыздалған бетон қоспасындағы судың бағдарлы мөлшері материалдардың қасиеттеріне және бетон қоспасының консистенциясына тәуелді құрғақ компоненттер салмағынан 8 % бастап 12 % дейінгі шекте өзгереді.

Үлгілерді дайындаған кезде 1 м<sup>3</sup> бетонға материалдардың шығынын есептеу үшін тығыздалған бетон қоспасының орташа тығыздығы анықталады. Бұл үшін қоспасыз қалыпты, содан кейін бетон қоспасымен нығыздалған сол қалыпты өлшеу қажет.

Нығыздалған бетон қоспасының орташа тығыздығын  $\rho_{б.см}$  келесі түрде анықтайды:

$$\rho_{б.см} = \frac{m_2 - m_1}{V}, \quad (\Gamma.5)$$

### ҚР ЕЖ 5.03-103-2013

мұнда  $m_1$  – қоспасыз қалып салмағы, кг;

$m_2$  – бетон қоспасымен тығыздалған қалып салмағы, кг;

$V$  – қалып көлемі, л.

Материалдар шығыны, кг/м<sup>3</sup>:

Тұтқыр

$$\frac{B}{B + \Pi + W} \cdot \rho_{б.см} \cdot 1000, \quad (\Gamma.6)$$

құм-толтырғыш

$$\frac{\Pi}{B + \Pi + W} \cdot \rho_{б.см} \cdot 1000, \quad (\Gamma.7)$$

су

$$\frac{W}{B + \Pi + W} \cdot \rho_{б.см} \cdot 1000, \quad (\Gamma.8).$$

1 илемге тұтқыр, құм және су шығыны  $B$ ,  $\Pi$  және  $W$  шамалары.

Автоклавты өндеуді аяқтағаннан кейін бір тәуліктен соң үлгілер қалыптан алынады, қатайған бетонның орташа тығыздығы және оның сығылу кезіндегі беріктік шегі анықталады.

Маркаға қайта есептегендегі бетон беріктігі ( $R_b$ ), тұтқыр шығыны ( $B$ ) мәндері және тұтқыр-су қатынасы ( $B/W$ ) шамасы бойынша тәуелділіктер графиктері тұрғызылады:

$$R_b = f(B/W); B = f(B/W), \quad (\Gamma.9).$$

Координаталар басы арқылы өтпейтін түзу кесінділері түріндегі тұрғызылған графиктер негізінде талап етілетін маркадағы бетон үшін  $B/W$  және  $B$  шамаларын анықтайды және бетон қоспасындағы бос белсенді СаО мөлшерін есептейді.

Талап етілетін маркадағы бетон зерттелетін тұтқыр негізінде алынбаған жағдайда оның құрамын өзгерту (ондағы белсенді СаО мөлшерін азайту) немесе ондағы ұсатылған құмның шашыраңқылығын арттыру (Г.1-кестесінде көрсетілген шектерде) қажет.

Нақты мысал негізінде түсіндіреміз.

Қалыңдығы 16 см ішкі қабырғалардың панельдерді дайындау үшін қаттылық көрсеткіші 20 с, В22,5 (маркасы М300) класты силикат бетонды қолдану талап етіледі.

Тұтқырды дайындаған кезде ондағы кальций тотығының мөлшері 80 % әктас қолданылады.

Г.1-кесте – Бетонның құрамдары мен қасиеттері

Тұтқырдағы белсенді СаО мөлшері, %	Бетон қоспасындағы белсенді СаО мөлшері, %	Бетон қоспасының ылғалдылығы, %	В /W	Салмағы бойынша қоспа құрамы, кг			Салмағы, кг			Бетон-шикізаттың орташа тығыздығы, кг/м <sup>3</sup>	Бетон үлгілері						
				тұтқыр	құм	су	қалып тар	бетон салынған қалып тар	қалып көлеміндегі бетон		Салмағы, см			Салмағы, кг	Орташа тығыздығы, кг/м <sup>3</sup>	Сығылу беріктігі	
											a	b	c			Нақты	15 қыры бар текшеге қайта есептеген кезде
36,6	4,0	7,6	1,43	<u>0,79</u>	<u>6,41</u>	<u>0,55</u>	7,555	14,350	6,795	2265	10,1	10,0	10,1	2115	2070	37,8	34,0
				230	1873	162					10,0	10,0	10,0	2100	2100	39,2	
											10,0	10,0	10,0	2095	2095	35,2	
											Орт.	2090	2090	37,4			
36,6	5,5	8,0	1,88	<u>1,08</u>	<u>6,12</u>	<u>0,575</u>	10,300	17,100	6800	2265	9,9	10,0	10,0	2115	2140	51,3	43,8
				315	1782	168					10,0	10,0	10,0	2125	2125	46,8	
											10,0	10,0	10,0	2130	2130	47,0	
											Орт.	2130	2130	48,4			
36,6	7,0	8,4	2,27	<u>1,375</u>	<u>5,82</u>	<u>0,605</u>	7,960	14,870	6910	2300	10,0	10,0	10,0	2175	2130	56,2	
				402	1720	178					10,0	10,0	10,0	2150	2150	61,7	
											10,0	10,0	10,0	2140	2140	56,6	
											Орт.	2140	2140	58,2			

Тұтқыр компоненті ретінде қолданылатын құм қасиеттерінің негізгі көрсеткіштері:

- ұсақ құм,  $M_i - 1,11$ ;
- $SiO_2$  байланыссыз мөлшері – 94,8 %;
- органикалық қоспалар – эталоннан ашық;
- бөлініп алынатын тозаңтәрізді, сазды және тұнбалы қоспалар – 0,5 %.

Толтырғыш құм қасиеттері:

- $SiO_2$  байланыссыз мөлшері – 56,8 %;
- ірілік модулі  $M_i - 3,1$ ;
- бөлініп алынатын қоспалар мөлшері – 2,7 %.

Осылайша, құм тұтқыр компонентті, сондай-ақ толтырғыш ретінде нормативтік талаптарды қанағаттандырады.

Тұтқырды дайындау үшін және толтырғыш ретінде әртүрлі құмды қолдану егер өте ұсақ құм карьерлері болса, сондай-ақ  $SiO_2$  байланыссыз мөлшері жоғары болса, соңғысын үлкен ірілігі салдарынан ұсату орынсыз болып табылатынығына негізделген.

Бетон класына (В22,5) және шикізаттың қасиеттеріне (тұтқыр компоненті-құмдағы кварцтың жоғары мөлшері, гранулометриясы жақсы ірі құм-толтырғыш) қойылатын талаптарды ескере, тұтқыр құрамын жоғары шекке жақын белсенді СаО мөлшері бойынша – 38 %, ұсатылған құмның меншікті беті бойынша тұтқырды ұсату дәрежесін  $см^2/г$  тең деп алады.

Қарастырылған мысалда тұтқырдағы белсенді СаО нақты мөлшері 36,6 %, ал ұсатылған құмның меншікті беті –  $1500 см^2/г$  құрайды.

Зерттелетін материалдар (тұтқыр және құм) негізінде қаттылық көрсеткіші бірдей – 20 с белсенді СаО мөлшері 4 %; 5,5 % және 7 % бетон қоспалары дайындалады. Қоспаларды нығыздау минутына 2800 тербелістер жиілігі және 0,7 мм бастап 0,8 мм дейінгі амплитудасы кезінде жүргізілді. Өлшемі 10 см × 10 см × 10 см текше үлгілер жасалды. Автоклавтау 4 сағ. изотермиялық ұстаумен 1,0 МПа кезінде жүргізілді.

Бетон құрамын таңдау тәжірибелерінің нәтижелері Г.1-кестесінде және Г.1-суретте берілген, мұнда абсцисса осі бойынша ГОСТ 10180 сәйкес 0,91 коэффициентке көбейтілген бетон беріктігіне тең  $R_b$  шамасы салынған. Тәжірибелер  $B/W$  ең аз мәнінде белсенді СаО мөлшері – 4 % бетон құрамы үшін беріктігі  $340 кг/см^2$ , талап етілетін мәннен жоғары бетон алынғанын көрсетті.

Г.1-суреттің деректері бойынша В22,5 класының бетонын 1,28 тең  $B/W$  шамасы және  $1 м^3$  бетонға тұтқыр шығыны -  $200 кг/м^3$  кезінде алатындығын таптық, олардың ішінде әктас:

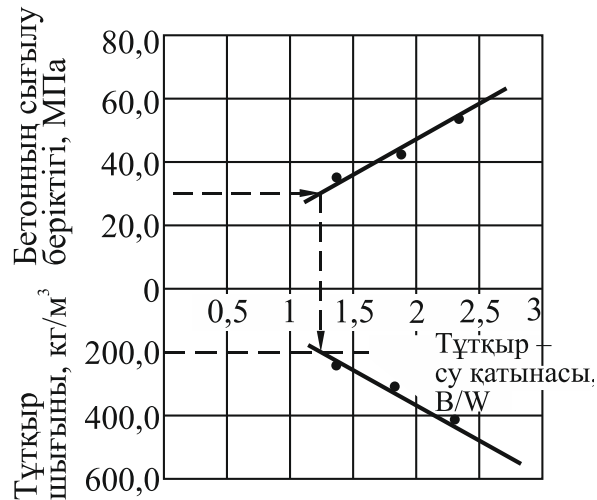
$$200 \times 36,6/80 = 92 кг/м^3 \text{ және } \text{ұсатылған құм: } 200 - 92 = 108 кг/м^3.$$

Бетонның текше метріне су шығыны  $200/1,23 = 156 л$  құрайды, ал құрғақ компоненттердің жалпы мөлшері:

$$\gamma_{шикі} - W = 2260 - 156 = 2104 кг \quad (Г.10).$$

Ұсынылған құрамдағы бетондағы әктастың мөлшері:

$$A_{a.cm} = \frac{200 \times 36,6}{2104} = 3,5 \%, \quad (\Gamma.11)$$



### Г.1-сурет - Бетон беріктігінің тұтқыр-су қатынасына (B/W) тәуелділігі

Ең төменгі жол берілген – 4 % аламыз.

Қарастырып отырған В22,5 класының бетоны сипаттамасы жоғарыда айтылған қолайлы шикізатты қолдану арқасында тұтқыр және бетон қоспасындағы әктас мөлшерінің аз шығыны кезінде алынды.

Бетонның таңдалған құрамы бір уақытта ірі бұйымдармен дайындалатын бақылау үлгілерін сынаумен тексеріледі және қажет болған жағдайда түзетіледі. Тұрақты қысымды бұйымды ұстаудың оңтайлы ұзақтығын анықтау қажет болған кезде бетон құрамын таңдау бойынша тәжірибелерді изотермиялық кезеңдер мерзімдері әртүрлі үлгілерді автоклавтаумен жүргізеді.

Бетон қоспасы құрамының бетон беріктігіне тәуелділігі көптеген жағдайларда шикізаттың қасиеттеріне, соның ішінде тұтқырдағы құм-толтырғыштағы және құм толтырғыштағы кварцтың мөлшеріне тәуелді. Кейбір жағдайларда бетон қоспасы құрамының жоғарыда қарастырылған мысалда келтірілген шекте өзгеруі бетонның беріктігіне іс жүзінде әсер етпеуі мүмкін. Мұндай жағдайда тұтқырдың минималды шығыны кезінде талап етілетін марканы алуды қамтамасыз ететін бетон құрамы таңдалады.

Г.2 Гидратты тәсіл бойынша бетон қоспасын дайындау.

1 м<sup>3</sup> бетон қоспасына материалдардың шығынын есептеу үшін бастапқы деректер болып табылады:

- бетон маркасы;
- бетонның орташа тығыздығы, кг/м<sup>3</sup>;
- бетон қоспасындағы белсенді СаО+MgO мөлшері ( $A_{cm}$ ), %;
- 1 м<sup>3</sup> бетон салмағы ( $M_6$ ), кг;
- жұқа ұсатылған кварц құмының мөлшері ( $II_m$ ), %;
- су-қатты қатынасының шамасы ( $B/T$ ).

белсенді СаО+MgO мөлшері ( $A_{cm}$ ), % бойынша әктас мөлшерін анықтайды.

### ҚР ЕЖ 5.03-103-2013

Белсенді СаО+МgО әктас қажеттігі, кг, мына формула бойынша анықталады:

$$I_a = \frac{M_{\bar{o}}}{100} \cdot A_{cm} \quad (\text{Г.12})$$

Жалпы әктас қажеттігі мына формула бойынша анықталады, кг:

$$I_{\bar{o}} = \frac{I_a}{A_{cm}} \cdot 100 = \frac{\rho_{\bar{o}} \cdot A_{cm}}{A_{cm}}, \quad (\text{Г.13})$$

Құрғақ ұсатылған құм қажеттігі мына формула бойынша анықталады, кг:

$$П_{cm} = \frac{\rho_{\bar{o}}}{100} \cdot П_m, \quad (\text{Г.14})$$

Әктас гидратациясына су шығыны мына формула бойынша есептеледі, л:

$$B_z = \frac{18}{56} \cdot I_a = 0,32 \cdot I_a, \quad (\text{Г.15})$$

Тұтқыр және бетон қоспасының құрамын Г.2-кестеде берілген деректерді басшылыққа алып, бетонның талап етілетін беріктігін ескерумен белгілейді.

#### Г.2-кесте - Силикат бетон класына қарай белсенді СаО және ұсатылған құм мөлшері

Бетон класы	Бетон қоспасындағы мөлшері, %, дейін	
	белсенді СаО	ұсатылған құм
B10	5 - 6	5 - 6
B15	6,5 - 7	6 - 8
B22,5	7 - 8	8 - 10

1 м<sup>3</sup> бетон дайындауға гидратталған тұтқыр шығыны мына формула бойынша есептеледі, кг:

$$P_{mym} = I_{\bar{o}} + П_m + B_z, \quad (\text{Г.16})$$

Құрғақ құм салмағы мына формула бойынша анықталады, кг:

$$П_{кар}^{сyx} = \rho - (P_{mym} + B_{mex}), \quad (\text{Г.17})$$

мұнда  $B_{mex}$  – бетондағы бос ылғал, мына формула бойынша анықталады, кг:

$$B_{mex} = \frac{\rho_{\bar{o}}}{100} \cdot W_{\bar{o}}, \quad (\text{Г.18})$$

мұнда  $W_{\bar{o}}$  – автоклавтағаннан кейін бір тәуліктен кейінгі қалдық ылғал, %.

Табиғи ылғалдылығы бар құм салмағы мына формула бойынша есептеледі, кг:

$$P_{кар} = \frac{P_{кар}^{сул} \cdot 100}{100 - W_n}, \quad (Г.19)$$

Есептеу деректері бойынша бетон қоспаларын дайындайды, ( $\pm 0,02$ ) ауытқумен қабылданған  $B/T$  және  $B/T$  мәндерінде зертханалық үлгілерді қалыптайды. Нығыздағаннан кейін шикі бетонның орташа тығыздығын анықтайды және автоклавты бетонның орташа тығыздығын есептейді.

Бетон қоспасын жеткіліксіз нығыздаған кезде қанағаттандырылғық тығыздықты бетон алғанға дейін  $B/T$  шамасын 0,01 арттырып, қайтадан қалыптайды. Автоклавтағаннан кейін бір тәуліктен соң сығылуға беріктігін сынайды. Бетон беріктігі жоба талаптарына сәйкес келген кезде бетон қоспасы өндіріске қабылданады. Бетон беріктігі төмен болған жағдайда бетон қоспасының құрамын әктас, ұсатылған құм және су мөлшерін өзгерте отырып түзетеді. Бірінші кезекте  $B/T$  шамасын өзгертеді, содан кейін ұсатылған құм мөлшерін және белсенді СаО+MgO мөлшерін, яғни тұтқыр шығынын арттырады.

*Бетон қоспасының құрамын есептеу мысалы*

Бетонның жобаланатын класы В15 (бетон маркасы М200).

Бетонның орташа тығыздығы  $\rho_b = 1950 \text{ кг/м}^3$ .

Әктастағы белсенді СаО+MgO мөлшері ( $A_{см}$ ) – 75 %.

$B/T$  бағдарлы шамасы 0,10 бастап 0,14 дейінгі шекте.

Бетон қоспасындағы белсенді СаО+MgO мөлшерін және ұсатылған құм мөлшерін Г.2-кесте бойынша бағдарлы түрде аламыз:  $A_{см} = 6,5 \%$ ,  $P_m = 6 \%$ .

Бетонның тең салмақты ылғалдылығы  $W_{мех} = 5 \%$ .

Белсенді СаО+MgO қажеттігін анықтаймыз:

$$I_a = \frac{\rho_b}{100} \cdot A_{см} = \frac{1950}{100} \cdot 6,5 = 127$$

Жалпы әктас шығынын анықтаймыз, кг:

$$I_b = \frac{I_a}{A_{см}} \cdot 100 = \frac{127}{75} \cdot 100$$

Құрғақ ұсатылған құм қажеттігін анықтаймыз, кг:

$$P_{см} = \frac{\rho_b}{100} \cdot P_m = \frac{1950}{100} \cdot 6$$

$W_n = 3 \%$  кезінде тұтқырды дайындауға шығындалатын карьер құмының шығынын анықтаймыз, кг:

$$P_{кар} = \frac{P_{см} \cdot 100}{100 - W_n} = \frac{117 \cdot 100}{97} = 121$$

1 м<sup>3</sup> бетон дайындауға тұтқыр шығыны, кг:

$$M_{тұт} = I_b + P_{кар} = 169 + 121 = 290$$

Тұтқыр гидратациясына судың жалпы шығыны, л:

$$B_2 = 0,32 \cdot I_a = 0,32 \cdot 127 = 41$$

Гидратация реакциясына қосымша су қажеттілігін, л:

$$B_{доп}^{зидр} = B_2 - (П_{кар}^{кар} - П_{см}) = 41 - (121 - 117) = 41 - 4 = 37$$

Әктас гидратациясы процесін аяқтағаннан кейінгі тұтқыр салмағы, кг:

$$B_{вяж}^{зидр} = M_{тұт} + B_{доп}^{зидр} = 290 + 37 = 327$$

Құрғақ құм-толтырғыш салмағы, кг:

$$П_{кар}^{сyx} = \rho_b - (B_{вяж}^{зидр} + I_a \cdot B_{мех}) = 1950 - (327 + \frac{1950}{100} \times 5) = 1950 - 424 = 1526$$

$W_n = 3\%$  кезіндегі карьер құмы-толтырғыштың салмағы, кг:

$$П_{кар}^{вл} = \frac{П_{кар}^{сyx} \cdot 100}{100 - W_n} = \frac{1526 \cdot 100}{100 - 3} = 1572$$

Карьер құмы-толтырғыштағы су салмағы, кг:

$$B_{кар} = П_{кар}^{вл} - П_{кар}^{сyx} = 1572 - 1526 = 46$$

0,10; 0,12; 0,14 тең  $B/T$  кезіндегі қалыптау суының жалпы қажеттігі, л:

$$B_{жлт} = P_{құр} B/T = (B_{зидр}^{тұт} + n_{геп}^{-1}) B/T = 1852 B/T;$$

$$B_{жлт.1} = 1852 \cdot 0,10 = 185;$$

$$B_{жлт.2} = 1852 \cdot 0,12 = 222;$$

$$B_{жлт.3} = 1852 \cdot 0,14 = 259.$$

1м<sup>3</sup> бетонға бетон қоспасы компоненттерінің шығыны:

- үлпілдек әктас – 169 кг;
- ұсатылған құм, құрғақ – 117 кг;
- белсенді СаО+МgО гидратациясына су – 41 л;
- құм-толтырғыш (құрғақ) – 1526 кг

$$(B/T) 0,10 \quad 153;$$

$$(B/T) 0,12 \quad 183;$$

$$(B/T) 0,14 \quad 214.$$

**Д қосымшасы**  
(міндетті)

**Құмдағы кварц (байланыспаған SiO<sub>2</sub>) мөлшерін анықтау**

Байланыспаған SiO<sub>2</sub> анықтау минерал жынысты 250 °С бастап 280 °С дейінгі температурада тығыздығы 1,78 бастап 1,80 г/см<sup>3</sup> дейін фосфор қышқылының шоғырланған ерітіндісімен өңдеуге негізделген. Бұл жағдайда жыныстың барлық минерал құраушылары еріген күйге өтеді, ал бос кремнезем фосфор қышқылының әсеріне ұшырамайды және тұнбада қалады. Тығыздығы төмен фосфор қышқылы тиісті түрде сазды материалдарға ыдырамайды.

Қажетті реактивтер: тығыздығы 1,78 бастап 1,80 г/см<sup>3</sup> дейін ортофосфор қышқылы; 5 % көмірқышқылды натрий ерітіндісі; 5 % тұз қышқылы ерітіндісі; 40 % фторсутек қышқылы ерітіндісі.

110 С кезінде алдын ала кептірілген 0,5 бастап 1,0 г дейінгі мөлшердегі өлшендіні сыйымдылығы 50 мл платина тостағанға салады және 500 °С бастап 600 °С дейінгі температурада бір сағат бойы муфель пешінде күйдіреді. Бөлме температурасына дейін салқындатқаннан кейін тостағанға 1,78 бастап 1,80 г/см<sup>3</sup> дейін ортофосфор қышқылын құяды, тостағанның ішіндегісін платина шпательмен араластырады, содан кейін термостат немесе муфель пешіне салады, платина шпательмен дүркін-дүркін араластырып (2-3 рет) 250 °С бастап 280 °С дейінгі температурада 30 мин бойы ұстайды.

Содан кейін тостағанға 30 мл тазартылған су құйып, тұнбаны сыйымдылығы 500 мл стақанға ауыстырады. Тұнбаны тостаған қабырғасынан тазартылған сумен жақсылап шаяды, көлемін 300 мл дейін жеткізіп, жақсылап араластырады және кремнеземнің ұсақ бөлшектерін тұндыру үшін 12 сағатқа қалдырады. Филтратты тұнбадан вакуум сорғы көмегімен Бюхнер құйғышында бөледі. Құйғышқа қос қабатты күлсіз сүзгіні: бұгулі және воронка қабырғасына тиетіндей түрде біреуі құйғыш диаметрі бойынша кішкентай, ал екіншісі бұгулі және құйғыш қабырғасына тиетіндей етіп үлкенірек салады.

Құйғыштағы тұнбаны 4 рет 5 % тұз қышқылы ерітіндісімен және 4 рет ыстық сумен шаяды, содан кейін сүзгімен бірге фарфор тостағанға салады. Тостағандағы тұнбаны 100 мл 5 % сода ерітіндісімен өңдейді. Содамен шаюды аяқтағаннан кейін тұнбаны 5 % сода ерітіндісімен бес рет және қайнап жатқан тазартылған сумен 8-10 рет өңдейді. Шайылған тұнбаны сүзгімен бірге өлшенген платина тигельге салады, төмен температурада күлге айналдырады және 1050 °С бастап 1100 °С дейінгі температурада тұрақты салмаққа дейін күйдіреді.

Алынған кремнеземнің тазалығын тексеру үшін күйдірілген тұнбаны 4-5 тамшы шоғырланған күкірт қышқылын қосып, 10 мл фторсутек қышқылымен өңдейді. SiO<sub>2</sub> фторсутек қышқылымен айдағаннан кейін тұнбада ұсталған қоспалардың мөлшерін анықтап, олардың салмағын тұнбаның салмағынан алады. Кварцтың (байланыспаған SiO<sub>2</sub>) мөлшерін мына формула бойынша анықтайды:

$$\text{SiO}_2 \text{ байланыссыз} = \frac{\alpha \cdot 100}{A}, \quad (\text{Д.1})$$

мұнда  $\alpha$  – күйдіргеннен кейінгі салмағы, г;  $A$  – өлшенген салмағы, г.

---

ӘОЖ 666.965.2

МСЖ 91.100.30

**Түйінді сөздер:** әктас, құм, қоспаның белсенділігі, арматура, автоклавтық өңдеу, тығыз силикат бетон, конструкциялар, бұйымдар

---

## 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 плотного силикатного бетона .....	5
4.3 Технические характеристики плотного силикатного бетона .....	6
4.4 Материалы для плотного силикатного бетона .....	10
4.4.1 Вяжущие .....	10
4.4.2 Добавки .....	14
4.4.3 Заполнители.....	15
4.5 Арматурные изделия и закладные детали.....	15
4.6 Производство изделий и конструкций из плотного силикатного бетона .....	16
4.6.1 Приготовление вяжущих материалов .....	16
4.6.2 Приготовление силикатобетонной смеси .....	17
4.6.3 Формование изделий из плотного силикатного бетона .....	19
4.6.4 Автоклавная обработка .....	20
4.6.5 Контроль процесса производства и качества изделий и конструкций .....	22
5 ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА, ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	24
6 ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ .....	25
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ КОНСТРУКЦИЙ И ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЛОТНОГО СИЛИКАТНОГО БЕТОНА .....	25
Приложение А (обязательное) Определение степени гидратации извести в вяжущем по тепловыделению.....	27
Приложение Б (обязательное) Определение степени гидратации извести в вяжущем аналитическим методом .....	29
Приложение В (обязательное) Определение содержания свободного оксида кальция в известково-белито-песчаных вяжущих.....	30
Приложение Г (информационное) Расчет состава бетона .....	31
Приложение Д (обязательное) Определение содержания в песке кварца (несвязанной SiO <sub>2</sub> ) .....	40

## ВВЕДЕНИЕ

Свод правил рекомендует приемлемые решения по технологическим параметрам производства конструкций и изделий из плотного силикатного 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 технического регламента «Требования к безопасности зданий и сооружений, строительных материалов и изделий».

Разработанный свод правил будет способствовать оптимизации производства конструкций и изделий из плотного силикатного бетона и рациональной области его применения.

При разработке настоящего свода правил выполнен анализ научно-технической информации и учтены современные научные исследования и опыт применения.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ЕРЕЖЕЛЕР ЖИНАҒЫ  
СВОД ПРАВИЛ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

---

ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ И ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЛОТНОГО  
СИЛИКАТНОГО БЕТОНА

DESIGN AND MANUFACTURE OF ARTICLES OF DENSE SILICATE  
CONCRETE

---

Дата введения – 2015-07-01

## 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящий свод правил устанавливает приемлемые решения и распространяется на изготовление конструкций и изделий из плотного силикатного бетона для гражданского, промышленного и сельского строительства: панели внутренних стен и перекрытий, лестничные марши и площадки, балки, прогоны и колонны, карнизные плиты и т.д.

1.2 Свод правил содержит указания и рекомендации по изготовлению изделий и конструкций из плотного силикатного бетона, а также требования к материалам, защите арматуры и закладных деталей от коррозии; подбору состава силикатобетонной смеси и ее приготовлению; формованию изделий и их тепловлажностной обработке; контролю качества изделий и правилам их приемки.

1.3 Приемлемые решения настоящего свода правил распространяются на производство конструкций и изделий из плотного силикатного бетона, исходя из требований обеспечения надлежащего уровня качества и надежности изделий, рационального использования материальных и топливно-энергетических ресурсов.

1.4 Положения настоящего свода правил следует соблюдать при разработке и пересмотре действующей нормативной, нормативно-технической, проектной и технологической документации на изделия из плотного силикатного бетона.

## 2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Для применения настоящего свода правил необходимы следующие ссылочные нормативные документы:

- СП РК 1.03-106-2012 Охрана труда и техника безопасности в строительстве.
- СП РК 2.01-101-2013 Защита строительных конструкций от коррозии.
- СП РК 3.02-108-2013 Административные и бытовые здания.
- СП РК 4.02-101-2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
- СП РК 5.03-102-2013 Производство сборных бетонных железобетонных конструкций и изделий.
- СП РК 5.03-107-2013 Несущие и ограждающие конструкции.

---

**Издание официальное**

## **СП РК 5.03-103-2013**

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

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

СТ РК 1217-2003 Песок для строительных работ. Методы испытаний.

СТ РК 2102-2-2011 Напрягаемая арматура. Часть 2. Проволока.

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

СТ РК ИСО 1920-4-2009 Испытания бетона. Часть 4. Прочность затвердевшего бетона.

СТ РК ИСО 6934-2-2010 Арматура стальная для предварительного напряжения бетона. Часть 2. Холоднотянутая проволока.

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

СТ РК EN 10138-4-2011 Напрягаемая арматура. Часть 4. Стержни.

СТ РК EN 12350-6-2012 Испытание бетонной свежеприготовленной смеси. Часть 6. Плотность.

СТ РК EN 12620-2011 Заполнители для бетона.

СТ РК EN 13279-1-2012 Вяжущие гипсовые и смеси сухие гипсовые. Часть 1. Определения и требования.

ГОСТ 4.204-79 Материалы вяжущие: известь, гипс и вещества вяжущие на их основе. 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 в рабочей зоне.

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

ГОСТ 12.2.049-80 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.

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 310.2-76 Цементы. Методы определения тонкости помола.

ГОСТ 2642.1-86 Огнеупоры и огнеупорное сырье. Метод определения гигроскопической влаги.

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

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

ГОСТ 5382-91 Цементы и материалы цементного производства. Методы химического анализа.

ГОСТ 5578-94 Щебень и песок из шлаков черной и цветной металлургии для бетонов. Технические условия.

ГОСТ 5781-82 Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия.

ГОСТ 6727-80 Проволока из низкоуглеродистой стали холоднотянутая для армирования железобетонных конструкций. Технические условия.

ГОСТ 7348-81 Проволока из углеродистой стали для армирования предварительно напряженных железобетонных конструкций. Технические условия.

ГОСТ 8267-93 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия.

ГОСТ 8478-81 Сетки сварные для железобетонных конструкций. Технические условия.

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.

ГОСТ 9179-77 Известь строительная. Технические условия.

ГОСТ 10060-2012 Бетоны. Методы определения морозостойкости.

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

ГОСТ 10181-2000 Смеси бетонные. Методы испытаний.

ГОСТ 10884-94 Сталь арматурная термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций. Технические условия.

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

ГОСТ 12730.1-78 Бетоны. Методы определения плотности.

ГОСТ 12730.5-84 Бетоны. Метод определения водопроницаемости.

ГОСТ 12865-67 Вермикулит вспученный.

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

ГОСТ 13087-81 Бетоны. Методы определения истираемости.

ГОСТ 17625-83 Конструкции и изделия железобетонные. Радиационный метод определения толщины защитного слоя бетона, размеров и расположения арматуры.

ГОСТ 18105-2010 Бетоны. Правила контроля прочности.

ГОСТ 19609.5-89 Каолин обогащенный. Метод определения оксидов калия и натрия.

ГОСТ 22688-77 Известь строительная. Методы испытания.

ГОСТ 22904-93 Конструкции железобетонные. Магнитный метод определения толщины защитного слоя бетона и расположения арматуры.

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

ГОСТ 23858-79 Соединения сварные стыковые и тавровые арматуры железобетонных конструкций. Ультразвуковые методы контроля качества. Правила приемки.

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

## СП РК 5.03-103-2013

ГОСТ 25214-82 Бетон силикатный плотный. Технические условия.

ГОСТ 25781-83. Формы стальные для изготовления железобетонных изделий. Технические условия.

ГОСТ 28570-90 Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобранным из конструкций.

ГОСТ 30108-94 Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов.

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

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 применены следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1 Свод правил:** Документ, рекомендующий 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 Автоклавный плотный силикатный бетон:** Бетон, твердение которого происходит в среде насыщенного водяного пара при давлении выше атмосферного (преимущественно от 8 до 14 МПа).

**3.4 Морозостойкость:** Способность затвердевшего плотного силикатного бетона в увлажненном состоянии сопротивляться разрушающему воздействию попеременного замораживания и оттаивания.

**3.5 Активность силикатной смеси:** Содержание в силикатной смеси активного оксида кальция, обеспечивающего при уплотнении бетонной смеси необходимую прочность силикатного бетона.

**3.6 Нормируемая прочность:** Прочность затвердевшего силикатного бетона (класс бетона), заданная в проектной или нормативно-технической документации, утвержденной в установленном порядке.

**3.7 Прочность плотного силикатного бетона:** Свойство затвердевшего силикатного бетона, не разрушаясь, воспринимать различные виды нагрузок и воздействий.

**3.8 Требуемая плотность силикатного бетона:** Максимально допустимое значение фактической плотности бетона в партии, определяемое лабораториями предприятий-изготовителей в соответствии с достигнутой ее однородностью.

**3.9 Требуемая прочность силикатного бетона:** Минимально допустимое значение фактической прочности плотного силикатного бетона в партии, определяемое лабораториями предприятий-изготовителей.

**3.10 Входной контроль:** Контроль продукции поставщика, поступившей к потребителю или заказчику и предназначенной для использования при изготовлении, ремонте или эксплуатации продукции.

**3.11 Операционный контроль:** Контроль продукции или процесса во время выполнения или после завершения технологической операции.

**3.12 Приемочный контроль:** Контроль продукции, по результатам которого принимается решение о ее пригодности к поставкам и (или) использованию.

**3.13 Сплошной контроль:** Контроль каждой единицы продукции в партии.

**3.14 Выборочный контроль:** Контроль партии продукции путем проверки каждой единицы продукции, входящей в одну или несколько специально отобранных выборок из этой партии.

## 4 ПРИЕМЛЕМЫЕ РЕШЕНИЯ

### 4.1 Общие положения

4.1.1 Свод правил устанавливает приемлемые решения к изготовлению силикатного бетона средней плотности от  $1700 \text{ кг/м}^3$  и более и рекомендации по его применению для строительства производственных и вспомогательных зданий и сооружений промышленных, гражданских и сельскохозяйственных предприятий, жилых и общественных зданий.

4.1.2 Изделия из плотного силикатного бетона должны удовлетворять требованиям соответствующих нормативных документов и рабочих чертежей.

4.1.3 Изготовление конструкций и изделий из плотного силикатного бетона должно производиться по утвержденным в установленном порядке технологическим картам, разработанным применительно к условиям конкретного производства и вида конструкций и изделий.

### 4.2 Классификация плотного силикатного бетона

4.2.1 Силикатный бетон классифицируется по функциональному назначению, средней плотности, виду вяжущего, виду кремнеземистого компонента, по крупности наполнителей.

4.2.2 По функциональному назначению выделяют два вида силикатного бетона:

## СП РК 5.03-103-2013

- конструкционный – со средней плотностью от 1700 до 2400 кг/м<sup>3</sup>, применяющийся для устройства несущих внутренних стен, плит, покрытий и перекрытий зданий и сооружений, к качеству которых предъявляются требования по физико-механическим характеристикам;

- специальный для изделий сложных форм, изготавливаемых из высокопрочного бетона: пресованный безасбестовый шифер, напряженно-армированные железнодорожные шпалы, армированные тубинги для щитовой проходки туннелей метро и для шахтного строительства.

4.2.3 При изготовлении силикатных бетонов в качестве вяжущего следует использовать известь, молотые шлаки и гипс. Номенклатура показателей качества по критериям на все виды строительной извести и гипса и вяжущих веществ на их основе должна соответствовать ГОСТ 4.204.

4.2.4 По крупности заполнителей бетоны подразделяют на:

- мелкозернистые (песок  $M_{кр}$  от 2,8 до 3,3);
- крупнозернистые (щебень фракции от 3 до 5 мм и фракции от 10 до 15 мм).

### 4.3 Технические характеристики плотного силикатного бетона

4.3.1 Конструктивные характеристики плотного силикатного бетона должны соответствовать СП РК 5.03-102.

4.3.2 Силикатные бетоны по ГОСТ 25214 должны иметь следующие показатели и свойства:

- предел прочности при осевом сжатии от 7,5 до 70,0 МПа;
- предел прочности на осевое растяжение от 1,0 до 4,0 МПа;
- предел прочности на растяжение при изгибе от 2,5 до 7,0 МПа;
- средняя плотность от 1700 до 2400 кг/м<sup>3</sup>.

4.3.3 Силикатный бетон характеризуется следующими классами бетона по прочности: В10, В12,5, В15, В20, В22,5, В30, В35, В40, В45, В50, В55, В60.

4.3.4 По морозостойкости, водонепроницаемости и средней плотности устанавливаются следующие марки:

- по морозостойкости: F35, F50, F75, F100, F150, F200, F300, F400, F500, F600;
- по водонепроницаемости: W2, W4, W6, W8, W10;
- по средней плотности: D1700, D1800, D1900, D2000, D2100, D2200, D2300, D2400.

4.3.5 Фактическая прочность плотного силикатного бетона (в проектном возрасте, отпускная) должна соответствовать требуемой прочности, назначаемой по ГОСТ 18105 в зависимости от нормируемой отпускной прочности, указанной в нормативном документе или в рабочей документации, и от показателя фактической однородности прочности бетона.

4.3.6 Значение нормируемой отпускной прочности плотного силикатного бетона на сжатие следует применять (в процентах от класса или марки бетона по прочности на сжатие) не менее 100 % для изделий из бетонов автоклавного твердения.

4.3.7 Марку по морозостойкости (F) плотного силикатного бетона следует назначать для конструкций, подвергающихся в увлажненном состоянии действию попеременного замораживания и оттаивания.

Марку по морозостойкости плотного силикатного бетона следует принимать за соответствующей требуемой, если среднее значение прочности на сжатие основных образцов после установленных для данной марки числа циклов переменного замораживания и оттаивания уменьшилось не более чем на 5 % по сравнению со средней прочностью на сжатие контрольных образцов.

4.3.8 Марку по водонепроницаемости (W) следует назначать для конструкций, к которым предъявляются требования по непроницаемости.

4.3.9 Марку бетона по морозостойкости и водонепроницаемости бетонных и железобетонных конструкций, в зависимости от режима их эксплуатации и значений расчетных зимних температур наружного воздуха в районе строительства, рекомендуется принимать:

- для конструкций зданий и сооружений (кроме наружных стен отапливаемых зданий) не ниже, указанных в таблице 1;

- для наружных стен отапливаемых зданий – не ниже, указанных в таблице 1 в соответствии с СП РК 5.03-102.

4.3.10 Марки по средней плотности бетонных и железобетонных конструкций в зависимости от режима их эксплуатации должны быть не ниже:

- для внутренних конструкций зданий и сооружений, эксплуатируемых при относительной влажности внутреннего воздуха до 60 % – D1700;

- для внутренних конструкций зданий и сооружений, эксплуатируемых при относительной влажности внутреннего воздуха от 60 % до 75 % или в нормальной зоне влажности, а также для перекрытий санузлов жилых зданий – D1800;

- для наружных ограждающих конструкций и стен подвалов зданий, за исключением эксплуатируемых при относительной влажности внутреннего воздуха свыше 75 % или во влажной зоне (СП РК 5.03-102) – D1800;

- для всех конструкций, эксплуатируемых при относительной влажности внутреннего воздуха свыше 75 % или во влажной зоне, а также для перекрытий санузлов общественных зданий, для плит балконов и лоджий, карнизов и других выступающих деталей фасадов – от D1900 до D2400;

- для конструкций, эксплуатируемых в агрессивных средах – D1900.

4.3.11 Для конструкций, эксплуатируемых в агрессивных средах, применять бетон на полностью гидратированном вяжущем не рекомендуется.

4.3.12 В зданиях с мокрым режимом помещений (бани, сауны, бассейны и т.д.) применение силикатного бетона не допускается.

## СП РК 5.03-103-2013

**Таблица 1 – Марка бетона по морозостойкости и водонепроницаемости бетонных и железобетонных конструкций  
в зависимости от режима их эксплуатации**

Условия эксплуатации конструкций		Марка бетона, не ниже					
Характеристика режима	Расчетная зимняя	по морозо-стойкости			по водонепроницаемости		
	температура наружного воздуха, °С	для конструкций (кроме наружных стен отапливаемых зданий) зданий и сооружений класса по степени ответственности					
		I	II	III	I	II	III
1. Попеременное замораживание и оттаивание: а) в водонасыщенном состоянии (например, конструкции, расположенные в сезоннооттаивающем слое грунта в районах вечной мерзлоты)	Ниже минус 40	F300	F200	F150	W6	W4	W2
	Ниже минус 20 до минус 40 включительно	F200	F150	F100	W4	W2	Не нормируется
	Ниже минус 5 до минус 20 включительно	F150	F100	F75	W2	Не нормируется	
	Минус 5 и выше	F100	F75	F50	Не нормируется		
б) в условиях эпизодического водонасыщения (например, надземные конструкции, постоянно подвергающиеся атмосферным воздействиям)	Ниже минус 40	F200	F150	F100	W4	W2	Не нормируется
	Ниже минус 20 до минус 40 включительно	F100	F75	F50	W2		
	Ниже минус 5 до минус 20 включительно	F75	F50	F35			
	Минус 5 и выше	F50	F35	F25			
в) в условиях воздушно-влажностного состояния при отсутствии эпизодического водонасыщения (например, конструкции, постоянно подвергающиеся воздействию окружающего воздуха, защищенные от воздействия атмосферных осадков)	Ниже минус 40	F150	F100	F75	W4	W2	Не нормируется
	Ниже минус 20 до минус 40 включительно	F75	F50	F35	Не нормируется		
	Ниже минус 5 до минус 20 включительно	F50	F35	F25	То же		
	Минус 5 и выше	F35	F25	F25	«		

Таблица 1 – (продолжение)

Условия эксплуатации конструкций		Марка бетона, не ниже					
Характеристика режима	Расчетная зимняя	по морозостойкости			по водонепроницаемости		
	температура наружного воздуха, °C	для конструкций (кроме наружных стен отапливаемых зданий) зданий и сооружений класса по степени ответственности					
		I	II	III	I	II	III
2. Возможное эпизодическое воздействие температур ниже 0 °C: а) в водонасыщенном состоянии (например, конструкции, находящиеся в грунте или под водой)	Ниже минус 40	F150	F100	F75	Не нормируется		
	Ниже минус 20 до минус 40 включительно	F75	F50	F35	То же		
	Ниже минус 5 до минус 20 включительно	F50	F35	F25	«		
	Минус 5 и выше	F35	F25	F25	«		
б) в условиях воздушно влажностного состояния (например, внутренние конструкции отапливаемых зданий в период строительства и монтажа)	Ниже минус 40	F75	F50	F35	Не нормируется		
	Ниже минус 20 до минус 40 включительно	F35	F25	F25	То же		
	Ниже минус 5 до минус 20 включительно	F35	F25	F25	«		
	Минус 5 и выше	F25	F25	F25	«		
<p>Примечания</p> <p>1 Расчетные зимние температуры наружного воздуха принимаются согласно указаниям СП РК 5.03-102.</p> <p>2 Проектные марки бетона по водонепроницаемости для конструкций сооружений водоснабжения и ирригации следует принимать не ниже W4, а проектные марки бетона по морозостойкости – по указаниям соответствующих нормативно-технических и нормативных документов как для тяжелого бетона.</p> <p>3 Проектная марка бетона по водонепроницаемости для конструкций, эксплуатируемых в агрессивных средах, должна быть не ниже W6.</p>							

## **СП РК 5.03-103-2013**

4.3.13 При применении изделий и конструкций из плотного силикатного бетона, предназначенных для работы в особых условиях эксплуатации (при сейсмических воздействиях, в среде с агрессивной степенью воздействия на бетонные и железобетонные конструкции, в условиях повышенной влажности и т.п.) необходимо соблюдать дополнительные требования, предъявляемые к таким конструкциям соответствующими нормативными документами.

4.3.14 Бетон классов В10, В12,5 следует применять только для бетонных плоских (не стержневых) железобетонных конструкций (за исключением плит перекрытий над санузлами и совмещенной кровли), эксплуатируемых при относительной влажности внутреннего воздуха помещений до 60 % или в сухой зоне влажности.

4.3.15 Конструкции из бетона классов В10 и В12,5 в агрессивных средах, а также в условиях многократно повторяющейся нагрузки применять не допускается.

4.3.16 Показатели истираемости плотного силикатного бетона на плотных заполнителях, устанавливаемые в нормативных документах на изделия конкретных видов, не должны превышать значений, указанных в ГОСТ 25214.

4.3.17 Следует учесть, что силикатный бетон обладает необходимым сцеплением со стальной арматурой и имеет близкий к ней коэффициент линейного расширения, что обеспечивает возможность его применения в армированных строительных конструкциях.

При наличии в изделиях защитного слоя нормированной толщины стальная арматура в силикатном бетоне повышенной плотности хорошо сохраняется и не подвергается коррозии.

4.3.18 В конструкциях внутренних помещений с влажностью воздушной среды более 75 % и в конструкциях, находящихся под систематическим воздействием воды или атмосферных осадков, необходимо защищать арматуру от коррозии с помощью ингибиторов коррозии – лигносульфонаты, танины, аминспирты.

## **4.4 Материалы для плотного силикатного бетона**

### **4.4.1 Вяжущие**

4.4.1.1 Для приготовления силикатного бетона следует применять вяжущие, получаемые на основе известковых и кремнеземистых материалов, заполнителей и воды.

4.4.1.2 Используемые материалы для производства изделий и конструкций из плотного силикатного бетона должны соответствовать требованиям нормативных документов на них и сопровождаться сертификатами соответствия.

4.4.1.3 Свод правил предусматривает применение известково-кремнеземистого вяжущего следующих видов:

- известково-песчаного, приготовленного на основе воздушной кальциевой, магнезиальной или доломитовой извести и песка;

- известково-песчаного, приготовленного на основе вяжущих известково-белитового типа (известь гидравлическая, получаемая из мергелизованных карбонатных пород естественного состава и известково-белитовое вяжущее, получаемое из искусственных карбонатно-кремнеземистых смесей);

- известково-шлакового, приготовленного на основе воздушной извести и шлаков.

4.4.1.4 Удельная поверхность известково-песчаного вяжущего, получаемого совместным помолом извести (от 31 % до 47 %) и песка (от 68 % до 51 %), должна быть не менее 4500 см<sup>2</sup>/г.

4.4.1.5 В качестве кремнеземистых компонентов следует применять:

- песок кварцевый, барханный, кварцево-полевошпатовый или полиминерального состава, отходы горнообогатительных комбинатов;

- шлаки – все разновидности гранулированных шлаков (металлургии, энергетики и электротермического производства фосфора) и доменные медленно охлажденные (отвальные) шлаки.

4.4.1.6 Известково-белитовое вяжущее должно содержать свободный СаО от 35 % до 45 % и двукальциевый силикат – не менее 30 %. Удельная поверхность вяжущего должна быть не менее 4000 см<sup>2</sup>/г.

4.4.1.7 Высокоосновное зольное вяжущее должно содержать СаО не менее 30 %, SO<sub>3</sub> – не более 3 %; щелочных оксидов – не более 3 %. Удельная поверхность вяжущего должна быть не менее 3000 см<sup>2</sup>/г.

4.4.1.8 Известь воздушная кальциевая, магнезиальная и доломитовая должна удовлетворять требованиям ГОСТ 9179 для всех сортов с длительностью гидратации не более 25 мин.

4.4.1.9 В качестве компонента шихты следует применять гранулированный доменный шлак совместно с активизаторами твердения или в составе смешанного вяжущего, отвечающего требованиям ГОСТ 3476. Отношение процентного содержания в шлаке Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и SiO<sub>2</sub> (модуль активности) основного и нейтрального шлака должен быть не менее 0,4 и отношение количества основных оксидов к количеству кислотных оксидов (модуль основности) не менее 0,9. Содержание закиси марганца в шлаке должно быть не более 1,5 %, сернистых и серноокислых примесей в пересчете на SO<sub>3</sub> – не более 2 %.

4.4.1.10 Гранулированный шлак не должен содержать посторонних засоряющих включений, плотных камневидных кусков и примесных материалов.

4.4.1.11 Удельная поверхность смешанного вяжущего на основе извести и шлака должна быть не менее 5000 см<sup>2</sup>/г.

4.4.1.12 При использовании извести с нестабильными свойствами вяжущее необходимо усреднять в гомогенизаторах, в которых осуществляется механическое и пневматическое перемешивание продукта помола.

4.4.1.13 Основные требования к вяжущим для получения бетонов классов от В10 до В60 приведены в таблице 2.

4.4.1.14 Состав вяжущего следует выбирать с учетом требований, предъявляемых к конструкциям и изделиям.

4.4.1.15 Вяжущие с повышенным содержанием активного или свободного СаО (30 % и более) необходимо применять при изготовлении конструкций и изделий для зданий I, II и III степени огнестойкости. Для таких изделий степень гидратации СаО в вяжущем должна быть не менее 70 %.

Таблица 2 – Основные требования к вяжущим

Компоненты известково-кремнеземистых вяжущих и требования к ним	Ед. измерения	Известково-кремнеземистые вяжущие на основе		
		воздушной извести		вяжущих известково-белитового типа
		известково-песчаное	известково-шлаковое	известково-белито-песчаное
Известь воздушная (кальциевая, магнизиальная и доломитовая)	% по массе	от 31 до 47	от 8 до 10	-
В том числе, в пересчете на CaO+MgO активный	То же	от 25 до 38	от 6,4 до 8	-
Песок	То же	от 68 до 51	от 22 до 10	-
Гипсовый камень	То же	2 (0)	от 0 до 5	-
Шлаки	То же	-	от 70 до 75	-
Вяжущее известково-белитового типа, получаемое из карбонатных пород естественного состава или из искусственных карбонатно-кремнеземистых смесей	То же	-	-	от 40 до 70
В том числе в пересчете на свободный CaO	То же	-	-	от 14 до 35
Песок	То же	-	-	от 30 до 60
Гипсовый камень	То же	-	-	от 0 до 1,5
<b>Тонкость помола</b>				
По удельной поверхности:	тыс. см <sup>2</sup> /г			
- известково-кремнеземистого вяжущего, не менее		4,5 (4)	5	4
измельченного песка:	«			
- не менее	«	1 (1,8)	-	1
- не более	«	2,5 (2)	-	2,5
измельченного шлака:				
- не менее	«	-	2	
- не более	«	-	3	-
По остатку известково-кремнеземистого вяжущего на сите № 009, не более	%	8 (15)	8	8

Таблица 2 – Основные требования к вяжущим (продолжение)

Компоненты известково-кремнеземистых вяжущих и требования к ним	Ед. измерения	Известково-кремнеземистые вяжущие на основе		
		воздушной извести		вяжущих известково-белитового типа
		известково-песчаное	известково-шлаковое	известково-белито-песчаное
По содержанию зерен активных CaO + MgO крупнее 0,2 мм, в соответствии с ГОСТ 22688 не более.	%	0,5 (не нормируется)	0,5	0,2
Степень гидратации оксида кальция в известково-кремнеземистом вяжущем из мельницы - Ca(OH) <sub>2</sub> по отношению к общему содержанию CaO активного или CaO свободного	%	от 40 до 80 (до 30)		от 40 до 80
Начало схватывания известково-кремнеземистого вяжущего, не менее	мин.	20 (не нормируется)	20	20

Примечание - В скобках указаны требования к вяжущим, которые используются при втором («гидратном») способе приготовления бетонных смесей (п. 4.8.1). Все остальные требования относятся к вяжущим, которые используются при «кипелочном» и «гидратном» способах приготовления бетонной смеси.

4.4.1.16 При изготовлении других изделий содержание активного или свободного CaO и степень гидратации CaO в вяжущем следует назначать в зависимости от необходимости получения бетона требуемой прочности и плотности при наилучших технико-экономических показателях. Для получения бетонов повышенной жесткости следует применять вяжущее с меньшим содержанием активного или свободного CaO (до 30 %).

4.4.1.17 Подготовка материалов, используемых для приготовления вяжущего, состоит из следующих операций:

- известковые материалы и гипсовый камень измельчают до предельной крупности кусков 25 мм, а шлак – до предельной крупности 10 мм;
- для отделения металлических примесей из шлака его подвергают электромагнитной сепарации;
- песок карьерной влажности просеивают через виброгрохот с отверстиями 10 мм; мерзлый песок до поступления в расходные бункера необходимо отогреть;
- шлак влажностью более 2 % подлежит сушке; во избежание ухудшения качества доменных гранулированных шлаков (их расстекловывания) температура шлака при выходе из сушильного агрегата не должна превышать 150 °С.

4.4.1.18 Все компоненты вяжущего следует дозировать по массе.

## СП РК 5.03-103-2013

4.4.1.19 Для известковых материалов, гипсового камня и шлака точность дозирования должна составлять не менее  $\pm 2\%$ , для песка не менее  $\pm 3\%$ . Компоненты вяжущего в заданном соотношении должны поступать в мельницу без предварительного перемешивания или после кратковременного перемешивания в смесителе непрерывного или периодического действия и совместно измельчаться. В случае, когда карьерная влажность песка не обеспечивает получение вяжущего заданной степени гидратации в нем оксида кальция, песок следует дополнительно увлажнить или недостающее количество воды вводить в питатель или мельницу.

### 4.4.2 Добавки

4.4.2.1 Для регулирования свойств плотного силикатного бетона следует применять добавки.

4.4.2.2 В качестве добавок, замедляющих процесс гашения извести следует применять:

- гипс и гипсоангидрит – по СТ РК EN 13279-1, ГОСТ 4013;
- сульфитно-спиртовую барду (ССБ).

Кроме перечисленных добавок, допускается применять другие после соответствующей проверки эффективности их действия.

4.4.2.3 Необходимо учесть, что наиболее эффективным замедлителем схватывания молотой негашеной извести является комбинированная добавка сульфата кальция или магния с поверхностно-активными веществами: сульфитно-спиртовой бардой, водно-щелочной вытяжкой торфа и др.

4.4.2.4 Гипс в количестве от  $5\%$  до  $7\%$  от массы извести (в пересчете на двухводный гипс) должен вводиться в процессе помола извести, а торфяная вытяжка с содержанием от  $3\%$  до  $5\%$  или сульфитно-спиртовая барда в количестве от  $0,5\%$  до  $0,7\%$  от массы извести – совместно с водой затворения.

4.4.2.5 Процесс автоклавного твердения необходимо интенсифицировать введением добавок:

- сульфата натрия –  $0,5\%$  от массы вяжущего;
- осадочных пород – трепела, диатомита, опоки, глины, суглинка, лесса – в пределах от  $3\%$  до  $30\%$ .

Эти добавки частично могут заменить известь. Тонкость помола добавок должна быть от  $3000$  до  $4000\text{ см}^2/\text{г}$ .

4.4.2.6 Для пластификации бетонной смеси с водой затворения следует вводить пластифицирующие добавки:

- кремнийорганические жидкости (ГКЖ-10 и ГКЖ-11);
- синтетическую пластифицирующую добавку (СПД);
- поверхностно-активный щелок;
- сульфитно-спиртовую барду (ССБ);
- суперпластификатор С-3;
- микрокремнезем – ультрадисперсный материал с содержанием диоксида аморфной модификации более  $92\%$ .

Допускается использоваться и другие добавки. При этом эффективность их применения должна быть проверена в конкретных производственных условиях согласно ГОСТ 30459.

#### 4.4.3 Заполнители

4.4.3.1 В качестве заполнителей силикатных бетонов следует применять средние, мелкие и очень мелкие кварцевые пески, содержащие не менее 80 % кремнезема, не более 10 % глинистых примесей и не более 0,5 % слюды.

4.4.3.2 В качестве мелкого заполнителя силикатного бетона следует применять природные и дробленые пески, удовлетворяющие требованиям СТ РК EN 12620, ГОСТ 8736.

4.4.3.3 Песок керамзитовый, соответствующий СТ РК 948, с модулем крупности ( $M_k$ ) не более 2,5 следует применять для силикатного бетона средней плотности от 1100 до 1200 кг/м<sup>3</sup> и 2,0 для силикатного бетона средней плотности ниже 1000 кг/м<sup>3</sup>.

4.4.3.4 Песок вермикулитовый по ГОСТ 12865 с модулем крупности ( $M_k$ ) не более 2,5 должен иметь водопотребность не более 16 %.

4.4.3.5 В качестве крупного заполнителя следует применять щебень из плотных горных пород, щебень из гравия или доменного, фосфорного и других видов шлака размером зерен от 3 до 15 мм, отвечающий требованиям нормативных документов:

- щебень из природного камня по СТ РК EN 12620, ГОСТ 8267;
- щебень из доменного шлака по СТ РК EN 12620, ГОСТ 5578;
- щебень и песок аглопоритовые по СТ РК 948;
- гравий и песок керамзитовые по СТ РК 948;
- гравий шунгитовый по СТ РК EN 12620, СТ РК 948;
- щебень и песок пористый из металлургического шлака (шлаковая пемза) по СТ РК 948.

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

#### 4.5 Арматурные изделия и закладные детали

4.5.1 Для армирования конструкций и изделий из плотного силикатного бетона следует применять арматурную сталь следующих видов и классов:

- напрягаемую арматуру по ГОСТ 10884 (независимо от свариваемости и повышенной стойкости к коррозионному растрескиванию арматуры);
- горячекатаную стержневую по СТ РК EN 10138-4, ГОСТ 5781;
- высокопрочную проволоку по СТ РК 2102-2, ГОСТ 7348;
- ненапрягаемую арматуру следует применять по ГОСТ 5781;
- проволоку периодического профиля по СТ РК 2102-2, ГОСТ 6727;
- холоднотянутую проволоку по СТ РК ИСО 6934-2.

4.5.2 Защиту арматуры от коррозии следует предусматривать в зависимости от условий эксплуатации конструкций:

## **СП РК 5.03-103-2013**

- при относительной влажности воздуха до 60 % или в сухой зоне влажности специальных мер по защите арматуры от коррозии не предусматривается;

- при относительной влажности внутреннего воздуха свыше 60 % до 75 % или в нормальной зоне влажности, необходимо применять меры к обеспечению сохранности арматуры в бетоне (увеличение марочной прочности и плотности бетона на одну ступень по сравнению с исходными значениями или нанесение на поверхность конструкции паронепроницаемого покрытия);

- при относительной влажности внутреннего воздуха свыше 75 % или во влажной зоне, а также при наличии агрессивных сред и усиленном воздействии атмосферных осадков и отрицательных температур.

4.5.3 В соответствии с требованиями СП РК 2.01-101 вся арматура и закладные детали должны быть защищены покрытиями со специальной обработкой.

4.5.4 Коррозионная стойкость арматуры в конструкциях и изделиях из плотного силикатного бетона зависит от плотности бетона, толщины защитного слоя бетона и условий эксплуатации изделий. Толщина защитного слоя бетона должна соответствовать указанной в рабочих чертежах по ГОСТ 17625.

4.5.5 Точность размеров, качество поверхностей, прочность сварных соединений арматурных и закладных изделий должны удовлетворять требованиям СТ РК EN 10080, ГОСТ 10922, ГОСТ 8478. Расположение арматурных изделий, форма, размеры и способы фиксации должны соответствовать требованиям рабочих чертежей.

4.5.6 С целью обеспечения проектного положения арматуры необходимо установить фиксаторы. Расстояние между фиксаторами по длине ненапрягаемой арматуры должно составлять:

- при диаметре от 3 до 4 мм ..... от 0,4 до 0,5 м;
- при диаметре от 5 до 6 мм .....от 0,6 до 0,8 м;
- при диаметре от 8 до 12мм .....от 0,8 до 1,2 м.

## **4.6 Производство изделий и конструкций из плотного силикатного бетона**

### **4.6.1 Приготовление вяжущих материалов**

4.6.1.1 В технологии изготовления конструкций и изделий из плотного силикатного бетона применяют два основных способа приготовления известково-кремнеземистого вяжущего – «кипелочный», «гидратный» и их разновидности.

4.6.1.2 При приготовлении вяжущего «гидратным» способом следует применять предварительно гашеную известь.

4.6.1.3 Соотношение (песок : известь) должно приниматься в зависимости от свойств сырьевых материалов.

4.6.1.4 Соотношение (песок : известь) должно подбираться заводской лабораторией по результатам испытаний контрольных образцов, изготовленных на вяжущем различного состава.

4.6.1.5 Смешивать полученное вяжущее с песком-заполнителем и водой следует в заданной пропорции. Полученную смесь подвергают силосованию до полной гидратации извести и затем увлажняют, далее формируют и подвергают автоклавной обработке.

4.6.1.6 Необходимо учесть, что силикатные изделия, изготовленные на молотой извести-кипелке, имеют лучшие показатели по прочности и морозостойкости, чем изготовленные на извести-пушонке.

4.6.1.7 Следует учитывать, что молотая известь-кипелка обладает быстрым схватыванием смесей (примерно 5 мин) и интенсивной гидратацией извести влагой воздуха, в результате чего имеет место быстрая потеря ее активности в период складирования и транспортировки.

4.6.1.8 Следует отметить, что при изготовлении изделий из плотного силикатного бетона на высокоактивной извести, содержащей от 80 % до 90 % оксида кальция, смесь быстро гасится, что приводит к схватыванию смеси при транспортировке ее к месту формирования и возникновению усадочных трещин в изделиях.

4.6.1.9 Для улучшения качества изделий рекомендуется применять менее активную известь, содержащую от 60 % до 70 % оксида кальция, при равном соотношении извести и песка, но при снижении активности известково-песчаной смеси до 30 % повышается жесткость формовочной смеси.

4.6.1.10 Допускается применение извести активностью от 40 % до 50 % (частично загашенной во время транспортировки).

4.6.1.11 Оптимальная активность известково-песчаной смеси должна находиться в пределах от 18 % до 22 %. Активность известково-песчаной смеси, принимаемая по содержанию активного оксида Са, следует определять в соответствии с приложениями А, Б, и В или по ГОСТ 22688.

4.6.1.12 Оптимальное влагосодержание силикатной смеси должно составлять от 10 % до 12 %.

4.6.1.13 Тонкость помола отдельных компонентов в составе вяжущего в соответствии с ГОСТ 310.2, должна быть:

- для песка – по остатку на сите № 0,08 не более 10 % и удельная поверхность не менее 2000 см<sup>2</sup>/г;

- для извести – по остатку на сите № 0,08 не более 5 %; и удельная поверхность не менее 4000 см<sup>2</sup>/г.

4.6.1.14 Известково-кремнеземистое вяжущее на основе гидратной извести, должно иметь удельную поверхность не менее 3000 см<sup>2</sup>/г.

## **4.6.2 Приготовление силикатобетонной смеси**

4.6.2.1 Приготовление смеси для плотного силикатного бетона по «кипелочной» схеме состоит из следующих основных операций: дозирование и измельчение в шаровых мельницах известково-песчаного вяжущего (песок:известь в соотношении 1:1); дозирование и приготовление силикатобетонной смеси; формирование изделий и обработка их в автоклаве.

4.6.2.2 Состав бетонной смеси допускается подбирать по любому известному методу, позволяющему получить бетон, удовлетворяющий заданным техническим требованиям. При этом необходимо учитывать минимально допускаемое содержание вяжущего в бетонной смеси, которое зависит от крупности песка-заполнителя и способа ее приготовления.

## СП РК 5.03-103-2013

4.6.2.3 Подбор состава плотного силикатного бетона необходимо осуществлять опытным путем в следующей последовательности:

- определять оптимальное содержание воды, обеспечивающее получение наиболее плотной бетонной смеси при принятом способе уплотнения формуемых образцов. При изготовлении изделий с вибрационным уплотнением количество воды колеблется от 10 % до 15 % от массы сухой смеси компонентов;

- выявлять необходимое содержание известково-кремнеземистого вяжущего в смеси, а в случае применения тонкомолотых добавок песка или иных кремнеземистых компонентов также и оптимальный размер молотой добавки. В зависимости от тонкости измельчения песка и активности извести добавка молотого песка составляет обычно от 50 % до 150 % от массы извести. Содержание всех компонентов смеси следует устанавливать на основе пробных замесов с тремя различными расходами извести и с тремя соотношениями молотого песка и извести для каждого расхода вяжущего;

- на основе результатов испытаний образцов, изготовленных и твердевших в условиях, близких к производственным, строить кривые зависимости прочности силикатного бетона от расхода извести и количества добавки молотого песка;

- выбирать требуемый состав и производить расчет количества материалов на один замес гасильного барабана и смесителя.

4.6.2.4 Производственные составы плотного силикатного бетона необходимо разрабатывать для каждого конкретного вида конструкции.

Примеры подбора состава бетона приведены в приложении Г.

4.6.2.5 Содержание в бетонной смеси активных  $\text{CaO}+\text{MgO}$  при использовании воздушной извести и свободного  $\text{CaO}$  в случае применения вяжущих известково-белитового типа должно составлять не менее 4 % и 2 % соответственно.

4.6.2.6 Для бетонов, приготовленных по второму (гидратному) способу, расходные нормы вяжущего следует устанавливать, исходя из содержания активных  $\text{CaO}+\text{MgO}$  – не менее 5 % и свободного оксида кальция – не менее 3 %.

4.6.2.7 Удобоукладываемость бетонной смеси следует назначать в зависимости от конфигурации и размера изделий, насыщенности арматурой и способов уплотнения.

4.6.2.8 Удобоукладываемость бетонной смеси должна определяться в соответствии с ГОСТ 10181.

4.6.2.9 Для изделий, применяемых в зданиях I, II и III степеней огнестойкости, показатель жесткости смеси при сплошном их сечении должен быть не менее 30 с и при пустотных – до 20 с.

4.6.2.10 При приготовлении бетонной смеси вяжущее и песок следует дозировать по массе, воду – по массе или объему. Точность дозирования вяжущего и воды должна быть до ( $\pm 2$ ) %, песка до ( $\pm 3$ ) %.

4.6.2.11 Бетонные смеси на основе известково-песчаного и известково-белито-песчаного вяжущего принято готовить двумя способами:

1) с сохранением эффекта гидратационного схватывания оксида кальция в бетонной смеси;

2) с полной гидратацией оксида кальция в пушонку без эффекта схватывания.

4.6.2.12 Бетонные смеси на основе известково-шлакового вяжущего следует готовить только по «кипелочному» способу, когда все компоненты бетонной смеси

(вяжущее, заполнитель, вода) перемешиваются в смесителе в один прием и затем используются для формирования.

Загрузку компонентов бетонной смеси в смеситель необходимо производить в следующей последовательности: заполнитель, вяжущее, после кратковременного перемешивания (до 30 с) подают воду. Общая продолжительность перемешивания от 3 мин до 4 мин.

4.6.2.13 Для ускорения процесса гидратации извести и повышения прочности бетона-сырца следует применять воду, подогретую до температуры от 40 °С до 80 °С.

4.6.2.14 Приготовление бетонной смеси по «гидратному» способу следует осуществлять в два приема. Вначале готовится смесь вяжущего, песка и воды, которая после тщательного перемешивания в смесителях выдерживается в силосах до полной гидратации извести.

4.6.2.15 При активности извести от 70 % до 80 %, выдержка в силосах должна составлять от 100 до 120 мин, при активности извести от 50 % до 70 %, выдержка в силосах – от 4 до 8 ч.

4.6.2.16 Количество вводимой воды должно определяться ее потребностью на реакцию гидратации извести, испарение в окружающую среду и обеспечение остаточной влажности в пределах от 2,5 % до 3 %.

4.6.2.17 Выдержанную в силосах смесь следует подвергать вторичному перемешиванию с добавлением в нее воды в количестве, обеспечивающем получение бетонной смеси требуемой консистенции.

4.6.2.18 Перемешивание компонентов бетонной смеси следует осуществлять в смесителях непрерывного или периодического действия.

4.6.2.19 Бетонная смесь, приготовленная по «кипелочному» способу, при укладке в форму должна иметь температуру от 20 °С до 25 °С. Это обеспечит получение бетона-сырца с прочностью, достаточной для предотвращения появления трещин при транспортировании отформованных изделий и образования дефектов на поверхности изделий от капли в начальной стадии их тепловой обработки. Температура смеси, приготовленной по «гидратному» способу, не регламентируется.

### **4.6.3 Формование изделий из плотного силикатного бетона**

4.6.3.1 Укладку и уплотнение бетонной смеси следует производить при температуре воздуха не ниже  $(20 \pm 5)$  °С.

4.6.3.2 Формование конструкций и изделий из силикатного бетона следует производить с использованием виброформовочных машин и установок.

4.6.3.3 Выбор формовочного оборудования должен производиться с учетом номенклатуры конструкций и изделий, их геометрических размеров и массы.

4.6.3.4 Параметры виброуплотнения: частота колебаний должна находиться в пределах от 2300 до 3000 в минуту, амплитуда от 0,6 до 0,8 мм. Распределение амплитуд колебаний по площади формы должно быть равномерным, отклонения величины амплитуды в отдельных точках от среднего значения должны быть не более 20 %.

4.6.3.5 Конструкции и изделия из плотного силикатного бетона следует формировать в формах. Формы должны соответствовать требованиям ГОСТ 25781.

## **СП РК 5.03-103-2013**

4. 6.3.6 Технологический процесс подготовки форм включает в себя чистку, сборку и смазку форм.

4.6.3.7 Очищенные формообразующие поверхности следует смазывать составами, обладающими достаточной адгезией к металлу или другому материалу формы, не вызывающими коррозию, разрушение бетона и появление пятен на поверхности изделий, а также безопасными для здоровья людей и в пожарном отношении.

4.6.3.8 Смазочные составы следует наносить тонким равномерным слоем.

4.6.3.9 Не рекомендуется применять машинные масла из-за загрязнения поверхности бетона и невозможности, при необходимости, последующего качественного нанесения покрытия.

4.6.3.10 Бетонная смесь, приготовленная на основе шлакового или известково-шлакового вяжущего, должна быть использована не позднее, чем через 60 мин.

4.6.3.11 При подготовке смеси по «гидратному» способу время переработки не должно превышать 60 мин.

4.6.3.12 Необходимо учесть, что силикатобетонные смеси, приготовленные на основе шлакового, известково-шлакового вяжущего по «гидратному» способу, не разогреваются.

4.6.3.13 В стеновых панелях, изготовляемых из жестких бетонных смесей, необходимо предусматривать следующие дополнительные мероприятия:

- толщину защитного слоя арматуры принимать не менее 3 см;
- длину заделки строповочных петель необходимо увеличивать на 5 (d) номинальных диаметров стержней арматурной стали по сравнению с заделкой строповочных петель в панелях, формируемых без применения жестких смесей;
- расстояние строповочных петель до проема должно быть не менее 30 см.

4.6.3.14 Конструктивное армирование бетонных панелей несущих стен, как правило, должно предусматриваться двусторонним независимо от того, в какой степени используется их несущая способность, причем площадь вертикальной арматуры на 1 м длины горизонтального сечения и горизонтальной арматуры, на 1 м длины вертикального сечения с каждой стороны панели должна приниматься такой же, как для панелей из тяжелого цементного бетона.

### **4.6.4 Автоклавная обработка**

4.6.4.1 Изделия, отформованные из бетонных смесей по «кипелочному» способу, должны загружаться в автоклав не ранее чем через 3 ч после окончания формования. При «гидратном» способе приготовления бетонных смесей нет необходимости в выдержке изделий.

4.6.4.2 Режим обработки изделий толщиной до 20 см в автоклавах ориентировочно назначают по таблице 3.

**Таблица 3 – Режимы автоклавной обработки изделий при различном давлении**

Рабочее давление в автоклаве, МПа, не менее	Режим автоклавной обработки, ч			
	подъем давления пара, не менее	выдержка, не более	спуск давления пара, не менее	общая продолжительность автоклавирования, не более
0,8	1,5	10	2,5	14
1,0	2,0	8	3,0	13
1,2	2,5	6	3,5	12

4.6.4.3 Продолжительность изотермического периода в каждом конкретном случае подлежит уточнению в производственных условиях при освоении технологии, а в последующем при изменениях характеристики сырья, номенклатуры изделий и основных технологических параметров.

Продолжительность изотермического периода приведена в таблице 4.

**Таблица 4 – Продолжительность изотермического периода при автоклавировании в зависимости от толщины изделия**

Толщина изделия, см, до	Продолжительность, ч, не более автоклавирования при температуре (давление избыточное)		
	175 °С (0,8 МПа)	183 °С (1,0 МПа)	191 °С (1,2 МПа)
10	5	4	4
14	6	5	4
18	7	6	5
20	8	7	6

Примечания -

- 1 Указанная в таблице продолжительность изотермической выдержки изделий предусматривает применение в качестве компонента вяжущего песка с содержанием кварца не менее 70 %. При меньшем количестве кварца в песке продолжительность изотермической выдержки должна быть увеличена на 1 ч.
2. Продолжительность изотермического периода для пустотелых элементов с тонкими (до 10 см) перемычками принимают как для сплошных изделий толщиной 10 см.
- 3 При использовании вяжущих известково-белитового типа возможно сокращение указанной в таблице продолжительности изотермической выдержки при условии сохранения прочностных характеристик конструкций и изделий.

4.6.4.4 Подъем и снижение температуры среды в автоклаве следует производить равномерно в течение от 2 до 3 ч.

4.6.4.5 Производительность источника пароснабжения и сечение паровой магистрали должны обеспечить подачу в автоклав в период подъема температуры среды необходимого количества пара без снижения давления в других работающих автоклавах.

## СП РК 5.03-103-2013

4.6.4.6 Образующийся в процессе автоклавной обработки конденсат должен непрерывно удаляться из автоклава.

4.6.4.7 После автоклавной обработки изделия не выгружают до тех пор, пока разность температур в автоклаве и в цехе не достигнет 30 °С.

4.6.4.8 Рекомендуемая номенклатура изделий из силикатного бетона и соответствие ее нормативным требованиям принимаются по ГОСТ 25214.

### 4.6.5 Контроль процесса производства и качества изделий и конструкций

4.6.5.1 Материалы для приготовления плотного силикатного бетона следует испытывать в соответствии с требованиями, установленными действующими нормативными документами на методы их испытаний.

4.6.5.2 Технические характеристики плотного силикатного бетона следует определять в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

- прочность - по ГОСТ 10180, ГОСТ 28570;
- плотность - по СТ РК EN 12350-6, ГОСТ 12730.1;
- морозостойкость - по ГОСТ 10060;
- водонепроницаемость - по ГОСТ 12730.5;
- истираемость - по ГОСТ 13087;
- удобоукладываемость бетонной смеси - по ГОСТ 10181.

Размеры и другие требования к испытуемым образцам и пресс-формам должны соответствовать СТ РК ИСО 1920-4, ГОСТ 10180.

4.6.5.3 Для известковых материалов должны быть выполнены следующие анализы:

- определение содержания в воздушной извести (кальциевой, магнезиальной и доломитовой) активных СаО+МgО по ГОСТ 22688 (анализ производится при контрольной проверке поступившей партии и во время приготовления вяжущего);

- определение содержания свободной СаО в вяжущем известково-белитового типа (анализ производится при контрольной проверке поступившей партии и во время приготовления известково-белито-песчаного вяжущего), следует выполнять в соответствии с приложением В.

Количество анализируемых проб определяется технологической картой производства.

4.6.5.4 Для песка, используемого в качестве компонента вяжущего, необходимо производить следующие анализы:

- химический с обязательным определением несвязанного SiO<sub>2</sub> в соответствии с приложением Д, общего содержания SiO<sub>2</sub>, сернистых и сернокислых примесей по ГОСТ 2642.1;

- определение содержания щелочных оксидов (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O) с помощью пламенной фотометрии по ГОСТ 19609.5;

- определение пылевидных, илистых и глинистых частиц методом отмучивания по ГОСТ 8735;

- петрографический анализ с установлением содержания слюды по ГОСТ 8735;

- определение содержания органических примесей колориметрическим методом по СТ РК 1217 (анализ производят при контрольной проверке свойств песка, впервые используемого на данном предприятии).

4.6.5.5 Для гипсового камня, применяемого при приготовлении вяжущего в качестве замедлителя гидратации извести, необходимо проводить определение содержания двуводной сернокислой соли кальция  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  по СТ РК EN 13279-1, ГОСТ 4013. Качество гипсового камня проверяют в каждой новой поступившей партии.

4.6.5.6 Контроль качества шлака должен состоять из определения содержания сернистых и сернокислых примесей по ГОСТ 5382. Качество шлака следует проверять при каждом изменении поставщика.

4.6.5.7 В процессе приготовления бетонных смесей необходимо производить проверку:

- содержание активных  $\text{CaO} + \text{MgO}$  (при использовании воздушной извести) и свободной  $\text{CaO}$  при использовании гидравлической извести, не реже двух раз в смену;
- содержание влаги - не реже двух раз в смену;
- удобоукладываемость - не реже одного раза в смену.

4.6.5.8 Контроль процесса формования должен включать проверку: подготовленности форм, соответствие укладки арматуры требованиям проекта, соблюдение требований по режимам уплотнения смеси, по отделке лицевой поверхности изделий.

4.6.5.9 При контроле автоклавной обработки необходимо проверять работу программных регуляторов температуры и давления. Следует контролировать также соответствие продолжительности остывания изделий.

4.6.5.10 Способы контроля качества (правила контроля, методы испытаний) регламентируемые соответствующими нормативными и нормативно-техническими документами должны соответствовать СП РК 5.03-107, СТ РК 937, ГОСТ 8829, ГОСТ 17625, ГОСТ 22904, ГОСТ 23858.

4.6.5.11 Контроль показателей качества (металла) арматуры следует производить в соответствии с требованиями нормативных документов на арматуру.

Контроль качества сварочных работ, общие требования и методы контроля качества сварных соединений арматуры, следует производить согласно СП РК 5.03-107, СТ РК EN 10080, ГОСТ 10922, ГОСТ 23858.

4.6.5.12 Контроль качества предварительно напряженной арматуры следует производить в соответствии с инструкциями по технологии изготовления предварительно напряженных железобетонных конструкций.

4.6.5.13 Оценку пригодности конструкций по прочности, требования к качеству бетонных поверхностей и внешнему виду (в том числе требования к допустимой ширине раскрытия технологических трещин) следует контролировать по СТ РК 937, ГОСТ 13015, ГОСТ 8829.

4.6.5.14 Приемку бетонных и железобетонных конструкций после их изготовления следует осуществлять путем установления соответствия выполненной конструкции проекту.

4.6.5.15 Общие технические требования к изделиям, общие правила приемки, маркировки, транспортирования и хранения должны соответствовать СТ РК 937.

## **СП РК 5.03-103-2013**

4.6.5.16 Изделия или отдельные их элементы, показатели качества которых могут ухудшаться при попадании атмосферной влаги, должны быть защищены от увлажнения на период транспортирования и хранения.

4.6.5.17 Изделия следует хранить на специально оборудованных складах рассортированными по видам и маркам.

4.6.5.18 Изделия при транспортировании и хранении следует укладывать (устанавливать) способом (в штабели, кассеты, контейнеры и др.), указанным в нормативном документе или в проектной документации на эти изделия.

4.6.5.19 Размеры проходов и проездов на складе между штабелями или отдельными изделиями должны соответствовать СП РК 1.03-106.

Общие требования техники безопасности и производственной санитарии должны быть приняты в соответствии с требованиями нормативно-технических документов.

4.6.5.20 Требования к исходным материалам для плотного силикатного бетона, свойствам бетонной смеси и затвердевшего бетона и методам их подтверждения, ограничениям по составу бетона, установлению технических показателей бетона должны соответствовать ГОСТ 25192.

## **5 ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА, ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

5.1 Безопасность производственных процессов должна соответствовать требованиям ГОСТ 12.3.002, а применяемое оборудование – ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.2.049.

5.2 При эксплуатации автоклавов необходимо строго соблюдать правила устройства и безопасности эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

5.3 При производстве изделий из плотных силикатных бетонов необходимо соблюдать следующие требования:

- в процессе работ по защите арматуры от коррозии составами, содержащими органические растворители, необходимо пользоваться специальной одеждой (комбинезоны, резиновые фартуки, перчатки, сапоги, респираторы, защитные очки);

- помещения, в которых производится этот вид работ, должны быть оборудованы принудительной вентиляцией;

- на местах производства работ с органическими растворителями следует организовать противопожарный надзор. Эти места должны быть оснащены противопожарным оборудованием (огнетушители, кошма, ящики с песком и др.);

- в местах нанесения защитных обмазок запрещается курение, пользование открытым огнем и выполнение работ, предполагающих искрообразование;

- органические растворители, краски и мастики на их основе следует транспортировать в герметически закрытой металлической таре в соответствии с Правилами перевозки огнеопасных продуктов.

5.4 Все помещения должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией по СП РК 4.02-101, ГОСТ 12.4.021, обеспечивающей состояние воздуха рабочей зоны по ГОСТ 12.1.005.

5.5 Пожарная безопасность должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями с требованиями ГОСТ 12.1.004.

5.6 Рабочие, привлекаемые к приготовлению растворов-добавок, должны пройти проверку состояния здоровья и не иметь медицинских противопоказаний к исполнению таких работ, соблюдать указания, полученные при целевом инструктаже.

5.7 Рабочие, занимающиеся приготовлением растворов-добавок, должны использовать спецодежду и средства индивидуальной защиты.

5.8 Особую осторожность следует соблюдать при работе с веществами, с сильно выраженными щелочными свойствами, используя, при этом, средства индивидуальной защиты (резиновые перчатки, халат и др.)

5.9 Рабочие должны быть обеспечены санитарно-бытовым помещением в соответствии с требованиями СП РК 3.02-108.

Должны быть созданы помещения для личной гигиены.

5.10 При работе с пылящими материалами работающие должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты: комбинезонами, костюмами, халатами, фартуками, противопылевыми респираторами, респираторами, перчатками, очками.

5.11 Уровень шума на рабочих местах не должен превышать допустимый по ГОСТ 12.1.003.

5.12 Суммарная удельная эффективная активность радионуклидов  $A_{эф}$  сырьевых материалов, применяемых для приготовления бетонов, не должна превышать предельных значений, Бк/кг, в зависимости от области применения бетона по ГОСТ 30108.

5.13 Мероприятия по охране окружающей среды, предпринятые в процессе изготовления конструкций и изделий из плотного силикатного бетона, должны обеспечить минимизацию оказания негативного воздействия на окружающую среду путем снижения пылевых выбросов, снижения уровня шума и другого негативного воздействия.

5.14 Для снижения выброса в атмосферу большого количества пылевых частиц различных фракций при изготовлении изделий из плотного силикатного бетона в производственных цехах следует предусмотреть установку аспирационных систем.

5.15 С целью снижения уровня загрязнений почвы и грунтовых вод при производстве конструкций необходимо предусмотреть очистку сточных вод.

5.16 Для охраны окружающей среды следует предусмотреть мероприятия, способствующие максимальному использованию промышленных отходов при изготовлении силикатного бетона и изделий из него.

## **6 ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ КОНСТРУКЦИЙ И ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЛОТНОГО СИЛИКАТНОГО БЕТОНА**

6.1 Для уменьшения теплотерь в окружающее пространство поверхность автоклава и всех паропроводов следует покрывать слоем теплоизоляции. Применяют тупиковые или проходные автоклавы. Автоклавы следует оборудовать магистралями для выпуска насыщенного пара, перепуска отработавшего пара в другой автоклав.

## СП РК 5.03-103-2013

6.2 Мероприятия по энергосбережению при производстве изделий из плотного силикатного бетона могут быть следующими:

- осуществление перепуска пара из автоклава, в котором запаривание закончилось, в свежезагруженный автоклав. Обычно перепуск осуществляется до снижения давления пара в автоклаве от 0,25 до 0,35 МПа. Время перепуска от 0,5 до 0,75 ч.

Перепускаемый пар нагревает свежезагруженный сырец в другом автоклаве и поднимает в нем давление от 0,15 до 0,25 МПа. Получаемая при этом экономия пара составляет от 20 % до 25 %;

- возможно осуществление двойного перепуска пара, суть которого состоит в следующем. Производится перепуск пара из одного автоклава в другой в порядке, отраженном выше. В это время третий автоклав вакуумируют и перепускают в него пар из автоклава, в котором давление до 0,25 МПа. Когда давление в третьем автоклаве становится равным атмосферному, в него дополнительно перепускают пар из четвертого автоклава, находящегося в это время под полным давлением. Способ двойного перепуска дает возможность экономить до 40 % тепла;

- установка аккумуляторов пара, которые изготавливают из выбракованного автоклава. Это позволяет выпустить пар из автоклава, в котором закончилась запарка, в аккумулятор, не дожидаясь, когда будет готов к приему пара другой автоклав, что создает удобства в эксплуатации;

- в процессе работы из автоклава удаляют горячий конденсат, а после перепуска – пар низкого давления. Конденсат после очистки частично или полностью используется на увлажнение силикатной смеси, а также для отопления завода. Пар низкого давления применяется для подогрева питательной воды в котельной.

6.3 Для повторного использования тепла на нужды завода, расходуемого на автоклавную обработку изделий следует предусмотреть:

- укладку сырца с раздвижкой (образование щелей вдоль плоска), что позволит сократить сроки запаривания без снижения прочности изделия;

- эффективность использования автоклавов с учетом коэффициента их заполнения в пределах от 0,4 до 0,6;

- доведение рабочей температуры на поверхности тепловой изоляции автоклавов до 16 °С (внутренняя температура в цехе) за счет применения эффективной тепловой изоляции;

- применение вакуумирования до (0,4 - 0,6 атм) при автоклавной обработке.

6.4 Для рационального использования природных ресурсов следует широко использовать отходы промышленности (золы, шлаки и т.д.) при изготовлении изделий из плотного силикатного бетона.

6.5 Рациональное использование природных ресурсов обеспечивается также организацией сбора и повторного применения отходов, образующихся при изготовлении конструкций и изделий из плотного силикатного бетона, организацией замкнутого водоснабжения.

**Приложение А**  
(обязательное)

**Определение степени гидратации извести в вяжущем по тепловыделению**

Определение степени гидратации извести в вяжущем по тепловыделению производят по установленным ранее для разных составов вяжущего эталонным кривым зависимости:

$$\beta = f(\Delta t), \quad (\text{A.1})$$

где  $\beta$  – степень гидратации извести в вяжущем, %;

$\Delta t$  – разница между максимальной температурой гидратации вяжущего и исходной температурой суспензии вяжущего, °С.

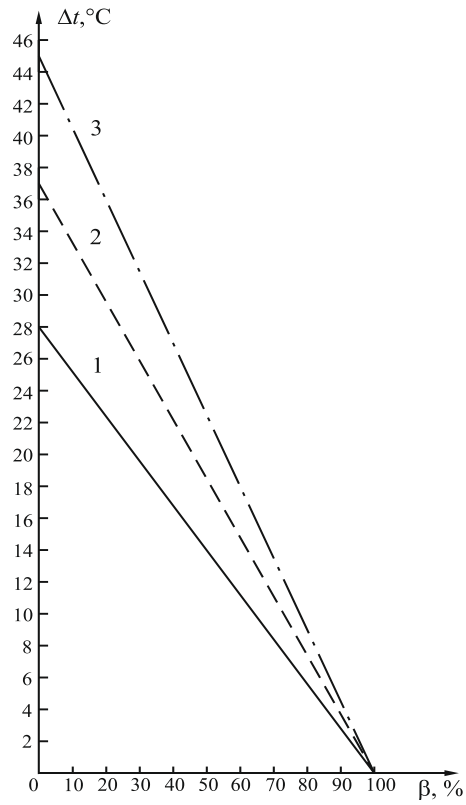
Для построения эталонных кривых следует использовать известково-кремнеземистое вяжущее трех составов с содержанием активной СаО порядка от 25 %, 30 % и 35 % с применением извести и песка конкретного предприятия. Для определения степени гидратации извести берут навеску вяжущего и воды по 20 г и готовят суспензию в сосуде Дьюара. Начальные температуры вяжущего и воды должны быть равными 20 °С. Колбу сосуда закрывают пробкой с плотно вставленным термометром на 100 °С и оставляют в покое. Отсчет температуры прекращают после начала ее снижения, фиксируют максимальную температуру гидратации извести –  $t^{\circ}\text{C}_{\text{макс}}$ .

Рассчитывают  $\Delta t = t^{\circ}\text{C}_{\text{макс}} - t^{\circ}\text{C}_{\text{нач}}$ .

Одновременно определяют степень гидратации извести по аналитическому методу (приложение Б).

По экспериментальным данным строят эталонные кривые зависимости  $\Delta t$  от степени гидратации извести для каждого из исследуемых составов (рисунок А.1).

Описываемый метод не отличается большой точностью и применяется в качестве экспресс-метода во время контроля свойств вяжущего в процессе его приготовления. Определяя во время помола содержание активной СаО в вяжущем и величину  $\Delta t$ , корректируют в нужном направлении дозировку компонентов вяжущего (песка, извести и воды) для получения вяжущего заданного состава и степени гидратации извести.



1 – активный СаО в вяжущем – 25 %; 2 – активный СаО в вяжущем – 30 %;  
3 – активный СаО в вяжущем – 35 %

**Рисунок А.1 – Эталонные кривые зависимости тепловыделения ( $\Delta t$ , °C) и степени гидратации извести в вяжущем ( $\beta$ , %)**

**Приложение Б**  
(обязательное)

**Определение степени гидратации извести в вяжущем аналитическим методом**

Фарфоровый тигель, предварительно высушенный в термостате при 120 °С в течение 30 мин, охлаждают в эксикаторе 20 мин и взвешивают на аналитических весах вместе с тонкой стеклянной палочкой длиной от 1 до 4 см.

Навеску вяжущего 3 г высыпают в тигель и взвешивают вместе с палочкой на аналитических весах. Во взвешенную пробу вливают 3 мл дистиллированной воды, перемешивают стеклянной палочкой, которую оставляют в тигле, высушивают пробу в термостате в течение 1 ч при 120 °С, первые 30 мин тигель накрывают крышкой. Затем охлаждают пробу в эксикаторе в течение 20 мин и взвешивают. Для проверки полноты высушивания дополнительно сушат пробу в течение 30 мин. Степень гидратации в вяжущем определяют по формуле:

$$\beta = 100 - \frac{\Delta m \cdot 100 \cdot 100}{m \cdot A \cdot 0,32}, \quad (\text{Б.1})$$

где  $\beta$  – количество гидратной извести, т.е. извести, находящейся в виде  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , по отношению к общему содержанию активной  $\text{CaO}$  в вяжущем, %;

$m$  – навеска исследуемого материала, г;

$\Delta m$  – изменение массы материала при высушивании, г;

$A$  – содержание активной  $\text{CaO}$  в вяжущем, %.

**Приложение В**  
(обязательное)

**Определение содержания свободного оксида кальция в известково-белитопесчаных вяжущих**

Применяемые реактивы и растворы:

- сахара, 10 %-ный раствор,
- фенолфталеин, 1 %-ный спиртовой раствор,
- соляная кислота, 1н. титрованный раствор.

Навеску вяжущего около 2 г помещают в коническую колбу вместимостью 250 мл, добавляют 100 мл раствора сахара, плотно закрывают пробкой и энергично взбалтывают в течение 15 мин.

Для улучшения перемешивания в колбу предварительно помещают от 3 до 5 стеклянных бус или оплавленных стеклянных палочек длиной от 5 до 7 мм.

Содержимое колбы фильтруют на воронке Бюхнера с применением вакуум-насоса. Стенки колбы и остаток на фильтре тщательно промывают 10 %-ным раствором сахара 4 раза (примерное количество раствора сахара для промывки – 100 мл). В фильтрат добавляют от 2 до 3 капель фенолфталеина и титруют 1н. раствором соляной кислоты. Титрование производят по каплям до исчезновения розовой окраски. Количество свободного оксида кальция в процентах вычисляют по формуле:

$$A = \frac{V \cdot T_{CaO} \cdot 100}{m}, \quad (B.1)$$

где  $V$  – объем 1н раствора соляной кислоты, пошедшей на титрование мл;

$T_{CaO}$  – титр 1н раствора соляной кислоты, выраженный в г. СаО;

$m$  – масса навески вяжущего, г.

**Приложение Г**  
(информационное)

**Расчет состава плотного силикатного бетона**

Г.1 Приготовление бетонной смеси по первому способу.

Исходными данными для назначения состава бетона являются: требуемая марка бетона, требуемая удобоукладываемость смеси, характеристика исходных материалов, давление пара и продолжительность изотермической выдержки.

В основу описываемого способа подбора состава силикатного бетона заложена взаимосвязь между прочностью бетона и отношением вяжущего к воде:

$$R = f\left(\frac{B}{W}\right), \quad (\text{Г.1})$$

где  $R$  – прочность бетона;

$B$  – вяжущее;

$W$  – вода.

Вначале определяют свойства исходных материалов. Если они соответствуют требованиям, приведенным в настоящем своде правил, подбор состава бетона ограничивается изготовлением образцов-кубов из бетонных смесей разного состава.

Учитывая, что состав вяжущего и тонкость измельчения его компонентов при принятом режиме автоклавной обработки определяют реакцию способность измельченной смеси, в целях выбора наиболее рационального состава силикатного бетона с меньшим расходом цементирующего вещества, при подборе состава бетона варьируют составами вяжущего, отличающимися соотношением в них  $\text{CaO} : \text{SiO}_2$ .

В первых опытах по подбору состава бетонов класса от В10 до В40 следует использовать вяжущее с содержанием активной  $\text{CaO}$  до  $(35 \pm 3)$  % и тонкостью измельчения по удельной поверхности молотого песка для класса от В10 до В15 в пределах от 1000 до 1300  $\text{см}^2/\text{г}$ , для более высоких классов – от 1500 до 2200  $\text{см}^2/\text{г}$ ; степень гидратации извести в вяжущем в пределах от 60 % до 80 %.

В экспериментах по подбору состава бетона необходимо соблюдать следующие условия:

- удобоукладываемость смесей назначать с учетом принятых на производстве средств уплотнения и типа формируемого изделия, его конфигурации, степени армирования и пр.;

- уплотнение бетонных смесей производить теми же средствами, которые приняты при изготовлении изделий на предприятии (например, на виброплощадке с теми же динамическими параметрами вибрации);

- продолжительность уплотнения смесей назначать с учетом достижения максимальной средней плотности бетона (от 60 до 90 с);

- формовать образцы тех же размеров, какие будут приняты на производстве при контроле прочности бетона;

### СП РК 5.03-103-2013

- гидротермальную обработку образцов производить по режиму, принятому на производстве или заложенному в проекте.

Зависимость между прочностью бетона и  $B/W$  на определенном участке представляет собой прямую, поэтому для ее построения достаточно иметь две точки. Однако в целях контроля для построения такой зависимости необходимо иметь три точки.

В соответствии с этим, на основе вяжущего изготавливают образцы из бетонных смесей трех составов. При постоянстве показателей жесткости смесей они будут отличаться по расходу вяжущего и его составляющих, а также по значениям  $B/W$ .

Для удобства расчетов при проведении экспериментов задаются различными значениями содержания активной СаО в бетонной смеси с тем, чтобы получить разные прочности бетона – например 4,0; 5,5 и 7,0 %; величину  $B/W$  определяют фактическую по выявленным в опыте расходам вяжущего и воды.

При расчете сухих компонентов бетонной смеси на 1 замес следует исходить из того, что суммарное количество вяжущего и песка-заполнителя на 1 л бетонной смеси (с учетом возможных потерь при изготовлении образцов) составит 2,4 кг. Тогда для изготовления трех образцов-близнецов с общим объемом,  $V$  потребуется:

$$B + П = 2,4 V, \quad (\text{Г.2})$$

где  $V$  – объем трех образцов, л;

$B$  – расход вяжущего на 1 замес, кг;

$П$  – расход песка на 1 замес, кг.

Для каждого состава бетонной смеси расход вяжущего на 1 замес определяется по формуле:

$$B = \frac{A_б \cdot 2,4 \cdot V}{A_в}, \quad (\text{Г.3})$$

где  $A_б$  – принятое содержание активной СаО в бетоне;

$A_в$  – содержание активной СаО (свободной СаО) в используемом вяжущем.

Расход песка на 1 замес:

$$П = 2,4 \cdot V - B, \quad (\text{Г.4})$$

Ориентировочно содержание воды в бетонной смеси, уплотняемой вибрацией, в зависимости от свойств материалов и консистенции бетонной смеси изменяется в пределах от 8 % до 12 % от веса сухих компонентов.

Для вычисления расхода материалов на 1 м<sup>3</sup> бетона при изготовлении образцов определяется средняя плотность уплотненной бетонной смеси. Для этого необходимо взвесить форму без смеси, а затем ту же форму – с уплотненной бетонной смесью.

Средняя плотность уплотненной бетонной смеси  $\gamma_{б.см}$  определяется следующим образом:

$$\rho_{б.см} = \frac{m_2 - m_1}{V}, \quad (\Gamma.5)$$

где  $m_1$  – масса формы без смеси, кг;

$m_2$  – масса формы с уплотненной бетонной смесью, кг;

$V$  – объем формы, л.

Расход материалов, кг/м<sup>3</sup>:

вяжущего

$$\frac{B}{B + П + W} \cdot \rho_{б.см} \cdot 1000, \quad (\Gamma.6)$$

песка-заполнителя

$$\frac{П}{B + П + W} \cdot \rho_{б.см} \cdot 1000, \quad (\Gamma.7)$$

воды

$$\frac{W}{B + П + W} \cdot \rho_{б.см} \cdot 1000, \quad (\Gamma.8).$$

Величины  $B$ ,  $П$  и  $W$  расход вяжущего, песка и воды на 1 замес.

Через сутки после окончания автоклавной обработки образцы освобождают от форм, взвешивают и определяют среднюю плотность затвердевшего бетона и предел прочности его при сжатии.

По полученным значениям прочности бетона в пересчете на марку ( $R_b$ ), расхода вяжущего ( $B$ ) и величины вяжуще-водного отношения ( $B/W$ ) строят графики зависимостей:

$$R_b = f(B/W); B = f(B/W), \quad (\Gamma.9).$$

На основании построенных графиков, представляющих собой отрезки прямых, не проходящих через начало координат, для бетона требуемой марки определяют величины  $B/W$  и  $B$  и рассчитывают содержание активной  $CaO_{своб}$  бетонной смеси.

В случае если бетон требуемой марки не получен на основе исследуемого вяжущего, следует либо изменить его состав (уменьшить в нем содержание активной  $CaO$ ), либо повысить в нем дисперсность молотого песка (в пределах, указанных в таблице Г.1).

Пояснение конкретным примером.

Для изготовления панелей внутренних стен толщиной 16 см требуется применять силикатный бетон класса В22,5 (марка М 300) с показателем жесткости 20 с.

Таблица Г.1 – Составы и свойства бетонов

Содержание активной СаО в вяжущем, %	Содержание активной СаО в бетонной смеси, %	Влажность бетонной смеси, %	В /W	Состав смеси по массе, кг			Масса, кг			Средняя плотность бетона-сырца, кг/м <sup>3</sup>	Бетонные образцы						
				вяжущее	песок	вода	формы	формы с бетоном	бетона в объеме формы		Размеры, см			Масса, кг	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Прочность при сжатии	
											a	b	c			фактическая	в пересчете на кубы с ребром 15 см
36,6	4,0	7,6	1,43	<u>0,79</u>	<u>6,41</u>	<u>0,55</u>	7,555	14,350	6,795	2265	10,1	10,0	10,1	2115	2070	37,8	34,0
				230	1873	162					10,0	10,0	10,0	2100	2100	39,2	
											10,0	10,0	10,0	2095	2095	35,2	
											Средн.	2090	37,4				
36,6	5,5	8,0	1,88	<u>1,08</u>	<u>6,12</u>	<u>0,575</u>	10,300	17,100	6800	2265	9,9	10,0	10,0	2115	2140	51,3	43,8
				315	1782	168					10,0	10,0	10,0	2125	2125	46,8	
											10,0	10,0	10,0	2130	2130	47,0	
											Средн.	2130	48,4				
36,6	7,0	8,4	2,27	<u>1,375</u>	<u>5,82</u>	<u>0,605</u>	7,960	14,870	6910	2300	10,0	10,0	10,0	2175	2130	56,2	58,2
				402	1720	178					10,0	10,0	10,0	2150	2150	61,7	
											10,0	10,0	10,0	2140	2140	56,6	
											Средн.	2140					

Для приготовления вяжущего используют известь с содержанием в ней активного оксида кальция 80 %. Основные показатели свойств песка, применяемого в качестве компонента вяжущего:

- песок мелкий,  $M_k - 1,11$ ;
- содержание  $SiO_{2\text{несвяз}}$  – 94,8 %;
- органические примеси – светлее эталона;
- отмучиваемые пылевидные, глинистые и илистые примеси – 0,5 %.

Свойства песка заполнителя:

- содержание  $SiO_{2\text{несвяз}}$  – 56,8 %;
- модуль крупности  $M_k - 3,1$ ;
- содержание отмучиваемых примесей – 2,7 %.

Таким образом, песок как компонент вяжущего и как заполнитель удовлетворяет нормативным требованиям.

Применение разных песков для приготовления вяжущего и в качестве заполнителя обусловлено тем, что последний вследствие большой крупности, нецелесообразно подвергать измельчению, если имеются карьеры более мелкого песка, тем более с повышенным содержанием  $SiO_{2\text{несвяз}}$ .

Учитывая требования к классу бетона (В22,5) и свойства сырья (высокое содержание кварца в песке-компоненте вяжущего, крупный песок-заполнитель хорошей гранулометрии) принимают состав вяжущего по содержанию активной СаО, близкий к верхнему пределу – 38 %, а степень измельчения вяжущего по удельной поверхности молотого песка, равной  $1500 \text{ см}^2/\text{г}$ .

В рассматриваемом примере фактическое содержание активной СаО в вяжущем составило 36,6 %, а удельная поверхность молотого песка –  $1500 \text{ см}^2/\text{г}$ .

На основе исследуемых материалов (вяжущего и песка) были приготовлены бетонные смеси с содержанием активной СаО – 4 %; 5,5 % и 7 % с одинаковым показателем жесткости – 20 с. Уплотнение смесей осуществлялось вибрацией при частоте колебаний 2800 в минуту и амплитуде от 0,7 до 0,8 мм. Изготавливали образцы кубы размером  $10 \text{ см} \times 10 \text{ см} \times 10 \text{ см}$ . Автоклавирование производили при 1,0 МПа с изотермической выдержкой 4 ч.

Результаты опытов по подбору состава бетона приведены в таблице Г.1 и на рисунке Г.1, где по оси абсцисс отложена величина  $R_b$ , равная прочности бетона, умноженной на коэффициент 0,91 в соответствии с ГОСТ 10180. Опыты показали, что даже при самом меньшем значении  $B/W$  для состава бетона с содержанием активной СаО – 4 % получен бетон с прочностью  $340 \text{ кгс}/\text{см}^2$ , т.е. выше требуемой.

По данным рисунка Г.1 находим, что бетон класса В22,5 получается при величине  $B/W$ , равной 1,28 и расходе вяжущего на  $1 \text{ м}^3$  бетона -  $200 \text{ кг}/\text{м}^3$ , из них известны:

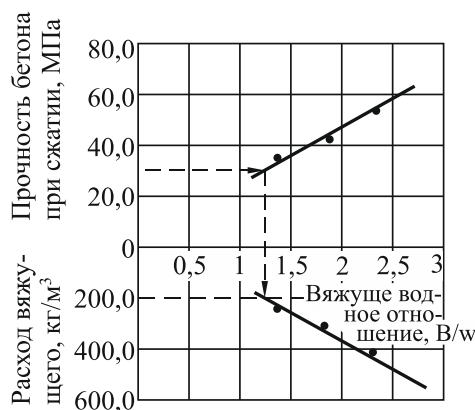
$$200 \times 36,6/80 = 92 \text{ кг}/\text{м}^3 \text{ и молотого песка: } 200 - 92 = 108 \text{ кг}/\text{м}^3.$$

Расход воды на кубометр бетона составляет  $200/1,23 = 156 \text{ л}$ , а суммарное количество сухих компонентов:

$$\gamma_{\text{сырца}} - W = 2260 - 156 = 2104 \text{ кг} \quad (\text{Г.10}).$$

Содержание извести в бетоне рекомендуемого состава:

$$A_{\dot{a}.cm} = \frac{200 \times 36,6}{2104} = 3,5 \%, \quad (\text{Г.11})$$



**Рисунок Г.1 – Зависимость прочности бетона от вяжущее-водного отношения (B/W)**

Принимаем минимально допускаемое – 4 %.

В рассматриваемом примере бетон класса В22,5 получен при небольшом расходе вяжущего и содержании извести в бетонной смеси вследствие использования благоприятного сырья, характеристика которого была приведена выше.

Подобранный состав бетона проверяется испытанием контрольных образцов, изготавливаемых одновременно с крупными изделиями, и в случае надобности, корректируется. При необходимости установления оптимальной продолжительности выдержки изделий при постоянном давлении, опыты по подбору состава бетона проводятся при автоклавировании образцов с разными сроками изотермического периода.

Влияние состава бетонной смеси на прочность бетона во многом зависит от свойств сырья, в частности от содержания кварца в песке-компоненте вяжущего и песке заполнителе. Не исключено, что в некоторых случаях изменения в составе бетонной смеси в пределах, приведенных в рассмотренном выше примере, могут практически не отразиться на прочности бетона. В таком случае выбирается состав бетона, обеспечивающий получение требуемой марки при минимальном расходе вяжущего.

Г.2 Приготовление бетонной смеси по гидратному способу.

Для расчета расхода материалов на 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси исходными данными являются:

- марка бетона;
- средняя плотность бетона, кг/м<sup>3</sup>;
- содержание активных СаО+MgO в бетонной смеси ( $A_{cm}$ ), %;
- масса 1 м<sup>3</sup> бетона ( $M_b$ ), кг;
- содержание тонкомолотого кварцевого песка ( $I_m$ ), %;
- величина водотвердого отношения ( $B/T$ ).

Устанавливают количество извести по содержанию активной CaO+MgO ( $A_{cm}$ ),%.  
Потребность в активной CaO+MgO извести, кг, рассчитывается по формуле:

$$I_a = \frac{M_{\bar{o}}}{100} \cdot A_{cm} \quad (\text{Г.12})$$

Потребность в валовой извести определяется по формуле, кг:

$$I_{\bar{o}} = \frac{I_a}{A_{cm}} \cdot 100 = \frac{\rho_{\bar{o}} \cdot A_{cm}}{A_{cm}}, \quad (\text{Г.13})$$

Потребность в сухом молотом песке определяется по формуле, кг:

$$П_{cm} = \frac{\rho_{\bar{o}}}{100} \cdot П_m, \quad (\text{Г.14})$$

Расход воды на гидратацию извести рассчитываются по формуле, л:

$$B_z = \frac{18}{56} \cdot I_a = 0,32 \cdot I_a, \quad (\text{Г.15})$$

Состав вяжущего и бетонной смеси назначается с учетом требуемой прочности бетона, руководствуясь данными приведенными в таблице Г.2.

**Таблица Г.2 – Содержание активной CaO и молотого песка в зависимости от класса силикатного бетона**

Класс бетона	Содержание в бетонной смеси, %, до	
	активной CaO	молотого песка
B10	5 - 6	5 - 6
B15	6,5 - 7	6 - 8
B22,5	7 - 8	8 - 10

Расход гидратированного вяжущего на приготовление 1 м<sup>3</sup> бетона рассчитывается по формуле, кг:

$$P_{вяж} = I_{\bar{o}} + П_m + B_z, \quad (\text{Г.16})$$

Масса сухого песка определяется по формуле, кг:

$$П_{кар}^{сух} = \rho - (P_{вяж} + B_{мех}), \quad (\text{Г.17})$$

где  $B_{мех}$  – свободная влага, содержащаяся в бетоне, определяется по формуле, кг:

$$B_{мех} = \frac{\rho_{\bar{o}}}{100} \cdot W_{\bar{o}}, \quad (\text{Г.18})$$

где  $W_{\bar{o}}$  – остаточная влажность бетона через сутки после автоклавирования, %.

Масса песка естественной влажности рассчитывается по формуле, кг:

$$P_{кар} = \frac{P_{кар}^{сул} \cdot 100}{100 - W_n}, \quad (\Gamma.19)$$

По данным расчета готовят бетонные смеси и формируют лабораторные образцы при принятом значении  $B/T$  и  $B/T$  с отклонением ( $\pm 0,02$ ). После уплотнения определяют среднюю плотность сырого бетона и рассчитывают среднюю плотность автоклавного бетона.

При недостаточном уплотнении бетонной смеси производят повторную формовку, увеличивая величину  $B/T$  на 0,01 до получения бетона удовлетворительной плотности. Через сутки после автоклавирования образцы испытывают на прочность при сжатии. При соответствии прочности бетона требованиям проекта бетонная смесь принимается в производство. В случае меньшей прочности бетона состав бетонной смеси корректируют за счет изменения содержания извести, молотого песка и воды. В первую очередь изменяют  $B/T$ , затем повышают содержание молотого песка и содержание активных  $CaO+MgO$ , т.е. расход вяжущего.

#### *Пример расчета состава бетонной смеси*

Проектируемый класс бетона В15 (марка бетона М200).

Средняя плотность бетона  $\rho_b = 1950 \text{ кг/м}^3$ .

Содержание активных  $CaO+MgO$  в извести ( $A_{см}$ ) – 75 %.

Ориентировочная величина  $B/T$  в пределах от 0,10 до 0,14.

Содержание в бетонной смеси активных  $CaO+MgO$  и содержание молотого песка принимаем ориентировочно по таблице Г.2:  $A_{см} = 6,5 \%$ ,  $P_m = 6 \%$ .

Равновесная влажность бетона  $W_{мех} = 5 \%$ .

Определяют потребность в активной  $CaO+MgO$ :

$$I_a = \frac{\rho_b}{100} \cdot A_{см} = \frac{1950}{100} \times 6,5 = 127$$

Определяем расход извести по валу, кг:

$$I_e = \frac{I_a}{A_{см}} \cdot 100 = \frac{127}{75} \cdot 100$$

Определяем потребность в сухом молотом песке, кг:

$$P_{см} = \frac{\rho_b}{100} \cdot P_m = \frac{1950}{100} \times 6$$

Определяем расход карьерного песка, расходуемого на приготовление вяжущего при  $W_n = 3 \%$ , кг:

$$P_{кар} = \frac{P_{см} \cdot 100}{100 - W_n} = \frac{117 \times 100}{97} = 121$$

Расход вяжущего на изготовление 1 м бетона, кг:

$$M_{вяж} = I_e + P_{кар} = 169 + 121 = 290$$

Общие расход воды на гидратацию вяжущего, л:

$$B_z = 0,32 \cdot I_a = 0,32 \times 127 = 41$$

Потребность в дополнительной воде на реакцию гидратации, л:

$$B_{доп}^{зидр} = B_z - (P_{кар}^{сyx} - P_{см}) = 41 - (121 - 117) = 41 - 4 = 37$$

Масса вяжущего после завершения процесса гидратации извести, кг:

$$B_{вяж}^{зидр} = M_{вяж} + B_{доп}^{зидр} = 290 + 37 = 327$$

Масса сухого песка-заполнителя, кг:

$$P_{кар}^{сyx} = \rho_b - (B_{зидр}^{вяж} + I_a \cdot B_{мех}) = 1950 - (327 + \frac{1950}{100} \times 5) = 1950 - 424 = 1526$$

Масса карьерного песка-заполнителя при  $W_n = 3\%$ , кг:

$$P_{кар}^{вл} = \frac{P_{кар}^{сyx} \cdot 100}{100 - W_n} = \frac{1526 \cdot 100}{100 - 3} = 1572$$

Масса воды в карьерном песке-заполнителе, кг:

$$B_{кар} = P_{кар}^{вл} - P_{кар}^{сyx} = 1572 - 1526 = 46$$

Общая потребность в формовочной воде при  $B/T$  равном 0,10; 0,12; 0,14, л:

$$B_{общ} = P_{сyx} B/T = (B_{зидр}^{вяж} + P_{кар}^{сyx}) B/T = 1852 B/T;$$

$$B_{общ.1} = 1852 \times 0,10 = 185;$$

$$B_{общ.2} = 1852 \times 0,12 = 222;$$

$$B_{общ.3} = 1852 \times 0,14 = 259.$$

Расход компонентов бетонной смеси на  $1\text{м}^3$  бетона:

- известь воздушная – 169 кг;
- песок молотый, сухой – 117 кг;
- вода на гидратацию активных  $\text{CaO} + \text{MgO}$  – 41 л;
- песок-заполнитель (сухой) – 1526 кг

$$(B/T) 0,10 \quad 153;$$

$$(B/T) 0,12 \quad 183;$$

$$(B/T) 0,14 \quad 214.$$

**Приложение Д**  
(обязательное)

**Определение содержания в песке кварца (несвязанной SiO<sub>2</sub>)**

Определение несвязанной SiO<sub>2</sub> основано на обработке минеральной породы концентрированным раствором фосфорной кислоты плотностью от 1,78 до 1,80 г/см<sup>3</sup> при температуре от 250 °С до 280 °С. При этих условиях все минеральные составляющие породы переходят в растворимое состояние, а свободный кремнезем не подвергается воздействию фосфорной кислоты и остается в осадке. Фосфорная кислота более низкой плотности не разлагает в должной мере глинистые материалы.

Необходимые реактивы: кислота ортофосфорная, плотностью от 1,78 до 1,80 г/см<sup>3</sup>; натрий углекислый, 5 %-ный раствор; кислота соляная, 5 %-ный раствор; кислота фтористоводородная, 40 %-ный раствор.

Навеску от 0,5 до 1,0 г, предварительно высушенную при 110 °С, помещают в платиновую чашку вместимостью 50 мл и прокаливают в муфельной печи в течение часа при температуре от 500 °С до 600 °С. После охлаждения до комнатной температуры в чашку медленно наливают 25 мл ортофосфорной кислоты плотностью от 1, до 1,80 г/см<sup>3</sup> и содержимое чашки перемешивают платиновым шпателем, а затем помещают в термостат или муфельную печь и выдерживают при температуре от 250 °С до 280 °С в течение 30 мин, периодически перемешивая (от 2 до 3 раз) платиновым шпателем.

Затем в чашку наливают 30 мл дистиллированной воды и переводят осадок в стакан вместимостью 500 мл. Осадок тщательно смывают со стенок чашки дистиллированной водой, доводят объем до 300 мл, тщательно перемешивают и оставляют на 12 ч для отстаивания мелких частиц кремнезема. Фильтрат отделяют от осадка на воронке Бюхнера с помощью вакуум-насоса. На воронку укладывают двойной беззольный фильтр: один маленький по диаметру воронки, а второй несколько больше, чтобы он был загнут и касался стенок воронки.

Осадок на воронке промывают 4 раза 5 %-ным раствором соляной кислоты и 4 раза горячей водой, а затем вместе с фильтром переносят в фарфоровую чашку. Осадок в чашке обрабатывают 100 мл 5 %-ного раствора соды. После окончания промывания содой производят пятикратную обработку осадка 5 %-ным раствором соляной кислоты и от 8 до 10 раз кипящей дистиллированной водой. Промытый осадок с фильтром переносят во взвешенный платиновый тигель, озоляют при низкой температуре и прокаливают при температуре от 1050 °С до 1100 °С до постоянной массы.

Для проверки чистоты полученного кремнезема, прокаленный осадок обрабатывают 10 мл плавиковой кислоты с добавлением от 4 до 5 капель концентрированной серной кислоты. После отгонки SiO<sub>2</sub> плавиковой кислотой определяют количество примесей, захваченных осадком, и вычитают их массу из массы осадка. Содержание кварца (несвязанной SiO<sub>2</sub>) определяют по формуле:

$$\text{SiO}_2_{\text{несвяз}} = \frac{\alpha \cdot 100}{A}, \quad (\text{Д.1})$$

где  $\alpha$  – масса после прокаливания, г;

$A$  – масса навески, г.

---

УДК 666.965.2

МКС 91.100.30

**Ключевые слова:** известь, песок, активность смеси, арматура, автоклавная обработка, плотный силикатный бетон, конструкции, изделия

---

*Ресми басылым*

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҰЛТТЫҚ ЭКОНОМИКА МИНИСТРЛІГІНІҢ  
ҚҰРЫЛЫС, ТҮРҒЫН ҮЙ-КОММУНАЛДЫҚ ШАРУАШЫЛЫҚ ІСТЕРІ ЖӘНЕ  
ЖЕР РЕСУРСТАРЫН БАСҚАРУ КОМИТЕТІ

**Қазақстан Республикасының  
ЕРЕЖЕЛЕР ЖИНАҒЫ**

**ҚР ЕЖ 5.03-103-2013  
ТЫҒЫЗ СИЛИКАТ БЕТОННАН ЖАСАЛҒАН КОНСТРУКЦИЯЛАР МЕН  
БҰЙЫМДАРДЫ ДАЙЫНДАУ**

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 5.03-103-2013**

**ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ И ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЛОТНОГО  
СИЛИКАТНОГО БЕТОНА**

Ответственные за выпуск: АО «КазНИИСА»

050046, г. Алматы, ул. Солодовникова, 21  
Тел./факс: +7 (727) 392-76-16 – приемная