

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

СП РК 5.03-102-2013

Производство сборных железобетонных конструкций и изделий

PRODUCTION OF PRECAST CONCRETE STRUCTURES AND PRODUCTS

(с изменениями от 06.11.2019 г.)

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

3. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

4. ПРИЕМЛЕМЫЕ РЕШЕНИЯ

4.1 Общие положения

4.2 Пожарная безопасность

4.3 Сырьевые материалы, их складирование и хранение

4.4 Изготовление арматурных и закладных изделий

4.5 Приготовление бетонных смесей

4.5.1 Основные свойства бетонных смесей

4.5.2 Подача, дозирование материалов и приготовление смесей

4.6 Формование изделий

4.6.1 Методы и технологические линии формования изделий

4.6.2 Формы, стенды и подготовка их к формованию

4.6.3 Укладка и уплотнение бетонных смесей

4.6.4 Отделка в процессе формования

4.6.5 Немедленная распалубка. Безопалубочное формование

4.7 Тепловая обработка изделий

4.7.1 Твердение бетона и тепловая обработка

4.7.2 Тепловые агрегаты

4.7.3 Режимы тепловой обработки

4.8 Распалубка, доводка, хранение и транспортирование изделий

4.9 Контроль качества

5. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА И ОХРАНА

ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

6. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ
РЕСУРСОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ИЗДЕЛИЙ

Приложение А (обязательное). Дополнительные требования к заполнителям для
бетонов, предназначенных для различных видов строительства

Приложение Б (обязательное). Изготовление напорных виброгидропрессованных труб
диаметром от 500 мм до 1600 мм

Приложение В (информационное). Рекомендуемая продолжительность
перемешивания бетонных смесей

Приложение Г (обязательное). Режимы приготовления, уплотнения и твердения
жаростойкого бетона на ортофосфорной кислоте

Приложение Д (информационное). Способы формования

[Приложение Е \(обязательное\). Изготовление железобетонных напорных труб диаметром от 250 мм до 600 мм со стальным сердечником](#)

[Приложение Ж \(информационное\). Соотношение между классами и характеристиками бетона](#)

ВВЕДЕНИЕ

Свод правил рекомендует приемлемые решения по технологическим параметрам производства сборных железобетонных конструкций и изделий, в результате выполнения которых будут реализованы установленные требования к рабочим характеристикам строительных норм СН РК «Производство сборных железобетонных конструкций и изделий».

Настоящий свод правил не является единственным способом выполнения параметров, установленных в СН РК «Производство сборных железобетонных конструкций и изделий».

Разработанный свод правил будет способствовать повышению эксплуатационной надежности зданий и сооружений за счет улучшения качества сборных железобетонных изделий и конструкций, обеспечиваемого оптимизацией и соблюдением технологических операций.

При разработке свода правил учтены достижения науки техники и технологии, передовой отечественный и зарубежный опыт производства изделий.

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящий свод правил распространяется на производство элементов сборных бетонных и железобетонных строительных конструкций из тяжелого, легкого, мелкозернистого, жаростойкого и напрягающего бетонов и включает приемлемые решения исходя из требований обеспечения надлежащего уровня качества и надежности изделий, рационального использования материальных и топливно-энергетических ресурсов.

1.2 В настоящем своде правил установлены приемлемые решения к технологическим процессам производства изделий, исключая процессы подготовки производства, в том числе разработку рабочей документации на них.

1.3 Требования настоящего свода правил следует учитывать при проектировании новых и техническом перевооружении действующих предприятий сборного железобетона.

При производстве изделий необходимо соблюдать требования нормативных документов на материалы, оборудование, технологическую оснастку, инструменты, систему управления качеством, общие требования по пожарной безопасности, а также по охране труда и окружающей среды

1.4 Настоящий свод правил не распространяется на производство изделий из ячеистого и плотного силикатного бетонов, полимербетонов, полимерцементных бетонов и фибробетонов.

Раздел 2 изложен в редакции [приказа Председателя Комитета по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства индустрии и инфраструктурного развития РК от 06.11.19 г. № 178-НК \(см. стар. ред.\)](#)

2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Для применения настоящего свода правил необходимы следующие ссылочные нормативные документы:

[СП РК 2.01-101-2013](#) Защита строительных конструкций от коррозии.

[СП РК 2.02-102-2012](#) Пожарная автоматика зданий и сооружений.

[СП РК 2.04-104-2012](#) Естественное и искусственное освещение.

[СП РК 5.03-107-2013](#) Несущие и ограждающие конструкции.

[СТ РК 948-92](#) Гравий, щебень и песок искусственные пористые. Технические условия.

[СТ РК 2197-1-2012](#) Зола летучая для бетона. Часть 1. Определение, требования и критерии соответствия.

[СТ РК EN 197-1-2017](#) Цемент. Часть 1. Состав, технические требования и критерии соответствия обычных цементов.

[СТ РК EN 206-1-2011](#) Бетон. Часть 1. Технические требования, показатели, производство и соответствие.

[СТ РК EN 934-2-2011](#) Добавки для бетона, раствора и инъекционного раствора. Часть 2. Добавки для бетона. Определение, требования, соответствие, маркировка и этикетирование.

[СТ РК EN 10080-2011](#) Арматура для железобетонных конструкций. Сварная арматура. Общие положения.

[СТ РК EN 12504-1-2011](#) Испытание бетона в конструкциях. Часть 1. Образец бетона, вырезаемый из толщи конструкции. Отбор образцов, исследование и испытание при сжатии.

[СТ РК EN 12620-2011](#) Заполнители для бетона.

[НТП РК 02-04-1.4-2011](#) Проектирование сборных, сборно-монолитных и монолитных железобетонных конструкций.

[ГОСТ 4.250-79](#) СПКП. Строительство. Бетонные и железобетонные изделия и конструкции. Номенклатура показателей.

[ГОСТ 9.302-88](#) ЕСЗКС. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы контроля.

[ГОСТ 9.402-2004](#) ЕСЗКС. Покрытия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей перед окрашиванием.

[ГОСТ 12.1.003-2014](#) Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.

[ГОСТ 12.1.004-91](#) Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.

[ГОСТ 12.1.005-88](#) Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

[ГОСТ 12.1.012-2004](#) Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования.

[ГОСТ 12.2.003-91](#) Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

[ГОСТ 12.3.002-2014](#) Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности.

[ГОСТ 12.3.009-76 \(СТ СЭВ 3518-81\)](#) Система стандартов безопасности труда. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности (изм. 1).

[ГОСТ Р 12.3.047-2012](#) Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.

[ГОСТ 965-89](#) Портландцементы белые. Технические условия.

[ГОСТ 3242-79](#) Соединения сварные. Методы контроля качества.

[ГОСТ 5578-94](#) Щебень и песок из шлаков черной и цветной металлургии для бетонов.

Технические условия.

[ГОСТ 5802-86](#) Растворы строительные. Методы испытаний.

[ГОСТ 7473-2010](#) Смеси бетонные. Технические условия.

- [ГОСТ 8267-93*](#) Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия.
- [ГОСТ 8269.0-97*](#) Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний.
- [ГОСТ 8736-2014](#) Песок для строительных работ. Технические условия.
- [ГОСТ 8829-94](#) Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные. Методы испытаний нагружением и оценка прочности, жесткости и трещиностойкости.
- [ГОСТ 10060-2012](#) Бетоны. Методы определения морозостойкости.
- [ГОСТ 10178-85*](#) Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия.
- [ГОСТ 10180-2012](#) Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.
- [ГОСТ 10832-2009](#) Песок и щебень перлитовые вспученные. Технические условия.
- [ГОСТ 10922-2012](#) Арматурные и закладные изделия сварные, соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Общие технические условия.
- [ГОСТ 11024-2012](#) Панели стеновые наружные бетонные и железобетонные для жилых и общественных зданий. Общие технические условия.
- [ГОСТ 12586.0-83*](#) Трубы железобетонные напорные виброгидропрессованные. Технические условия.
- [ГОСТ 12586.1-83*](#) Трубы железобетонные напорные виброгидропрессованные. Конструкция и размеры.
- [ГОСТ 12730.0-78](#) Бетоны. Общие требования к методам определения плотности, влажности, водопоглощения, пористости и водонепроницаемости.
- [ГОСТ 12730.1-78](#) Бетоны. Методы определения плотности.
- [ГОСТ 12730.5-84*](#) Бетоны. Методы определения водонепроницаемости.
- [ГОСТ 13015-2012](#) Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования. Правила приемки, маркировки, транспортирования и хранения.
- [ГОСТ 14098-2014](#) Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкция и размеры.
- [ГОСТ 15825-80](#) Портландцемент цветной. Технические условия.
- [ГОСТ 17624-2012](#) Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности.
- [ГОСТ 18105-2010](#) Бетоны. Правила контроля прочности.
- [ГОСТ 18321-73](#) Статистический контроль качества. Методы случайного отбора выборок штучной продукции.
- [ГОСТ 20910-90](#) Бетоны жаростойкие. Технические условия.
- [ГОСТ 22263-76*](#) Щебень и песок из горных пород. Технические условия.
- [ГОСТ 22266-2013](#) Цементы сульфатостойкие. Технические условия.
- [ГОСТ 22362-77](#) Конструкции железобетонные. Методы измерения силы натяжения арматуры.
- [ГОСТ 22856-89*](#) Щебень и песок декоративные из природного камня. Технические условия.
- [ГОСТ 22690-2015](#) Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля.
- [ГОСТ 23117-91](#) Зажимы полуавтоматические для натяжения арматуры железобетонных конструкций. Технические условия.
- [ГОСТ 23615-79*](#) Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Статистический анализ точности.
- [ГОСТ 23858-79](#) Соединения сварные стыковые и тавровые арматуры железобетонных конструкций. Ультразвуковой метод контроля качества. Правила приемки.
- [ГОСТ 24211-2008](#) Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия.
- [ГОСТ 25592-91*](#) Смеси золошлаковые тепловых электростанций для бетонов.

[ГОСТ 25781-83*](#) Формы стальные для изготовления железобетонных изделий. Технические условия.

[ГОСТ 25818-2017](#) Золы-уноса тепловых электростанций для бетонов. Технические условия.

[ГОСТ 25820-2014](#) Бетоны легкие. Технические условия.

[ГОСТ 26633-2012](#) Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия.

[ГОСТ 26644-85*](#) Щебень и песок из шлаков тепловых электростанций для бетонов. Технические условия.

[ГОСТ 26819-86*](#) Трубы железобетонные со стальным сердечником. Технические условия.

[ГОСТ 27005-2014](#) Бетоны легкие и ячеистые. Правила контроля средней плотности.

[ГОСТ 27006-89](#) Бетоны. Правила подбора состава.

[ГОСТ 28570-90](#) Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобранным из конструкций.

[ГОСТ 30515-2013](#) Цементы. Общие технические условия.

Примечание - При пользовании целесообразно проверить действие ссылочных документов по информационным каталогам «[Перечень](#) нормативных правовых актов и нормативных технических документов в сфере архитектуры, градостроительства и строительства, действующих на территории Республики Казахстан», «[Указателю](#) нормативных документов по стандартизации Республики Казахстан» и «[Указателю](#) межгосударственных нормативных документов по стандартизации Республики Казахстан», составляемым ежегодно по состоянию на текущий год и соответствующим ежемесячно издаваемым информационным бюллетеням - журналам и информационным указателям стандартов, опубликованным в текущем году. 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.

Для применения настоящего свода правил необходимы следующие ссылочные нормативные документы:

[СП РК 2.01-101-2013](#) Защита строительных конструкций от коррозии.

[СП РК 2.02-102-2012](#) Пожарная автоматика зданий и сооружений.

[СП РК 2.04-104-2012](#) Естественное и искусственное освещение.

[СП РК 5.03-107-2013](#) Несущие и ограждающие конструкции.

[СТ РК 948-92](#) Гравий, щебень и песок искусственные пористые. Технические условия.

[СТ РК 2197-1-2012](#) Зола летучая для бетона. Часть 1. Определение, требования и критерии соответствия.

[СТ РК EN 197-1-2011](#) Цемент. Часть 1. Состав, спецификации и критерии соответствия для обычных цементов.

[СТ РК EN 206-1-2011](#) Бетон. Часть 1. Технические требования, показатели, производство и соответствие.

[СТ РК EN 934-2-2011](#) Добавки для бетона, раствора и инъекционного раствора. Часть 2. Добавки для бетона. Определение, требования, соответствие, маркировка и этикетирование.

[СТ РК EN 10080-2011](#) Арматура для железобетонных конструкций. Сварная арматура. Общие положения.

[СТ РК EN 12504-1-2011](#) Испытание бетона в конструкциях. Часть 1. Образец бетона, вырезаемый из толщи конструкции. Отбор образцов, исследование и испытание при сжатии.

[СТ РК EN 12620-2011](#) Заполнители для бетона.

НТП РК 02-04-2011 Проектирование сборных, сборно-монолитных и монолитных железобетонных конструкций.

[ГОСТ 4.250-79](#) СПКП. Строительство. Бетонные и железобетонные изделия и конструкции. Номенклатура показателей.

[ГОСТ 9.302-88](#) ЕСЗКС. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы контроля.

[ГОСТ 9.402-2004](#) ЕСЗКС. Покрытия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей перед окрашиванием.

[ГОСТ 12.1.003-83](#) Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.

[ГОСТ 12.1.005-88](#) Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

[ГОСТ 12.1.012-2004](#) Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования.

[ГОСТ 12.1.004-91](#) Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.

[ГОСТ 12.2.003-91](#) Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

[ГОСТ 12.3.002-75](#) Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.3.009-76 Система стандартов безопасности труда. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.3.227-2003 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.

[ГОСТ 965-89](#) Портландцементы белые. Технические условия.

[ГОСТ 3242-79](#) Соединения сварные. Методы контроля качества.

[ГОСТ 5578-94](#) Щебень и песок из шлаков черной и цветной металлургии для бетонов. Технические условия.

[ГОСТ 5802-86](#) Растворы строительные. Методы испытаний.

[ГОСТ 7473-2010](#) Смеси бетонные. Технические условия.

[ГОСТ 8267-93](#) Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия.

[ГОСТ 8269.0-97](#) Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний.

[ГОСТ 8736-93](#) Песок для строительных работ. Технические условия.

[ГОСТ 8829-94](#) Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные. Методы испытаний нагружением и оценка прочности, жесткости и трещиностойкости.

[ГОСТ 10060-2012](#) Бетоны. Методы определения морозостойкости.

[ГОСТ 10178-85](#) Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия.

[ГОСТ 10180-2012](#) Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.

[ГОСТ 10832-2009](#) Песок и щебень перлитовые вспученные. Технические условия.

[ГОСТ 10922-90](#) Арматурные и закладные изделия сварные, соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Общие технические условия.

[ГОСТ 11024-2012](#) Панели стеновые наружные бетонные и железобетонные для жилых и общественных зданий. Общие технические условия.

[ГОСТ 12586.0-83](#) Трубы железобетонные напорные виброгидропрессованные. Технические условия.

[ГОСТ 12586.1-83](#) Трубы железобетонные напорные виброгидропрессованные. Конструкция и размеры.

[ГОСТ 12730.0-78](#) Бетоны. Общие требования к методам определения плотности, влажности, водопоглощения, пористости и водонепроницаемости.

[ГОСТ 12730.1-78](#) Бетоны. Методы определения плотности.

[ГОСТ 12730.5-84](#) Бетоны. Методы определения водонепроницаемости.

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

[ГОСТ 14098-91](#) Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкция и размеры.

[ГОСТ 15825-80](#) Портландцемент цветной. Технические условия.

[ГОСТ 17624-2012](#) Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности.

[ГОСТ 18105-2010](#) Бетоны. Правила контроля прочности.

[ГОСТ 18321-73](#) Статистический контроль качества. Методы случайного отбора выборок штучной продукции.

[ГОСТ 20910-90](#) Бетоны жаростойкие. Технические условия.

[ГОСТ 22263-76](#) Щебень и песок из горных пород. Технические условия.

[ГОСТ 22266-2013](#) Цементы сульфатостойкие. Технические условия.

[ГОСТ 22362-77](#) Конструкции железобетонные. Методы измерения силы натяжения арматуры.

[ГОСТ 22856-89](#) Щебень и песок декоративные из природного камня. Технические условия.

[ГОСТ 22690-88](#) Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля.

[ГОСТ 23117-91](#) Зажимы полуавтоматические для натяжения арматуры железобетонных конструкций. Технические условия.

[ГОСТ 23615-79](#) Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Статистический анализ точности.

[ГОСТ 23858-79](#) Соединения сварные стыковые и тавровые арматуры железобетонных конструкций. Ультразвуковой метод контроля качества. Правила приемки.

[ГОСТ 24211-2008](#) Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия.

[ГОСТ 25592-91](#) Смеси золошлаковые тепловых электростанций для бетонов.

[ГОСТ 25781-83](#) Формы стальные для изготовления железобетонных изделий. Технические условия.

[ГОСТ 25818-91](#) Золы-уноса тепловых станций для бетонов. Технические условия.

[ГОСТ 25820-2000](#) Бетоны легкие. Общие технические условия.

[ГОСТ 26633-2012](#) Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия.

[ГОСТ 26644-85](#) Щебень и песок из шлаков тепловых электростанций для бетонов. Технические условия.

[ГОСТ 26819-86](#) Трубы железобетонные со стальным сердечником. Технические условия.

[ГОСТ 27005-86](#) Бетоны легкие и ячеистые. Правила контроля средней плотности.

[ГОСТ 27006-89](#) Бетоны. Правила подбора состава.

[ГОСТ 28570-90](#) Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобранным из конструкций.

[ГОСТ 30515-2013](#) Цементы. Общие технические условия.

ПРИМЕЧАНИЕ - При пользовании целесообразно проверить действие ссылочных документов по информационным каталогам «Перечень нормативных правовых и нормативно-технических актов в сфере архитектуры, градостроительства и строительства,

действующих на территории Республики Казахстан», «Указатель нормативных документов по стандартизации Республики Казахстан» и «Указатель межгосударственных нормативных документов по стандартизации Республики Казахстан», составляемым ежегодно по состоянию на текущий год и соответствующим ежемесячно издаваемым информационным бюллетеням-журналам. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим нормативом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем своде правил применены следующие термины с соответствующими определениями, а также термины и определения, приведенные в строительных нормах к данному объекту.

3.1 Анкеровка арматуры: Обеспечение восприятия арматурой действующих на нее усилий путем заведения ее на определенную длину за расчетное сечение или устройства на концах специальных анкеров.

3.2 Атмосферное воздействие на бетон: Комплексное воздействие на бетон влажности, температуры и газов, находящихся в атмосфере окружающей среды; при наличии среди них агрессивных компонентов вызывает коррозию бетона и/или арматуры.

3.3 Бетоны мелкозернистые (пескобетоны): Бетоны плотной структуры на цементном вяжущем и плотных мелких заполнителях.

3.4 Бетоны высокопрочные: Термин, условно применяемый для бетонов класса по прочности на сжатие свыше В 60 для обычного или тяжелого бетона и класса прочности свыше В 55 для легкого бетона.

3.5 Биологическая защита бетона: Защита бетона в конструкции от биологической коррозии.

3.6 Коррозионная стойкость бетона: Способность бетона сопротивляться внешнему физическому, химическому, физико-химическому или биологическому воздействию коррозионной среды или внутренней коррозии в бетоне.

3.7 Коэффициент армирования железобетона: Отношение площади сечения арматуры к рабочей площади сечения бетона, выраженное в %.

3.8 Марка бетона по водонепроницаемости: Показатель проницаемости бетона, характеризующийся максимальным давлением воды, при котором в условиях стандартных испытаний вода не проникает через бетонный образец.

3.9 Предельное усилие: Наибольшее усилие, которое может быть воспринято элементом, его сечением при принятых характеристиках материалов.

3.10 Рабочая высота сечения: Расстояние от сжатой грани элемента до центра тяжести растянутой продольной арматуры.

3.11 Температуростойкость бетона: Способность бетона в конструкции сопротивляться температурным деформациям (расширению или усадке), вызванным повышением или понижением температуры.

3.12 Тепловыделение бетона: Количество теплоты (в кДж/кг или в ккал/кг), образующееся в теле бетонной конструкции за счет гидратации цемента.

3.13 Теплопроводность бетона: Характеристика, применяемая при оценке теплозащитных свойств бетона, выражающая его способность проводить через свою толщу тепловой поток, возникающий под влиянием разности температур на поверхностях.

4. ПРИЕМЛЕМЫЕ РЕШЕНИЯ

4.1 Общие положения

4.1.1 Следует производить изделия, на которые имеются нормативные документы, а также проектная документация, утвержденная в установленном порядке.

Технология производства должна обеспечивать изготовление изделий, соответствующих требованиям нормативных документов и проектной документации на эти изделия.

4.1.2 Производство изделий, регламентируемое настоящим сводом правил, включает следующие технологические процессы: складирование и хранение сырьевых материалов; изготовление (либо комплектацию доставленных централизованно) арматурных изделий; приготовление бетонных смесей; формование изделий; тепловую обработку изделий; распалубку, доводку и хранение изделий.

Допускается изготавливать изделия без тепловой обработки с применением специальных быстротвердеющих цементов, эффективных ускорителей твердения, теплоизолированных форм и стендов и т. п.

4.1.3 При изготовлении изделий необходимо соблюдать требования утвержденных в установленном порядке нормативных документов предприятия на технологическое оборудование, типовые технологические процессы, а также требования технологических карт и другой технологической документации, составленной применительно к условиям конкретного производства и виду изделий.

4.1.4 Выбор и применение технологических процессов, оборудования и технологических линий для производства изделий необходимо осуществлять исходя из требований максимального сокращения ручного труда, комплексной механизации и автоматизации, улучшения условий труда, экономии трудовых, материальных и топливно-энергетических ресурсов, исключения отходов или их утилизации, наилучшего использования производственных площадей, обеспечения необходимого качества изделий с учетом конкретных условий на основе технико-экономических обоснований.

4.1.5 При производстве сборных железобетонных конструкций и изделий, необходимо выполнять требования к подбору состава бетона, его укладке, режиму твердения, которые обеспечат принятые в проекте эксплуатационные характеристики бетона.

Необходимо выполнять требования, предъявляемые к технологии изготовления арматурных изделий, в том числе сварных соединений, которые обеспечат их качество и проектное положение в конструкции.

Выполнение требований к опалубке, обеспечит проектную форму конструкции, предотвратит повреждения конструкции в процессе ее изготовления.

При выборе и выполнении сварных соединений арматуры следует учитывать способ производства арматурной стали и ее эксплуатационные качества.

4.2 Пожарная безопасность

4.2.1 При производстве сборных железобетонных конструкций и изделий в цехах предприятий следует соблюдать правила пожарной безопасности в соответствии с требованиями нормативно-технических документов и [ГОСТ 12.1.004](#).

Следует также строго соблюдать требования взрывобезопасности производственных участков, в том числе связанных с применением веществ, используемых для смазки форм, химических добавок.

Пункт 4.2.2. изложен в редакции [приказа](#) [Председателя Комитета по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства индустрии и инфраструктурного развития РК от 06.11.19 г. № 178-НК \(см. стар. ред.\)](#)

4.2.2. Общие требования пожарной безопасности к технологическим процессам производства сборных железобетонных конструкций и изделий принимают в соответствии с ГОСТ Р 12.3.047-2012.

4.2.3 Автоматические установки пожаротушения и пожарной сигнализации, системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре следует предусматривать в соответствии с [СП РК 2.02-102](#).

4.2.4 При размещении производств различных категорий в одном здании или помещении следует предусматривать: возможность образования взрывоопасной и горючей среды, источников инициирования взрыва или зажигания; применение местных отсосов и аварийной вентиляции; выполнение взрыво - и пожароопасных работ; применение автоматического пожаротушения и мероприятия по предупреждению взрыва и распространения пожара.

4.2.5 Технологическое оборудование, на котором предусматривается проведение огневых работ, следует привести в пожаровзрывобезопасное состояние до начала этих работ (удаление пожаровзрывоопасных веществ и отложений, отключение действующей коммуникации, снижение давления, освобождение, промывка, пропарка и др.).

4.2.6 Эвакуационные выходы из зданий и производственных помещений должны выполняться в соответствии с нормативными документами.

4.2.7 В помещениях и коридорах следует предусматривать дымоудаление на случай пожара в соответствии с требованиями нормативно-технических документов.

4.2.8 Складирование, хранение и транспортирование материалов, полуфабрикатов и комплектующих элементов производят в соответствии с требованиями противопожарной безопасности.

4.3 Сырьевые материалы, их складирование и хранение

4.3.1 Материалы, используемые для производства изделий, должны удовлетворять требованиям действующих нормативных документов по прочности, огнестойкости, долговечности, устойчивости к химической агрессивности грунтовых вод и воздействию микроорганизмов, не выделять токсичных соединений в условиях строительства и эксплуатации объекта при нормальных и аварийных температурных режимах, что должно быть подтверждено сертификатами соответствия.

4.3.2 В качестве вяжущих для бетонов следует применять, портландцемент, шлакопортландцемент и их разновидности в соответствии с требованиями СТ РК EN 197-1, [ГОСТ 10178](#).

Портландцементы сульфатостойкие и пуццолановые следует применять только в случаях, указанных в ГОСТ 22266, и предусмотренных в проектной документации. Для жаростойких бетонов вяжущие следует применять в соответствии с требованиями [ГОСТ 20910](#).

4.3.3 В соответствии с назначением конструкций и условиями их эксплуатации, требуемого класса бетона по прочности, марок по морозостойкости и водонепроницаемости, величины отпускной или передаточной прочности бетона для сборных конструкций на основании требований стандартов, проектной документации на эти конструкции с учетом требований СТ РК EN 197-1, ГОСТ 30515, а также воздействия вредных примесей в заполнителях на бетон следует выбирать вид и марку цемента.

Применение пуццолановых цементов для производства сборных железобетонных конструкций без технико-экономического обоснования не допускается.

Следует применять портландцемент на основе клинкера с нормированным минералогическим составом по СТ РК EN 197-1, ГОСТ 10178 для бетона дорожных и аэродромных покрытий, дымовых и вентиляционных труб, вентиляторных и башенных градирен, опор высоковольтных линий электропередач, железобетонных напорных и безнапорных труб, железобетонных шпал, мостовых конструкций, стоек опор.

Допускается применение шлакопортландцемента по СТ РК EN 197-1, ГОСТ 10178 для бетона дорожных оснований, а сульфатостойкий цемент по ГОСТ 22266 следует применять для бетонов, эксплуатируемых в условиях агрессивных сред.

4.3.4 Применение модифицированного тонкомолотого цементнозольного вяжущего обеспечивает получение бетонной смеси требуемой удобоукладываемости при минимальном расходе воды. Улучшение формовочных свойств (повышение связности, пластичности), а также улучшение свойств затвердевшего бетона (уменьшение усадки, повышение водостойкости, морозостойкости, трещиностойкости и др.) достигается за счет

действия пластифицирующей добавки в составе тонкомолотого цементнозольного вяжущего.

4.3.5 Крупные и мелкие заполнители должны отвечать установленным нормативным требованиям для тяжелого, напрягающего и мелкозернистого ([СТ РК EN 206-1](#), [ГОСТ 26633](#)), легкого ([ГОСТ 25820](#)) и жаростойкого бетонов ([ГОСТ 20910](#)). Дополнительные требования к заполнителям для бетонов, предназначенных для различных видов строительства, приведены в приложении А.

4.3.6 В качестве крупных заполнителей для тяжелых бетонов используют щебень и гравий из плотных горных пород по [СТ РК EN 12620](#), [ГОСТ 8267](#), щебень из доменных и ферросплавных шлаков черной металлургии, никелевых и медеплавильных шлаков цветной металлургии по [СТ РК EN 12620](#), [ГОСТ 5578](#), щебень и песок искусственные пористые по [СТ РК 948](#), щебень и песок перлитовые вспученные по [ГОСТ 10832](#), щебень и песок из горных пород по [СТ РК EN 12620](#) и [ГОСТ 22263](#), а также щебень из шлаков ТЭЦ по [ГОСТ 26644](#).

4.3.7 В качестве мелких заполнителей для бетонов используют природный песок и песок из отсевов дробления горных пород с средней плотностью зерен от 2000 кг/м³ до 2800 кг/м³ и их смеси, удовлетворяющие требованиям [СТ РК EN 12620](#), [ГОСТ 8736](#), песок из доменных и ферросплавных шлаков черной металлургии, никелевых и медеплавильных шлаков цветной металлургии по [ГОСТ 5578](#), а также золошлаковые смеси по [ГОСТ 25592](#).

4.3.8 Крупный заполнитель в зависимости от предъявляемых к бетону требований выбирают по следующим показателям: зерновому составу и наибольшей крупности, содержанию пылевидных и глинистых частиц, вредных примесей, форме зерен, прочности, содержанию зерен слабых пород, петрографическому составу и радиационно-гигиенической характеристике. При подборе состава бетона учитывают также плотность, пористость, водопоглощение, пустотность. Крупные заполнители должны иметь среднюю плотность зерен от 2000 кг/м³ до 3000 кг/м³.

4.3.9 Мелкий заполнитель для бетона выбирают с учетом зернового состава, пустотности, водопоглощения, содержания органических примесей, истинной плотности зерен песка, минерало-петрографического состава, радиационно-гигиенической оценки, по результатам которой устанавливают область его применения.

При применении дробленых песков выбор производят по пределу прочности при сжатии в насыщенном водой состоянии исходной породы.

Применение фракционированных песков позволяет обеспечивать постоянство зернового состава бетонной смеси, что повышает качество, плотность и прочность бетона.

4.3.10 Для снижения расхода цемента и заполнителей при приготовлении бетонных смесей рекомендуется использовать золы-уноса, шлаки и золошлаковые смеси ТЭС, отвечающие требованиям [ГОСТ 25592](#), [СТ РК 2197-1](#), [ГОСТ 25818](#), [СТ РК EN 206-1](#), [ГОСТ 25820](#) и [ГОСТ 26644](#).

4.3.11 Тонкомолотые добавки для жаростойких бетонов должны соответствовать требованиям [ГОСТ 20910](#).

4.3.12 Для приготовления отделочных бетонов и растворов следует применять портландцемент по [СТ РК EN 197-1](#), [ГОСТ 10178](#), цветные цементы по [СТ РК EN 197-1](#), [ГОСТ 15825](#), белый цемент по [СТ РК EN 197-1](#), [ГОСТ 965](#), крупный и мелкий заполнители в соответствии с требованиями нормативных документов, а также декоративные щебень и песок по [СТ РК EN 12620](#), [ГОСТ 22856](#).

4.3.13 Для регулирования и улучшения свойств бетонной смеси и бетона, снижения расхода цемента и энергетических затрат следует применять химические добавки, удовлетворяющие требованиям [СТ РК EN 934-2](#), [ГОСТ 24211](#).

4.3.14 В тех случаях, когда заполнители содержат разновидности кремнезема, способные взаимодействовать со щелочами цемента (Na₂O и K₂O) или другими составляющими, а железобетонные изделия будут эксплуатироваться во влажных

условиях, необходимо провести испытания для определения реакционной способности щебня, гравия, песка по [СТ РК EN 12620](#), [ГОСТ 8269.0](#).

4.3.15 Необходимо использовать пластифицирующие добавки, как правило, суперпластификаторы, для приготовления высокоподвижных и литых бетонных смесей; воздухововлекающие и пластифицирующе-воздухововлекающие добавки - для приготовления бетонов с повышенной морозостойкостью (F 200 и выше) из подвижных бетонных смесей.

4.3.16 Складирование, хранение и транспортирование материалов, полуфабрикатов и комплектующих элементов производят в соответствии с требованиями нормативных документов на эти материалы и элементы (в штабелях, контейнерах, емкостях, стеллажах) отдельно по видам, маркам, типоразмерам с обеспечением условий механизации погрузочно-разгрузочных работ, правил безопасных методов труда.

4.3.17 Складевать и хранить крупные и мелкие заполнители необходимо отдельно по фракциям в типовых складах в условиях, исключающих засорение или смешивание заполнителей различных видов и фракций.

4.3.18 Складирование и хранение цемента и других вяжущих должно осуществляться в специализированных силосных складах. Разгрузку и транспортирование цемента и других вяжущих необходимо производить пневмотранспортом.

Не допускается хранение вяжущих во временных складах под навесами и брезентовыми покрытиями, а также возле агрессивных химических и органических веществ и материалов.

Не допускается одновременное хранение в одном силосе вяжущих различных марок и видов.

При длительном хранении (более 45 сут. для быстротвердеющего цемента и 60 сут. для обычного цемента) для предотвращения слеживания следует периодически (через 45 сут. для быстротвердеющего и 60 сут. для обычного цемента) перекачивать его из одного силоса в другой.

4.3.19 Во время загрузки и выгрузки вяжущего из силосов должны работать пылеосадители и фильтры, а также указатели уровней и сводообрушающие устройства. Допускается хранение вяжущих в мягких контейнерах и пакетах, изготовленных с применением водонепроницаемых материалов, под навесом или на открытых площадках при условии целостности упаковки.

4.3.20 В процессе хранения материалов и элементов (в закрытых, открытых складах или под навесом) должны исключаться их коррозия, увлажнение (кроме щебня и гравия из горных пород песка природного и дробленого из горных пород), изменение свойств.

Материалы, содержащие вредные или взрывоопасные вещества, должны храниться в герметически закрытой таре, а пылевидные материалы — в закрытых емкостях.

4.3.21 Жидкие химические добавки следует хранить в специальных складах или емкостях, оснащенных устройствами для промывки трубопроводов и удаления нерастворимых осадков.

4.3.22 Жидкие химические добавки должны поставляться в герметичной таре и сопровождаться паспортом и удостоверением гигиенической регистрации. Хранить их следует в условиях, исключающих потерю потребительских свойств в специальных складах и емкостях, оборудованных устройствами для подогрева, барботирования, промывки трубопроводов и удаления нерастворимых осадков.

Температура хранения жидких химических добавок устанавливается в соответствии с требованиями нормативных документов на конкретные добавки.

4.3.23 Твердые химические добавки хранят в закрытых складах, обеспечивающих сохранение их свойств и подачу в отделение приготовления растворов добавок.

Мелкодисперсные добавки следует хранить в специальных закрытых складах или силосах в условиях, исключающих засорение или смешение различных добавок между собой.

4.3.24 Арматурную сталь допускается хранить под навесом при условии защиты ее от влаги. Не допускается хранение арматурной стали на земляном полу, а также вблизи агрессивных химических веществ.

Арматурную сталь необходимо хранить в складах по профилям, классам, диаметрам и партиям на стеллажах, в кассетах и штабелях со свободными проходами в условиях, исключающих ее увлажнение, коррозию и загрязнение. Проволоку и канаты необходимо хранить только в закрытых складах.

4.3.25 Тепло- и гидроизоляционные, облицовочные, отделочные герметизирующие материалы, сантехнические, электротехнические, резинотехнические и другие комплектующие изделия хранят с учетом требований противопожарной безопасности в контейнерах или на стеллажах в закрытых складах, предназначенных для хранения материалов, разрушающихся под воздействием атмосферных осадков.

4.3.26 Столярные и комплектующие изделия из дерева, стекла, металла хранят на стеллажах в контейнерах или штабелях в полузакрытых складах, предназначенных для хранения материалов, повреждающихся в результате непосредственного действия атмосферных осадков, но не меняющих своих свойств под действием температуры и влажности воздуха в закрытых и полузакрытых складах.

Запрещается хранить в одном помещении несовместимые для хранения материалы.

4.4 Изготовление арматурных и закладных изделий

4.4.1 Арматурные и закладные изделия, применяемые при изготовлении сборных бетонных и железобетонных изделий, должны изготавливаться в специализированных цехах и участках, входящих в состав предприятий по их выпуску, с соблюдением установленных технологических правил с точностью, соответствующей требованиям [СТ РК EN 10080](#), [ГОСТ 10922](#), при этом технология и оборудование должны обеспечивать заводскую готовность, предусмотренную технологической документацией.

4.4.2 Применяемая арматурная сталь и металлопрокат должны соответствовать требованиям нормативной документации. Арматурная сталь и металлопрокат перед использованием должны быть очищены от окалины, отпадающей при ударе молотка, масла, краски, битума и т. п. Не допускается применять арматурную сталь и металлопрокат с дефектами структуры (расслоение, трещины, раковины и т. п.), рваными и зазубренными кромками или торцами на глубину более 0,1 толщины проката или диаметра стержня. Применение скрученного металлопроката не допускается.

Арматурная сталь (стержневая, проволочная) и сортовой прокат соответствующих классов, из которых изготавливаются арматурные и закладные изделия, должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов и рабочих чертежей.

4.4.3 Конструктивные элементы сварных соединений стержневой арматуры и арматурной проволоки различных типов, сварные соединения стержневой арматуры с прокатом, выполняемые при изготовлении арматурных и закладных изделий, а также способы и технологические режимы сварки следует выполнять в соответствии с требованиями [СТ РК EN 10080](#), [ГОСТ 10922](#), [ГОСТ 14098](#) и по НТП РК 02-04.

4.4.4 При размещении и организации производства арматурных и закладных изделий следует предпочтительно применять способы производства, указанные в таблице 1.

4.4.5 Арматурные элементы для напорных виброгидропрессованных труб следует изготавливать с учетом требований, изложенных в приложении Б.

4.4.6 Для закрепления стержневой и проволочной напрягаемой арматуры перед формованием изделий следует применять в соответствии с классом арматуры анкерные головки, высаженные в холодном, горячем или полугорячем состоянии, спрессованные в холодном состоянии шайбы или спиральные анкеры, приваренные коротыши, инвентарные зажимы по [ГОСТ 23117](#), клиновые захваты и устройства, анкерные плиты, а также спрессованные стальные гильзы.

Таблица 1 - Способы производства арматуры

Процесс производства	Размещение и технология производства
Изготовление арматурных изделий	<p>Специализированные цеха с размещением оборудования и поточно-механизированных линий по видам работ с учетом последовательности изготовления арматурных изделий по группам одного назначения (заготовка и гибка стержней, изготовление подъемных и монтажных петель, сварка сеток и плоских каркасов, сборка и сварка объемных каркасов и т. п.) и с оснащением необходимым внутрицеховым и подъемно-транспортным оборудованием.</p> <p>Производство работ с применением комплексно-механизированных, автоматизированных линий и оборудования для заготовки, сварки, сборки, антикоррозионной защиты элементов арматурных изделий, а также для их транспортирования и пакетирования</p>
Транспортирование полуфабрикатов внутри цеха и подача готовых изделий в формовочные цеха	В специальных контейнерах, на самоходных передаточных тележках, на подвесных конвейерах и т. п.
Заготовка стержней из арматурной проволоки и горячекатаной арматуры круглой и периодического профиля, поставляемой в мотках. То же поставляемой в прутках	На правильно-отрезных станках-автоматах, а поставляемой в прутках, как правило, на безотходных механизированных линиях
Резка стержневой и проволочной арматуры и сеток	Механическими, гидравлическими или пневматическими ножницами, пилами трения, а также плазменными горелками.
Гибка арматурных стержней и сварных сеток	На приводных гибочных станках.
Изготовление монтажных петель	На специализированных полуавтоматических или автоматических высокопроизводительных станках или (при небольших объемах работ) на станках для гибки арматурных стержней.
Заготовка закладных изделий, в том числе штампованных (обрезка стержней, резка полосовой стали, пробивка отверстий, раскрой профильного проката, штамповка и т. п.). Для закрепления закладных изделий следует предусматривать в них отверстия под технологические фиксаторы в формах	Комбинированными пресс-ножницами, гильотинными ножницами или механическими прессами на автоматизированных линиях.
Изготовление объемных арматурных каркасов	В кондукторах на специализированных установках с помощью контактной сварки. Сборка арматурных каркасов с помощью дуговой сварки и вязки

допускается только в случаях, указанных в
нормативно-технической документации.

4.4.7 Для защиты арматурных и закладных изделий от коррозии перед нанесением антикоррозионных покрытий в соответствии со СП РК 2.01-101 защищаемой поверхности должна быть придана шероховатость, она должна быть высушена, очищена от оксидов, окалины, брызг оплавленного металла, остатков флюса, загрязнений и жиров. Подготовку поверхности следует осуществлять струйно-абразивным способом с применением дробеструйных установок механическими щетками или преобразователями (модификаторами) ржавчины.

4.4.8 Правильность выбора параметров технологических процессов изготовления арматурных и закладных изделий, контроль качества сварных соединений должны осуществляться внешним осмотром и измерениями в соответствии с [ГОСТ 3242](#), а также путем испытания пробных образцов, изготовленных при выбранных режимах. Пробные образцы следует изготавливать в количестве трех штук до начала выпуска применяемых в производстве арматурных стержней, арматурных и закладных изделий. Образцы по материалу, диаметру или толщине проката должны соответствовать рабочим чертежам и требованиям НТП РК 02-04. Условия заготовки, гибки, штамповки, сварки, высадки, опрессовки и нанесения защитных покрытий на пробные образцы должны соответствовать условиям изготовления изделий. Конструкцию пробных образцов, их размеры и количество следует принимать согласно требованиям [СТ РК EN 10080](#), [ГОСТ 10922](#).

4.4.9 Транспортирование арматурной стали и полуфабрикатов в арматурных цехах, а также подачу готовых арматурных и закладных изделий в формовочные цеха следует производить в специальных контейнерах на самоходных передаточных тележках, подвесными конвейерами и другими средствами, обеспечивающими их целостность, чистоту и сохранение геометрических параметров.

4.4.10 Арматурные сетки должны пакетироваться и транспортироваться пакетами в специализированных контейнерах, на специальных поддонах или конвейерах.

4.4.11 Сварные арматурные сетки и каркасы должны складироваться в закрытых сухих помещениях отдельно по маркам в контейнерах, в пакетах или пачках в штабелях высотой не более 2,0 м вблизи постов подготовки форм формовочных линий.

4.5 Приготовление бетонных смесей

4.5.1 Основные свойства бетонных смесей

Пункт 4.5.1.1. изложен в редакции [приказа](#) Председателя Комитета по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства индустрии и инфраструктурного развития РК от 06.11.19 г. № 178-НК (см. стар. ред.)

4.5.1.1 Бетонные смеси, применяемые для изготовления бетонных и железобетонных изделий, должны соответствовать [ГОСТ 7473](#) и обеспечивать получение бетонов, соответствующих требованиям [СТ РК EN 206-1](#), [ГОСТ 26633](#), [ГОСТ 25820](#) и заданным показателям по прочности, средней плотности, морозостойкости и водонепроницаемости (при необходимости) и другим нормируемым показателям.

4.5.1.2 Подбор, назначение и корректировка составов бетонной смеси должны производиться в соответствии с требованиями ГОСТ 27006.

Подбор состава бетона следует производить для получения конструкций с прочностью и другими показателями качества, установленными нормативными документами или проектной документацией на эти конструкции, при минимальном расходе цемента или другого вяжущего.

4.5.1.3 Подбор и назначение состава бетонной смеси должна производить заводская или центральная лаборатория перед началом производства изделий, при изменении проектных характеристик бетона, вида или поставщика цемента, заполнителей и (или) технологических режимов производства.

4.5.1.4 Корректировку рабочего состава бетона следует производить по данным операционного контроля свойств заполнителей (влажности, зернового состава, насыпной плотности) и бетонной смеси (удобоукладываемости, а для легкого бетона - средней плотности), контроля передаточной прочности для предварительно напряженных конструкций и напряжения для напрягающего бетона, а также на основе статистической обработки фактических данных по прочности и по средней плотности (для легкого и ячеистого бетонов).

4.5.1.5 Технологические свойства бетонной смеси должны обеспечивать заданные свойства бетона и качество производства работ с учетом требуемой производительности, вида распределяющих и уплотняющих машин.

4.5.1.6 Расчетный состав бетона должен быть экспериментально уточнен по следующим критериям:

- удобоукладываемость бетонной смеси;
- расход (вяжущего) цемента;
- прочность и морозостойкость.

Минимального расхода цемента добиваются правильным выбором содержания крупного и мелкого заполнителей.

Количество воды в бетонной смеси должно быть оптимальным, что позволит обеспечить необходимую подвижность (или жесткость) бетонной смеси.

Состав бетона следует подбирать исходя из среднего уровня прочности, а для легкого - и плотности бетона.

4.5.1.7 Значения среднего уровня прочности и плотности для подбора состава бетона принимают по [ГОСТ 18105](#), [СТ РК EN 206-1](#), [ГОСТ 27005](#) с учетом фактической однородности бетона и планируемых мероприятий по ее повышению.

Для случаев, когда отсутствуют данные о фактической однородности бетона, средний уровень прочности при подборе его состава принимают равным требуемой прочности по ГОСТ 18105 для бетонов данного класса и марки при коэффициенте вариации, равном 13,5% для тяжелого и легкого бетонов, 17% - для бетона массивных гидротехнических конструкций. Средний уровень плотности в этих случаях принимают равным марке бетона по плотности.

4.5.1.8 На предприятии-изготовителе должна осуществляться проверка первых замесов каждой партии бетонных смесей различных составов, корректировка составов (при необходимости) для выдачи разрешения на их применение. В состав партии включают бетонную смесь одного состава, приготовленную на одних материалах по единой технологии. Объем партии устанавливают в зависимости от требований потребителя, но не более сменной выработки бетоносмесителя.

4.5.1.9 Фактурные (отделочные) бетонные или растворные смеси следует готовить в специальных изолированных отделениях или смесителях и доставлять к формовочным линиям в специализированных транспортных средствах, не допуская их смешивания с рядовыми бетонными смесями.

4.5.1.10 Производительность бетоносмесительных установок, обслуживающих технологические линии, должна обеспечивать максимальную суточную потребность в бетонных смесях с резервом не менее 20%.

Управление технологическими процессами должно быть автоматизировано и компьютеризировано.

4.5.1.11 С целью улучшения технологических свойств бетонных смесей (удобоукладываемости, плотности, расслаиваемости, объема вовлеченного воздуха), ускорения твердения бетона, повышения морозостойкости, водонепроницаемости и других технических свойств в их состав следует вводить химические минеральные добавки и комплексы на их основе в соответствии с требованиями стандартов и других нормативно-технических документов.

4.5.1.12 Основными операциями технологического процесса приготовления и транспортирования бетонных смесей являются: подготовка материалов (вяжущих, заполнителей, воды, добавок), дозирование, перемешивание, выдача и транспортирование готовых бетонных смесей.

4.5.1.13 Для бесперебойного обеспечения формовочных линий бетонными смесями следует применять бункера-накопители вместимостью, соответствующей объему наиболее крупногабаритных изделий, локальные или вторичные смесители и другие средства в зависимости от конкретных условий производства (обычные, разогретые смеси, пластифицирующие, воздухововлекающие добавки и т. п.).

4.5.2 Подача, дозирование материалов и приготовление смесей

4.5.2.1 Со складов вяжущие и заполнители следует подавать в расходные бункеры бетоносмесительного цеха транспортным технологическим оборудованием, обеспечивающим сохранность их качества.

В зависимости от температуры окружающей среды, особенностей технологии приготовления и укладки бетонных смесей допускается подогрев исходных материалов.

4.5.2.2 В зимнее время заполнители, вода и растворы добавок должны быть соответствующим образом подготовлены и иметь температуру от 5°C до 70°C, а при производстве труб - от 5°C до 40°C.

4.5.2.3 Дозирование материалов при приготовлении легкого бетона следует производить объемно-весовым способом с корректировкой состава смеси на основе контроля насыпной плотности крупного пористого заполнителя в объемно-весовом дозаторе. Точность дозирования материалов должна соответствовать [ГОСТ 7473](#).

Погрешность при дозировании исходных материалов весовыми дозаторами циклического и непрерывного действия не должна превышать для:

- цемента, воды, тонкокомлотых минеральных добавок, рабочего раствора жидких добавок - 1%;
- заполнителей - 2%.

Рабочая дозировка материалов при безопалубочном виброформовании на замес должна выдаваться заводской лабораторией не реже одного раза в смену с обязательной проверкой жесткости бетонной смеси первых замесов за смену.

4.5.2.4 Смесители принудительного действия целесообразно применять для бетонных, легкобетонных и мелкозернистых смесей любой подвижности и жесткости, а гравитационные смесители - для смесей тяжелого бетона с подвижностью 5 см и более. Рекомендуемая продолжительность перемешивания бетонных смесей приведена в приложении В.

При обеспечении коэффициента вариации по прочности бетона на сжатие в соответствии с [ГОСТ 18105](#) не более 10% и подвижности смеси 5 см и более допускается применение гравитационных смесителей - для легкого бетона классов С10/12,5 и выше с маркой по средней плотности D1600 и выше, а также турбулентных смесителей для мелкозернистого и легкого бетона классов С10/12,5-С20/25 (в соответствии с приложением Ж) с марками по средней плотности D1200-D1500. При приготовлении жаростойких бетонов на ортофосфорной кислоте необходимо учитывать требования обязательного приложения Б.

4.5.2.5 Бетоносмесительное оборудование линий безопалубочного формования должно быть рассчитано на работу с жесткими смесями.

4.5.2.6 Продолжительность перемешивания бетонных смесей в циклических смесителях должна устанавливаться лаборатория завода опытным путем.

4.5.2.7 Рабочая дозировка материалов при безопалубочном виброформовании на замес должна выдаваться заводской лабораторией не реже одного раза в смену с обязательной проверкой жесткости бетонной смеси первых замесов.

4.5.2.8 Для приготовления жестких и особо жестких бетонных смесей, используемых в технологии виброформования, обычно применяются бетоносмесители принудительного действия: роторные, планетарные, с двумя горизонтальными вальками.

4.5.2.9 Для повышения марочной прочности вяжущего следует применять механохимическую активацию вяжущего до удельной поверхности от 450 м²/кг до 550 м²/кг путем совместного домола цемента, золы-уноса и суперпластификатора, способствующего повышению подвижности смесей, прочности, водонепроницаемости и других показателей качества бетонов.

Активацию смешанных цементно-золевых вяжущих путем домола следует проводить в установках различных конструкций - струйных, вихревых, роторно-пульсирующих и других установках.

4.5.2.10 Загрузку работающего смесителя материалами следует производить (за исключением специальных методов приготовления смесей) в такой последовательности: крупный заполнитель, песок, цемент, тонкомолотые добавки, вода. Раствор химических добавок следует вводить вместе с водой затворения или после перемешивания всех материалов. Для обеспечения требуемой минимальной температуры смеси в зимнее время (15°С - при формовании в цехах и 30°С - на полигонах) допускается подогрев воды до температуры не более 70°С.

По рекомендациям научно-исследовательских организаций может применяться и другой порядок загрузки компонентов бетонной смеси.

4.5.2.11 Продолжительность перемешивания бетонных смесей в циклических смесителях должна устанавливаться лаборатория завода опытным путем не менее указанной в [ГОСТ 7473](#), а при приготовлении смесей для формования труб - не менее 6 мин.

4.5.2.12 Транспортирование бетонной смеси от смесителя к месту укладки следует осуществлять самоходными раздаточными бункерами, бетонораздатчиками, ленточными конвейерами, бетононасосами или другими транспортными средствами, обеспечивающими сохранность ее свойств и исключая ее расслоение и потери. Уменьшение подвижности бетонной смеси после транспортирования не должно превышать 2 см, повышение жесткости - 20% и средней плотности (для легких бетонов) - 5%. Для повышения однородности свойств бетонной смеси и возможности применения быстросхватывающихся смесей следует использовать локальные смесительные установки и смесители вторичного перемешивания. При применении товарных бетонных смесей условия и длительность их транспортирования должны соответствовать ГОСТ 7473.

4.5.2.13 Время от выгрузки бетонных смесей из смесителя до формования изделий должно быть не более: для смесей тяжелого, мелкозернистого, конструкционного легкого, напрягающего бетона - 45 мин.; для легкобетонных смесей с воздухововлекающими добавками, бетонных смесей для изготовления предварительно напряженных изделий в силовых формах, а также смесей для жаростойкого бетона - 30 мин.; для смесей на цементах с малыми сроками схватывания и предварительно разогретых - 15 мин.

4.5.2.14 Поданная к месту укладки бетонная смесь должна иметь:

- требуемую удобоукладываемость с отклонениями подвижности не более 30% и жесткости не более 20%;
- среднюю плотность в уплотненном состоянии, не превышающую требуемой более чем на 5% (для легких бетонов);
- температуру в пределах от 5°С до 30°С, если принятой технологией не предусмотрена более высокая температура смесей;
- требуемый объем вовлеченного воздуха с отклонениями не более ±10% от заданного (для смесей с воздухововлекающими добавками).

4.6 Формование изделий

4.6.1 Методы и технологические линии формования изделий

4.6.1.1 Производство сборного железобетона организуется по технологическим линиям с применением бетоноукладочных и уплотняющих машин. В одном потоке, как правило, изготавливают близкие по типам изделия.

На этапе формования изделий обеспечивают заданную структуру изделия (однослойное, многослойное, пустотное), установленную прочность и плотность бетона, проектные размеры и конфигурацию изделия, требуемую категорию лицевых поверхностей.

4.6.1.2 Формование изделий включает следующие технологические процессы: подготовка форм или стендов (в том числе их чистка и смазка, установка и фиксация арматурных элементов, закладных изделий, вкладышей, натяжение напрягаемой арматуры предварительно напряженных конструкций); укладка и уплотнение бетонных смесей; отделка в процессе формования; немедленная или ускоренная распалубка элементов бортоснастки до тепловой обработки. Используемые для формования изделий формы, матрицы и стенды должны соответствовать требованиям [ГОСТ 25781](#).

4.6.1.3 Формование изделий может осуществляться с применением вибрационного уплотнения смеси, прессования, вибропрессования, вибропроката, виброэкструзии, вакуумирования, центробежного и других способов. Новые методы формования допускается применять после завершения опытной проверки и разработки технологической документации для конкретных изделий в установленном порядке.

4.6.1.4 Способы формования должны соответствовать свойствам обрабатываемых бетонных смесей (подвижность, жесткость) и технологическим параметрам используемого оборудования. Для изготовления в производственных условиях конкретных видов изделий с учетом габаритных размеров, конфигурации, сложности и степени армирования необходимо устанавливать рабочие параметры формовочного оборудования и соответствующие им технологические свойства бетонных смесей.

4.6.1.5 Принятые методы формования изделий, приемы и оборудование должны (за исключением строго специализированных производств) отвечать требованиям гибкой технологии и позволять изготавливать изделия при определенных изменениях номенклатуры, методов отделки и других параметров технологии путем относительно несложной переналадки.

4.6.1.6 Для формования отдельных видов изделий предпочтительно применение видов технологических линий и установок, указанных в [таблице 2](#).

Таблица 2 - Виды технологических линий и установок

Вид изделий	Технологические линии и установки
Панели наружных стен, лестничные площадки, архитектурные детали и плоские доборные изделия	Конвейерные или агрегатно-поточные линии с формованием в горизонтальном положении
Плиты перекрытий	То же или линии непрерывного формования
Пустотные настилы	То же или линии непрерывного формования
Панели внутренних стен и лестничные марши	Кассетные установки или на кассетно-конвейерные линии с формованием в вертикальном положении, а также агрегатно-поточные или конвейерные линии с формованием в горизонтальном положении
Ригели, балки, колонны, шпалы (в групповых формах), дорожные и аэродромные плиты и другие линейные конструкции длиной до 12 м	Агрегатно-поточные, полуконвейерные и конвейерные линии, линии непрерывного формования
Линейные конструкции длиной свыше 12	Стендовые линии, в том числе катучие стенды

м (колонны, балки, сваи, фермы различных типов, пространственные тонкостенные элементы, плиты типа КЖС, П, 2Т, Т, мостовые конструкции)	и другие специальные установки
Объемные элементы	Специальные установки на стендах, на конвейерных линиях, карусельных установках
Трубы и опоры ЛЭП	Специализированные агрегатно-поточные и стендовые линии

4.6.1.7 Продолжительность технологических операций и регламентированные перерывы должны соответствовать указанным в технологической проектной документации (технологическая карта, технологический регламент).

4.6.1.8 В основе технологии непрерывного безопалубочного формования изделий из предварительно напряженного бетона лежит метод виброформования, основанный на том, что изделия армируются предварительно напряженными прядями или проволокой и формуются на подогреваемом металлическом стенде-дорожке. Формующая машина движется по рельсам, оставляя за собой непрерывную ленту железобетона, которую затем накрывают теплоизоляционным материалом, прогревают и нарезают на отрезки нужной длины.

Технология оснащена системой адресной подачи бетона, высоко автоматизирована на всех стадиях.

4.6.1.9 При непрерывном безопалубочном виброформовании технологические операции на стенде выполняют в следующей последовательности: машина для очистки и смазки очищает формовочные полосы от остатков предыдущего бетонирования, удаляя грязь и смазывая поверхность полосы эмульсией; машина для раскладки распределяет арматурную проволоку или канаты по длине формовочной полосы; концы арматуры закрепляют в зажимах, расположенных в торцевых упорах; гидравлические домкраты осуществляют натяжение арматуры.

4.6.1.10 При формовании изделий все операции выполняет формовочная машина, в зависимости от вида машины уплотнение бетона осуществляется либо виброформованием, либо экструзией. Формовочная машина движется со скоростью от 0,3 м/мин до 3,0 м/мин.

4.6.2 Формы, стенды и подготовка их к формованию

4.6.2.1 Технологический процесс на постах формовочных линий следует организовать исходя из действительного ритма их работы (определяемого по оперативному фонду времени), а продолжительность технологических операций -принимать с учетом резерва на неравномерность.

4.6.2.2 Выбор метода формования необходимо производить в зависимости от вида и принятой технологии производства изделий с учетом обеспечения требуемого их качества, экономии цемента, трудозатрат и облегчения условий труда.

4.6.2.3 Используемые для формования изделий формы, матрицы и стенды должны соответствовать требованиям нормативных документов для изготовления изделий конкретных видов и обеспечивать получение изделий с размерами в пределах допускаемых отклонений в соответствии с требованиями нормативных документов и проектной документации на изделия.

Эксплуатацию форм следует производить в соответствии с технологической документацией предприятия, которая должна разрабатываться с учетом указаний, содержащихся в технических условиях изготовителя форм. Не допускается подача на посты формования форм, собранных с отклонениями размеров и других параметров геометрической точности, превышающими установленные в технологической документации.

4.6.2.4 Сборку форм следует производить на специализированных постах по возможности механизированным способом.

4.6.2.5 Для формования изделий следует применять формооснастку, характеризующуюся требуемой жесткостью, необходимой технологичностью и обеспечивающей максимальную механизацию работ (поддоны с раскосной решеткой, упруго работающими элементами, полностью или частично неразборные формы и т. п.). Используемые для формования изделий формы, матрицы и стенды должны соответствовать нормативным требованиям [ГОСТ 25781](#).

4.6.2.6 При изготовлении предварительно напряженных конструкций необходимо предусматривать мероприятия, устраняющие возможность заклинивания изделий в формах или на стендах при передаче на них усилий обжатия во время распалубки.

При изготовлении изделий широкой и изменяемой номенклатуры следует применять переналаживаемые формы с переналадкой их на специализированных постах.

При формовании малосерийных изделий предпочтительно применение неметаллических форм (стеклопластиковые, железобетонные и др.).

4.6.2.7 Для повышения технологичности и обеспечения требуемой геометрической точности изделий следует по согласованию с разработчиками рабочей документации на изделия предусматривать на гранях изделий распалубочные уклоны, а при изготовлении форм - уменьшать их номинальные размеры (с учетом статистически обоснованных технологических погрешностей при эксплуатации форм) в соответствии с систематическими отклонениями размеров готовых изделий, определенными по [ГОСТ 23615](#).

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

Сборка форм включает в себя установку и закрепление в рабочем положении бортов проемообразователей, вкладышей и вставок. В собранной форме должно быть обеспечено плотное прилегание бортов друг к другу и к поддону.

4.6.2.9 Перед формованием поддоны и бортооснастка должны быть внутри и снаружи очищены и смазаны. Для очистки форм следует применять специальные машины, ручной пневматический или электрический инструмент.

Формовочные поверхности отсеков кассетных установок следует не реже 1 раза в месяц очищать механическими способами.

Для очистки формовочных поверхностей форм из неметаллических материалов и полимерных покрытий стальных поверхностей следует применять специальные машины, оснащенные щетками с неметаллическим ворсом, а также скребки и другой ручной инструмент из сравнительно мягких материалов.

4.6.2.10 Смазочные составы следует наносить тонким равномерным слоем, как правило, механизированными устройствами.

4.6.2.11 Армирование железобетонных изделий производится арматурными сетками и арматурными каркасами (объемными арматурными изделиями).

Ручная дуговая сварка арматурных изделий в форме не допускается.

4.6.2.12 Проектное положение арматурных и закладных изделий, строповочных петель, отдельных стержней и выпусков, а также толщина защитных слоев бетона должны обеспечиваться надежной (не допускающей смещения их при укладке и уплотнении бетонной смеси) фиксацией их положения в форме (отсеке) с помощью различных фиксаторов, временных или постоянных крепежных устройств.

Различные вкладыши, теплоизоляционные материалы и другие комплектующие изделия необходимо устанавливать в форму в соответствии с требованиями стандартов и рабочих чертежей на изделия в последовательности, указанной в технологической документации, утвержденной в установленном порядке.

4.6.2.13 Для предупреждения смещений и обеспечения требуемой толщины защитного слоя бетона арматуру, закладные изделия, вкладыши и т. п. следует фиксировать специальными приспособлениями.

Отклонения от проектного положения арматуры при ее установке не должны превышать допустимых значений, указанных в [таблице 3](#).

4.6.2.14 Сварные арматурные изделия (сетки, каркасы) следует изготавливать с помощью контактно-точечной сварки или иными способами, обеспечивающими требуемую прочность сварного соединения и не допускающими снижения прочности соединяемых арматурных элементов (см. [ГОСТ 14098](#), [СТ РК EN 10080](#), [ГОСТ 10922](#)).

Загиб арматурных стержней следует осуществлять с помощью специальных оправок, обеспечивающих необходимые значения радиуса кривизны.

Механические соединения (стыки) арматуры следует выполнять с помощью спрессованных и резьбовых муфт. Прочность механического соединения растянутой арматуры должна быть такой же, что и стыкуемых стержней.

Таблица 3 - Отклонения от проектного положения арматуры

Параметр	Величина параметра, мм	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
Отклонение в расстоянии между отдельно установленными рабочими стержнями для:		Технический осмотр всех элементов, журнал работ
колонн и балок	±10	
плит и стен фундаментов	±20	
массивных конструкций	±30	
Отклонение в расстоянии между рядами арматуры для:		То же
плит и балок толщиной до 1 м	±10	
конструкций толщиной более 1 м	±20	
Отклонение от проектной толщины защитного слоя бетона не должно превышать:		
при толщине защитного слоя до 15 мм и линейных размерах поперечного сечения конструкции, мм:		
до 100	+ 4	То же
от 101 до 200	+ 5	
при толщине защитного слоя от 16 до 20 мм включительно и линейных размерах поперечного сечения конструкций, мм:		
до 100	+ 4; -3	То же
от 101 до 200	+ 8; -3	
от 201 до 300	+ 10; -3	
св. 300	+ 15; -5	
при толщине защитного слоя свыше 20 мм и линейных размерах поперечного сечения конструкций, мм:		
до 100	+ 4; -5	То же
от 101 до 200	+ 8; -5	
от 201 до 300	+ 10; -5	
св. 300	+ 15; -5	

4.6.2.15 При выборе способа натяжения высокопрочной стержневой горячекатаной, термически или термомеханически упрочненной арматуры диаметром (8-22) мм следует осуществлять, как правило, электротермическим способом, а арматуры диаметром (25-40) мм - механическим. Натяжение арматурной проволоки и стержневой термически или термомеханически упрочненной арматуры класса Ат-VI и выше следует осуществлять механическим или электротермомеханическим способом.

4.6.2.16 Механическое натяжение напрягаемой арматуры на формы следует осуществлять, как правило, одновременно для всей напрягаемой арматуры изделий гидравлическими домкратами. Для закрепления напрягаемой арматуры на формах следует предусматривать упоры (вилочные в виде штырей, подвижные захваты и т. п.) с учетом возможности применения арматуры разных диаметров и классов.

4.6.2.17 При электротермическом способе натяжения арматуры следует применять автоматизированные установки для нагрева и укладки арматуры на поддоны (в формы), обеспечивающие увеличение длины заготовок на заданную величину, которая позволяет уложить их свободно в упоры форм, поддонов, стендов. При этом должен быть осуществлен контроль за предельной температурой нагрева арматуры, установленной рабочей документацией для соответствующих марок сталей.

4.6.2.18 При использовании метода непрерывного армирования для электромеханического натяжения арматуры на упоры форм или стендов предпочтительно применение арматурно-натяжных агрегатов стационарного типа для плитных конструкций, агрегатов с поворотной платформой - для объемных элементов, агрегатов самоходного типа - для длинномерных конструкций.

4.6.2.19 При натяжении напрягаемой арматуры бетонных изделий ее установку в виде пучков высокопрочной проволоки, канатов или стержней следует производить до укладки бетонной смеси в случае применения неизвлекаемых каналобразователей. В случае применения извлекаемых каналобразователей или укладки напрягаемой арматуры в открытых лотках, образуемых при укладке и уплотнении бетонной смеси, - после твердения бетона.

Контроль усилий в процессе натяжения арматуры необходимо производить в соответствии с [ГОСТ 22362](#).

4.6.2.20 По методу безопалубочного виброформования укладку арматуры производят после очистки стенда. Протяжку проволоки (прядей) осуществляют с помощью самоходного раскладчика арматуры из трех или шести бухтодержателей, расположенных за стендами со стороны групповых гидродомкратов.

4.6.2.21 Самоходный раскладчик арматуры должен двигаться по стенду со скоростью не более 30 м/мин.

4.6.2.22 Закрепление арматуры в упорах на концах стенда осуществляют вручную.

4.6.2.23 Закрепленную на стенде партию проволок (прядей) следует подтягивать одиночным гидродомкратом на пассивном конце стенда до получения монтажного натяжения арматуры, равного 90% заданного усилия.

4.6.2.24 Операцию следует повторять до набора монтажного натяжения всех арматурных элементов.

4.6.2.25 После натяжения арматуры на стенде должны быть установлены защитные скобы на случай обрыва арматурных элементов при ее окончательном натяжении.

4.6.2.26 Натяжение всего пакета арматуры до 100% заданного усилия производят групповым гидродомкратом на активном конце стенда после установки на него и подготовки к работе самоходного формующего агрегата.

4.6.3 Укладка и уплотнение бетонных смесей

4.6.3.1 При назначении технологических режимов формования должны быть взаимоувязаны формовочные свойства укладываемых смесей (подвижность, жесткость) и технологические параметры используемого оборудования.

4.6.3.2 Применяемые способы формования и удобоукладываемость бетонной смеси для различных изделий следует назначать исходя из конкретных условий.

4.6.3.3 Укладку бетонной смеси следует осуществлять бетоноукладчиками, имеющими устройства, выдающие и распределяющие смесь в форме или в ограничивающей бортоснастке, как правило, без применения ручного труда (насадки, вибронасадки, вибропротяжные устройства, воронки, плужковые разравниватели, вибротетки, валики и т. п.). В отдельных случаях (например, при изготовлении уникальных изделий или при мелкосерийном производстве) целесообразно применение бункеров (установленных на самоходной раме) или бетонораздатчиков. При виброштамповании и вибропрессовании необходимо обеспечивать дозированную укладку бетонной смеси исходя из объема формируемых изделий.

4.6.3.4 При укладке бетонных смесей в условиях открытого полигона необходимо принимать меры (специальные укрытия, навесы, покрытия пленкой) для предохранения бетонных смесей и свежесформованных изделий от вредного влияния атмосферных воздействий.

4.6.3.5 Применительно к конкретным условиям производства и характеристикам изготавливаемых изделий (габаритным размерам, конфигурации, сложности, густоте армирования и т. п.) необходимо установить стабильные рабочие параметры формовочного оборудования и соответствующие им значения подвижности или жесткости бетонной смеси, утверждаемые в технологических картах или другой технологической документации. Для облегчения обслуживания, повышения производительности и т. п. допускается применять пластифицированные бетонные смеси большей подвижности или меньшей жесткости, чем установлено для заданного формовочного оборудования.

4.6.3.6 Режимы формования должны обеспечивать коэффициент уплотнения бетонной смеси (отношение ее фактической плотности к расчетной теоретической): для тяжелого бетона - не менее 0,98, при применении жестких смесей и соответствующем обосновании, а также для мелкозернистого бетона - не менее 0,96.

Объем межзерновых пустот в уплотненной легкобетонной смеси должен соответствовать требованиям [ГОСТ 25820](#).

4.6.3.7 Применяемые способы формования и удобоукладываемость бетонной смеси для различных изделий следует назначать исходя из конкретных условий, и в соответствии с требованиями, приведенными в приложении Д, а при изготовлении изделий трубчатого сечения - в [таблице 4](#). Способы и режимы формования напорных виброгидропрессованных труб и труб со стальным сердечником должны соответствовать обязательным приложениям Б и Е, а изделий из жаростойкого бетона на ортофосфорной кислоте - обязательному приложению Г.

4.6.3.8 Режимы вибрирования при укладке бетонной смеси должны быть такими, чтобы распределение амплитуд смещений по площади формы, контактирующей с бетонной смесью, при станковом или наружном вибрировании, или по поверхности рабочих органов устройств поверхностного или внутреннего вибрирования было равномерным. Отклонение значений амплитуды в отдельных точках должно быть не более 20% среднего значения.

4.6.3.9 Значение статического давления на смесь, создаваемого пригрузами, виброштампами, вибропрессами и другими формирующими органами, не должно превышать 0,025 МПа.

Таблица 4 - Способ формования изделий трубчатого сечения

Способ формования	Оборудование	Подвижность и жесткость смесей при формовании изделий	
			густо

		нормально армированных	армированных
Центрифугирование	Свободно-роликовые центрифуги Ременные центрифуги	- 1-4 см	5-9 см 5-9 см
Центробежный прокат	Центробежные прокатные машины	60-100 с	40-80 с
Радиальное и осевое прессование	Станки для прессования	50-80 с	30-60 с

4.6.3.10 Перерывы при послойном формировании изделий из жестких смесей, укладке различных бетонных слоев в многослойных конструкциях, а также время от приготовления бетонной смеси до момента удаления из нее избыточной воды при центрифугировании, вакуумировании и других подобных методах формирования не должны превышать сроки начала схватывания цементного теста.

4.6.3.11 При формировании изделий способами виброштампования и вибропрессования необходимо обеспечивать дозированную укладку бетонной смеси исходя из объема формируемых изделий и степени уплотнения смеси.

4.6.3.12 Применение методов формирования изделий, находящихся в опытно-промышленной отработке (метод вибровакуумирования, нагнетание и другие методы с использованием литых и самоуплотняющихся смесей и др.), а также вновь создаваемых методов допускается только после завершения опытной проверки и утверждения в установленном порядке технологического регламента для конкретных изделий.

4.6.3.13 Режимы уплотнения легкогобетонной смеси должны обеспечивать коэффициент уплотнения не менее:

- для легких конструкционных бетонов - 0 94;
- для легких конструкционно-теплоизоляционных бетонов - 0 96.

Значения коэффициента уплотнения, в зависимости от марки смеси по удобоукладываемости, должны соответствовать [СТ РК EN 206-1](#), [ГОСТ 7473](#).

4.6.3.14 Продолжительность уплотнения бетонной смеси устанавливается в технологической документации в зависимости от способа формирования изделий, их конструктивных особенностей, подвижности или жесткости бетонной смеси и характеристик применяемого оборудования. При вибрационном воздействии на бетонную смесь следует учитывать повышение прочности бетона до 30% и уменьшение продолжительности уплотнения в 1,5-2 раза при высокочастотной вибрации по сравнению с низкочастотной, при одновременном улучшении качества поверхности изделий.

4.6.3.15 При изготовлении изделий из тяжелого бетона уплотнение бетонных смесей жесткостью до 21 с частотой колебаний до 50 Гц должно осуществляться при амплитуде колебаний в пределах (0,3-0,5) мм, для смесей жесткостью более 21 с - при амплитуде колебаний в пределах (0,6-0,7) мм, для смесей жесткостью 11 с и более с частотой колебаний 75 Гц и более - при амплитуде колебаний в пределах (0,1-0,3) мм.

При изготовлении изделий из мелкозернистого бетона уплотнение бетонной смеси должно осуществляться при амплитуде колебаний в пределах (0,10-0,25) мм.

Уплотнение бетонной смеси считают достаточным, если наблюдается прекращение ее оседания в форме, выделение на поверхности пузырьков воздуха, появление раствора на поверхности изделия и у бортов формы.

4.6.3.16 При безопалубочном формировании изделий (сплошных и пустотных предварительно напряженных) уплотнение жестких бетонных смесей марки по удобоукладываемости не менее V2 по [СТ РК EN 206-1](#), Ж2 по ГОСТ 7473 производят при помощи вибропротяжных установок. При этом параметры вибрации и скорость

передвижения установок назначают в технологической документации в зависимости от геометрических параметров изделий и удобоукладываемости бетонной смеси.

Распределение амплитуд смещений по площади формы, контактирующей с бетонной смесью, при станковом, наружном вибрировании или по поверхности рабочих органов устройств поверхностного или внутреннего вибрирования должно быть равномерным. Отклонение значений амплитуды в отдельных точках должно быть не более 20% среднего значения.

4.6.3.17 Продолжительность перерывов при послойной укладке и уплотнении жестких смесей, различных бетонных монолитных слоев в многослойных изделиях, а также время от приготовления бетонной смеси до момента удаления из нее избыточной воды при центрифугировании, вакуумировании и других подобных методах формования, должны устанавливаться в технологической документации на производство конкретных видов изделий.

4.6.3.18 Технологическая операция по укладке утеплителя, после уплотнения первого слоя бетонной смеси в трехслойных изделиях должна выполняться с соблюдением требований [ГОСТ 11024](#).

4.6.3.19 Уплотнение бетонной смеси в изделиях переносными глубинными вибраторами следует производить участками с учетом их эффективного радиуса действия, а поверхностными - непрерывными полосами с перекрытием смежных позиций без разделительных участков.

4.6.3.20 Сразу после завершения уплотнения бетонной смеси тщательно очищают закладные изделия, неформовочные поверхности форм и детали шарнирных и замковых соединений от остатков бетонной и растворной смеси.

4.6.3.21 При непрерывном безопалубочном виброформовании многопустотных плит следует использовать пустообразователи, которые должны быть установлены таким образом, чтобы расстояние от поверхности стенда до нижней кромки задней части пустообразователей соответствовало проектному в изделии, а в передней части было выше не более 2 мм. Задняя часть бортов и разделительных перегородок должна быть установлена не более 1 мм выше стенда, а передняя - не более 2 мм.

4.6.3.22 В процессе формования бетонная смесь должна подаваться в расходные бункера-дозаторы всех трех ступеней уплотнения в количестве до 1/3 объема бункера, которое обеспечивает постоянный подпор, необходимый для равномерной подачи смеси под уплотняющие органы машины. При отсутствии подпора смеси в расходных бункерах, смесь подается под уплотняющие органы в недостаточном количестве, что приводит к недоуплотнению бетона в изделиях.

4.6.3.23 Формование изделий должно осуществляться непрерывно на протяжении всего стенда без остановки формующего агрегата.

Скорость формования в зависимости от жесткости бетонной смеси и высоты формируемого изделия должна подбираться экспериментально и может приниматься равной от 0,5 м/мин до 2,0 м/мин.

4.6.3.24 При формовании многопустотных панелей из бетонных смесей жесткостью (25±5) с рекомендуется скорость формования (1,0±0,2) м/мин.

4.6.3.25 При формовании трехслойных стеновых панелей толщиной от 250 мм до 300 мм из бетонных смесей жесткостью от 20 с до 40 с рекомендуется скорость формования от 1,0 м/мин до 1,5 м/мин.

4.6.3.26 Общая продолжительность формования полосы стенда длиной 150 м не должна превышать 3 ч.

4.6.4 Отделка в процессе формования

4.6.4.1 Заглаживание открытых поверхностей горизонтально формируемых изделий целесообразно производить специализированными отделочными машинами, оснащенными заглаживающими брусками (рейками), валиками, дисками или другими рабочими органами, обеспечивающими без дополнительной доводки после твердения или

с доводкой качества поверхности готовых изделий в соответствии с требованиями нормативных документов на эти изделия.

Заглаживание поверхностей изделий, изготовленных из подвижных бетонных смесей, производят не ранее чем через 30 мин. после формообразования.

4.6.4.2 Основные параметры рабочих органов заглаживающих машин (размер, скорость, удельное давление на обрабатываемую смесь) и удобоукладываемость смесей должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 5. Изделия, изготовленные из подвижных бетонных смесей, следует выдерживать после формования в течение времени, необходимого для достижения требуемой для отделки структурной прочности смеси, но, как правило, не менее 30 мин.

4.6.4.3 Для получения гладких поверхностей (с минимальным числом и размером пор) необходимо применять в зависимости от конкретных условий производства специальные технологические приемы и методы, в том числе:

- эмульсионную смазку типа ОЭ-2 в сочетании с подстилающим слоем из литого цементного раствора, коллоидно-цементного раствора или клея, а также с водной пластификацией нижнего слоя бетонной смеси непосредственно перед укладкой;
- эмульсионную смазку на основе восковых компонентов в сочетании с подвижными бетонными смесями;
- укладку на поддоны специальных паст;
- стеклопластиковые или железобетонные поддоны с полимерным покрытием при применении ударных или других режимов уплотнения бетонных смесей;
- высокочастотные режимы уплотнения.

Все вышеприведенные технологические приемы могут быть применены в сочетании с пластификацией подстилающего слоя бетона литым раствором.

4.6.5 Немедленная или ускоренная распалубка. Безопалубочное формование

4.6.5.1 При массовом изготовлении относительно простых однотипных изделий, формируемых из жестких бетонных смесей, для значительного снижения металлоемкости технологической опалубки, связанных с ней эксплуатационных и трудовых затрат в обоснованных случаях следует применять немедленную распалубку путем снятия бортовой оснастки после формования изделий (в циклических процессах) или безопалубочное формование (в непрерывных процессах) с соблюдением всех установленных требований к геометрической точности и другим характеристикам готовых изделий.

Таблица 5 - Основные параметры рабочих органов заглаживающих машин

Рабочий орган	Назначение	Определяющий размер рабочего органа, мм	Скорость			Удельное давление на обрабатываемую поверхность	Жесткость бетона смеси
			продольного движения, м/мин	поперечного движения, м/мин	движения рабочего органа		
Брус с возвратно-поступательным движением	Калибрование, предварительное заглаживание	Ширина от 150 до 300	от 0,6 до 1,5	-	от 60 до 180 ходов/мин при смещении за один	от 0,3 кПа до 0,5 кПа (от 30 до 50 кгс/м ²)	5-2-

					Ход на от 60 до 150 мм		
Валок	Калибрование, предварительное и окончательное заглаживание	Диаметр от 140 до 250	от 1 до 3,5	-	от 5 м/с до 6 м/с	от 1 до 2 кН/м (от 100 до 200 кгс/м ²)	10- 2-
Диск	Окончательное заглаживание	Диаметр от 800 до 1000	от 5 до 8	от 4 до 6	от 9 до 15 м/с	от 0,4 до 1,2 кПа (от 40 кгс/м ² до 120 кгс/м ²)	10- 1-

*) Погружение конуса СтройЦНИЛ

4.6.5.2 При массовом изготовлении изделий широкой и изменяемой номенклатуры и применении умеренно жестких и малоподвижных бетонных смесей для целей, указанных в 4.6.5.1, при соответствующем обосновании следует использовать ускоренную распалубку (частичную немедленную, поэтапную или комбинированные приемы), при которой немедленно после формования снимаются только отдельные вкладыши или базовые элементы бортооснастки, а другие элементы (профилеобразующие и т. п.) снимаются после кратковременного выдерживания или предварительной тепловой обработки свежесформованных изделий в течение от 0,5 до 2 ч.

4.6.5.3 При необходимости требуемую прочность следует достигать за счет повышения жесткости смеси и интенсификации процесса уплотнения, применения добавок-ускорителей, вакуумирования, предварительного выдерживания и других приемов. Во всех случаях структурная прочность уплотненных смесей должна быть не менее 0,1 МПа (1 кгс/см²), а направления распалубочных усилий следует задавать, как правило, из условия отделения элементов бортооснастки за счет ее сдвига относительно поверхности распалубливаемых изделий.

4.6.5.4 При безопалубочном формовании, немедленной и ускоренной распалубке должно быть обеспечено: свободное вхождение в оснастку арматурного каркаса; плавное, без резких толчков транспортирование свежераспалубленных изделий на поддонах. Отделка поверхностей изделий должна осуществляться с приложением незначительных усилий.

4.6.5.5 Безопалубочное формование изделий на длинных стендах следует применять для изготовления сплошных и пустотных предварительно напряженных изделий, преимущественно длинномерных, с использованием бетонных смесей жесткостью не менее 15 с (V2) и скоростью формования не менее 1 м/мин.

4.7 Тепловая обработка изделий

4.7.1 Твердение бетона и тепловая обработка

4.7.1.1 Твердение бетона изделий, изготовленных в заводских условиях, может осуществляться в естественных условиях, в тепловых агрегатах или с применением беспрогревной технологии выдерживания. Передаточная и отпускная прочность бетона должны соответствовать указанным в нормативных документах и рабочей документации на изделия с учетом требований [ГОСТ 13015](#).

В процессе твердения бетона в указанных выше условиях должны быть получены изделия требуемого качества с установленными нормативными документами и рабочими чертежами значениями прочности, морозостойкости, водонепроницаемости бетона, отпускной влажности конструкционно-теплоизоляционного легкого бетона в заданные сроки и при обоснованных энергетических затратах.

Естественное твердение бетона изделий допускается применять в теплый период года при соответствующем технико-экономическом обосновании и наличии необходимых производственных условий: среднесуточная температура окружающей среды 293 К (20°C) + 20 К (°C), относительная влажность воздуха не ниже 90%. При пониженной влажности

воздуха открытые поверхности бетона следует периодически увлажнять до набора 50% прочности, соответствующей проектному классу.

4.7.1.2 Тепловую обработку изделий следует производить в тепловых агрегатах с применением режимов, обеспечивающих минимальный расход топливно-энергетических ресурсов и достижение бетоном заданных распалубочной, передаточной и отпускной прочности.

4.7.1.3 При тепловой обработке изделий из конструкционно-теплоизоляционного легкого бетона, кроме характеристик, указанных в 4.7.1.1, должны быть обеспечены требуемая стандартом и рабочей документацией на изделия отпускная влажность бетона, а для изделий из напрягающего бетона - заданное самонапряжение.

Тепловую обработку напорных виброгидропрессованных труб и труб со стальным сердечником следует производить с учетом требований обязательных приложений Б и Е, а изделий из жаростойкого бетона на ортофосфорной кислоте - обязательного приложения Г.

4.7.1.4 Способ тепловой обработки железобетонных изделий при проектировании предприятий следует выбирать на основании технико-экономического обоснования в зависимости от принятой (или существующей) технологии изготовления конструкций (стендовая, поточно-агрегатная, конвейерная), наличия теплоносителей и конструктивных особенностей изделий (конфигурации, габаритов и массы) в целях обеспечения главного условия производства: достижения проектной производительности технологической линии при минимальных экономических затратах и обеспечения требуемого качества и долговечности конструкций, эффективного использования топливно-энергетических ресурсов.

4.7.1.5 Для сокращения цикла тепловой обработки изделий и увеличения оборачиваемости форм следует применять химические добавки-ускорители, быстротвердеющие цементы, предварительный пароразогрев или электроразогрев бетонных смесей, двухстадийную тепловую обработку и другие приемы при соответствующем технико-экономическом обосновании применительно к конкретным условиям и технологическим схемам производства. Для предварительно напряженных конструкций, изготавливаемых в силовых формах, двухстадийная обработка допускается при специальном обосновании.

4.7.1.6 При проектировании технологических линий следует стремиться к использованию минимального количества энергоносителей и не включать в проекты дефицитные для данного региона теплоносители. На основании технико-экономических расчетов и целесообразности его применения в конкретных условиях производства с учетом энергетических балансов предприятий следует осуществлять выбор теплоносителя.

4.7.2 Тепловые агрегаты

4.7.2.1 Тепловые агрегаты (камеры периодического или непрерывного действия, в том числе ямные, туннельные, щелевые, термоформы, кассеты, стенды, гелиоформы и т. п.) и теплоносители (водяной пар, горячая вода, электроэнергия, горячий воздух, продукты сгорания природного газа, высокотемпературные масла, солнечная энергия и т. п.) следует выбирать исходя из технико-экономической целесообразности в зависимости от типа технологических линий (конвейерные, поточно-агрегатные, кассетные, стендовые), конструктивных особенностей изделий и климатических условий в соответствии с действующей нормативно-технической документацией.

4.7.2.2 Ограждающие конструкции пропарочных камер и съёмные колпаки должны быть прочными, паронепроницаемыми, обеспечивать надёжную теплоизоляцию и герметизацию их внутреннего объёма, исключаящую потери паровоздушной смеси в период тепловой обработки.

4.7.2.3 Тепловую обработку изделий из конструкционно-теплоизоляционного легкого бетона необходимо производить в камерах сухого прогрева или термоформах, а

предварительно напряженных конструкций, изготавливаемых в силовых формах, - в туннельных или одноярусных ямных камерах.

4.7.2.4 С целью оптимального расходования тепловой энергии при тепловой обработке изделий следует обеспечивать оперативный учет расхода энергии и максимально использовать рабочее пространство камер.

4.7.2.5 Тепловые установки должны быть оборудованы устройствами, обеспечивающими подачу требуемого количества тепла и заданные режимы тепловой обработки, а также приборами автоматического учета расхода тепловой энергии, регулирования, контроля температуры и влажностного режима.

4.7.2.6 В тепловых агрегатах следует обеспечивать относительную влажность среды в период изотермического прогрева изделий из тяжелого, мелкозернистого, конструкционного легкого и напрягающего бетонов не ниже 90%. При относительной влажности среды ниже 90% следует обеспечить защиту бетона изделий от испарения влаги.

4.7.2.7 При создании новых и реконструкции действующих агрегатов для тепловой обработки изделий следует предусматривать специальные меры по экономному расходованию тепловой энергии и устранению ее потерь, в том числе: теплоизоляция ограждений камер, элементов термоформ и кассетных установок; выполнение ограждающих конструкций камер из легкого бетона; гидрозащита теплоизоляционного слоя в ямных камерах, термоформах, кассетах, стендах; надежное уплотнение торцевых проемов в туннельных камерах и т.п.

4.7.2.8 На предприятиях по выпуску сборного железобетона должны быть составлены технические паспорта, в которых необходимо иметь теплотехническую оценку тепловых агрегатов в виде величин удельной теплообменной характеристики ограждений $q_{m,0}$ и удельной теплоаккумуляционной характеристики ограждений $q_{m,a}$.

4.7.2.9 Удельная теплообменная характеристика ограждений установки ускоренного твердения бетона устанавливает расчетные теплотери 1 м^3 внутреннего объема установки за 1 ч. при разности температур внутри установки и окружающей среды равным 1°C и определяется по формуле:

$$q_{m,0} = \frac{\sum_{i=1}^n Q^i + \zeta'(Q^{\text{ЭП}} + Q^{\text{БК}})}{V_y \left(\tau_u + \frac{\tau_n + \tau_{\text{охл}}}{2} \right) (t_u - t_n)}, \quad (1)$$

где Q^i - затраты тепловой энергии в установке ускоренного твердения бетона, связанные с теплообменом, кДж;

ζ' - доля затрат тепловой энергии, связанных с утечками (или нерациональным использованием электроэнергии);

$Q^{\text{ЭП}}$, и потерями вторичных энергоресурсов;

$Q^{\text{БК}}$, приходящаяся на расход тепловой энергии через ограждения установки;

V_y - объем установки, м^3 ;

τ_u , τ_n , $\tau_{\text{охл}}$ - соответственно продолжительность периодов изотермического прогрева изделий, подъема температур и снижения температуры в установке, ч;

t_u - температура изотермического прогрева, $^\circ\text{C}$;

t_n - начальная температура воздуха в установке, $^\circ\text{C}$.

4.7.2.10 Удельная теплоаккумуляционная характеристика ограждений устанавливает расчетные затраты теплоты на нагрев ограждений при изменении температуры установки на 1°C , отнесенные к 1 м^3 установки:

$$q_{ma} = \frac{\sum_{j=1}^n Q^H + \xi^H (Q^{ЭП} + Q^{БК})}{V_y (t_u - t_n)}, \quad (2)$$

где Q^H - затраты тепловой энергии, связанные с нагревом ограждений;
 ξ^H - доля затрат тепловой энергии, связанных с утечками (или нерациональным использованием электроэнергии) и потерями вторичных энергоресурсов, приходящаяся на нагрев ограждений.

4.7.2.11 Затраты тепловой энергии при определении тепловых характеристик установок ускоренного твердения бетона рассчитываются по условиям нормирования расхода тепловой энергии на заводах сборного железобетона.

4.7.2.12 Величины характеристик ограждений тепловых агрегатов не должны превышать значений, приведенных в [таблице 6](#).

4.7.2.13 Крышки ямных камер должны обеспечивать сток конденсата к стенкам в гидравлические замки, а на полигонах они должны обеспечивать свободный сток атмосферных осадков: ограждающие конструкции этих камер должны быть теплоизолированными как с внутренней, так и с наружной стороны.

4.7.2.14 Теплотехническое оборудование камер должно обеспечивать:

- осуществление заданного температурного режима тепловой обработки железобетонных конструкций;
- требуемую равномерность распределения температуры греющей среды по объёму камер;
- требуемую относительную влажность паровоздушной смеси в камере;
- сообщение внутреннего объёма камеры, содержащего греющую среду, с наружным воздухом через гидравлические клапаны;
- сток конденсата с пола камер в канализацию через запорные гидравлические устройства.

Таблица 6 - Величины характеристик ограждений тепловых агрегатов

Содержание нормативного требования	Значение нормативного требования	Объем контроля	Метод контроля
1 Термическое сопротивление ограждений вновь строящихся и реконструируемых установок ускоренного твердения всех типов, находящихся в цехах, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$	Не менее 1,3	Все ограждения, за исключением гидрозамков	При проектировании - по расчету, при эксплуатации - выборочным контролем теплофизических свойств материалов и натурным обследованием ограждений
2 То же, но находящихся на полигонах, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$	Не менее 2	То же	То же
3 Удельная теплообменная характеристика ограждений установок ускоренного твердения бетона, тыс. $кДж / (m^3 \cdot ч \cdot ^\circ C)$:			
а) вновь строящихся и			

реконструируемых пропарочных камер:			
ямных	Не более 12	Камера	По расчету
тоннельных	Не более 5	То же	То же
б) построенных по старым типовым проектам пропарочных камер:			
ямных	Не более 15	То же	То же
тоннельных;	Не более 7	То же	То же
в) теплоизолированных форм для изготовления балок	Не более 12	Форма	То же
4 Удельная теплоаккумуляционная характеристика ограждений установок ускоренного твердения бетона, тыс. кДж/(м ³ · ч · °С):			
а) вновь строящихся и реконструируемых пропарочных камер:			
ямных;	Не более 130	Камера	По расчету
тоннельных;	Не более 90	То же	«
б) построенных по старым типовым проектам пропарочных камер:			
ямных	Не более 400	То же	То же
тоннельных;	Не более 350	То же	То же
в) теплоизолированных форм для изготовления балок;	Не более 100	Термоформа	То же
г) установок с использованием съемных колпаков	Не более 130	Установка	То же
5 Выдерживаемое избыточное давление при проверке камер на герметичность	Не менее 50 мм вод.ст.	Камера	Манометрический
6 Срок службы пропарочных камер до капитального ремонта	Не менее 6 лет	То же	Ежегодное натурное обследование
7 Допускаемый перепад температур по высоте камер тепловой обработки:			
ямных	Не более 5°С	То же	С помощью термометров
тоннельных;	Не более 10°С	То же	С помощью термометров или термопар
8 Допускаемый перепад температур в одном уровне:			
по длине тоннельных камер или их секций	Не более 10°С	Камера или секция	То же
по высоте нагревательных отсеков термоформ	Не более 5°С	В торцевых и в средней части	С помощью термометров или

		термоформы	термопар
по длине термоформ	Не более 10°C на всю длину термоформы и не более 3°C на каждый метр термоформы	Через каждые 2 м длины термоформы	То же
9 Допуски в укладке и содержании рельсовых путей в камерах и в местах передвижки стенов с изделиями, имеющими прочность бетона до 50% от проектной	В соответствии с правилами содержания железных дорог нормальной колеи 1 категории	Через каждый метр колеи не реже 2 раз в месяц	С помощью шаблонов и уровней, а также нивелиров

4.7.2.15 Для стабилизации температуры паровоздушной среды по объему камер в соответствии с требованиями граф 7, 8 [таблицы 6](#), улучшения условий теплообмена, управления расходом пара при помощи прямого регулирования ямные и тоннельные камеры и переносные колпаки необходимо оборудовать изотермосмесителями или эжекторами-терморегуляторами, количество которых должно определяться по расчету.

Для увлажнения паровоздушной среды в период изотермического выдерживания изделий, не защищенных от высушивания (при относительной влажности менее 95%), ямные и тоннельные камеры, а также съемные колпаки необходимо оборудовать увлажнителями.

Для обеспечения остывания изделий после изотермического выдерживания с заданной скоростью ямные и тоннельные камеры должны быть оборудованы системой вентиляции.

4.7.2.16 Все типы агрегатов для ускоренного твердения бетона должны быть, как правило, оборудованы системами автоматизации, обеспечивающими регулирование режимов тепловой обработки в требуемых пределах и контроль требуемых параметров: температуры греющей среды, температуры и прочности бетона, а также расхода тепловой энергии на технологические нужды.

Конструкции обогревающих элементов термоформ для контактного обогрева, системы подачи и распределения теплоносителя, а также регулирования температуры греющей среды или бетона должны обеспечивать получение заданного температурного режима по длине и высоте изготавливаемого изделия.

Обогрев термоформ целесообразно осуществлять с помощью регистров. Подача теплоносителя непосредственно в полости термоформ для изделий сложной конфигурации не рекомендуется.

Теплоизолирующая оснастка термоформ должна включать в свой состав инвентарные теплозащитные покрытия для защиты открытых поверхностей бетона изготавливаемой конструкции от охлаждения и высыхания. Влаготеплозащитное покрытие может, например, состоять из полотнищ полимерной пленки или прорезиненной ткани, укладываемой непосредственно на бетон, и теплоизолирующих матов из стекловолокна, поролон, льноватина или других теплоизолирующих материалов. В проектах должны быть технические решения по укладке теплоизолирующих покрытий.

4.7.2.17 Для «смягчения» теплового удара на бетонные и железобетонные конструкции в холодный период года при выдаче их из цеха на склад готовой продукции необходимо использовать остывочные помещения и камеры шлюзования.

4.7.2.18 Ограждающие конструкции помещений для остывания конструкций и камер шлюзования с целью экономии тепловой энергии необходимо устраивать из эффективных теплоизоляционных материалов. Термическое сопротивление таких ограждающих конструкций должно составлять $1 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ для районов с расчетной среднесуточной

температурой наружного воздуха ниже минус 40°C; $0,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ для районов с расчетной среднесуточной температурой наружного воздуха от минус 30°C до минус 40°C и $(0,1-0,2) \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ для районов с расчетной среднесуточной температурой наружного воздуха от минус 15°C до минус 30°C.

4.7.2.19 Камеры температурного шлюзования должны иметь устройства для обогрева (при необходимости), регулирования распределения температуры по объему, например, подачей воздуха из верхней части в нижнюю, а при расчетной температуре наружного воздуха ниже минус 30°C их необходимо оборудовать системой автоматики, обеспечивающей снижение температуры воздуха по заданной программе.

При конструировании стендов, опалубки и форм необходимо учитывать неблагоприятное тепловое взаимодействие их с конструкцией и предусматривать мероприятия по предупреждению трещинообразования от такого воздействия.

4.7.2.20 Тепловую обработку конструкций, имеющих конфигурацию, большие габариты и «разномассивность» отдельных ее элементов (двутавровые балки, коробчатые блоки, блоки плитно-ребристой конструкции и др.), в термоформах целесообразно осуществлять с дифференцированной подачей тепла в различные ее элементы, обеспечивающей равномерность разогрева бетона и набора твердеющим бетоном прочности по сечению конфигурации.

4.7.2.21 С целью соблюдения нормативного расхода тепловой энергии при тепловой обработке необходимо обеспечить оперативный учет расхода энергии, максимально использовать рабочее пространство камер, увеличить коэффициент их заполнения и осуществлять мероприятия по максимальному снижению теплопотерь.

Тепловые установки должны быть оборудованы устройствами, обеспечивающими подачу требуемого количества тепла и заданные режимы тепловой обработки, а также приборами автоматического учета расхода тепловой или электрической энергии, регулирования, контроля температуры и влажностного режима.

4.7.2.22 Системы автоматизации тепловой обработки могут быть простейшими, регулирующими только температуру греющей среды (или температуру твердеющего бетона) или сложными - обеспечивающими оптимальный синтез по времени прогрева бетона или оптимальный синтез по температуре (микропроцессорные устройства, учитывающие ритм технологического потока и автоматически выбирающие температурный режим изделия с учётом имеющегося лимита времени на тепловую обработку, а так же выдающие паспорта по тепловой обработке каждого изделия).

4.7.3 Режимы тепловой обработки

4.7.3.1 Режимы тепловой обработки следует назначать путем установления оптимальной длительности и температурно-влажностных параметров отдельных его периодов.

4.7.3.2 Длительность предварительного выдерживания следует назначать исходя из условий производства.

4.7.3.3 Определение режима тепловой обработки бетонных и железобетонных изделий следует осуществлять по методикам научно-исследовательских организаций с учетом свойств применяемого цемента (группы эффективности при пропаривании), вида бетона, теплофизических и геометрических характеристик изделий, конструкции агрегата, характеристик теплоносителя и процесса теплообмена в агрегате, тепловых потерь агрегата в периоды нагрева, изотермического прогрева, остывания, загрузки и выгрузки изделий.

4.7.3.4 При назначении режимов тепловой обработки изделий следует по возможности назначать низкотемпературные режимы изотермического прогрева, обеспечивающие экономию тепловой энергии за счет уменьшения теплопотерь в окружающую среду и исключение возможности проявления деструктивных процессов в бетоне.

4.7.3.5 При назначении длительности изотермического прогрева изделий необходимо учитывать рост прочности бетона при их выдерживании в тепловых агрегатах без

дополнительного теплоподвода (или с теплоподводом для компенсации теплопотерь), в период межсменных перерывов, во время выполнения доводочных работ в цехе и при хранении на утепленных складах.

4.7.3.6 При тепловой обработке изделий в кассетных установках следует обеспечивать равномерный нагрев изделий.

4.7.3.7 Режимы тепловой обработки следует назначать путем предварительного выдерживания, подъема температуры, изотермического прогрева (в том числе термосного выдерживания) и остывания с использованием, как правило, систем автоматического управления параметрами.

4.7.3.8 Длительность предварительного выдерживания следует назначать, исходя из условий производства, но, как правило, не менее времени, приведенного в таблице 7.

4.7.3.9 При применении малонапорных и индукционных камер, кассетных установок, предварительно разогретых смесей или при подъеме температуры в среде с пониженной влажностью, а также при изготовлении изделий из жестких бетонных смесей с применением дисперсного армирования допускается тепловая обработка без предварительного выдерживания. При изготовлении предварительно напряженных конструкций в силовых формах предварительное выдерживание не должно превышать 1 ч.

4.7.3.10 Продолжительность предварительного выдерживания и скорость подъема температуры в тепловых агрегатах подлежит уточнению в опытным порядке, в особенности, для бетонов, модифицированных химическими добавками.

4.7.3.11 Скорость подъема температуры в камерах и термоформах следует назначать с учетом конструкции изделий (однослойные, многослойные и т. п.), их массивности, конкретных условий производства, но, как правило, не более величин, указанных в таблице 6, за исключением случаев применения специальных методов тепловой обработки (термопригруз, камеры с избыточным давлением и т. п.). Допускается подъем температуры среды с постоянно возрастающей скоростью или ступенчатый подъем температуры (кроме предварительно напряженных конструкций).

4.7.3.12 Максимальная температура изотермического прогрева изделий из тяжелого, мелкозернистого и легкого конструкционного бетона не должна превышать (80-85)°С при применении портландцемента и быстротвердеющего цемента и (90-95)°С - при применении шлакопортландцемента. При тепловой обработке изделий из конструкционно-теплоизоляционного легкого бетона температуру среды при изотермическом прогреве следует повышать до (90-95)°С при паропрогреве и применении продуктов сгорания природного газа и до (120-140)°С - при сухом прогреве электрическими и другими нагревателями. При тепловой обработке изделий из напрягающего бетона максимальная температура среды не должна превышать 85°С при использовании напрягающего цемента НЦ-10 и (70-80)°С при использовании напрягающих цементов НЦ-20 и НЦ-40.

4.7.3.13 При выдерживании изделий в нерабочее время в тепловых агрегатах подачу в них теплоносителя следует прекращать за (2-3) ч. до окончания изотермического прогрева, либо понижать температуру прогрева на (10-15)°С.

4.7.3.14 Скорость остывания среды в камерах в период снижения температуры изделий из тяжелого бетона после изотермического прогрева, как правило, должна быть не более 30°С/ч, а при повышенных требованиях по морозостойкости и водонепроницаемости, а также при тепловой обработке изделий из мелкозернистого и напрягающего бетонов, многослойных и с отделочными слоями - не более 20°С/ч. При выгрузке изделий из камер температурный перепад между поверхностью изделий и температурой окружающей среды не должен превышать 40°С.

4.7.3.15 Относительную влажность среды в период изотермического прогрева изделий из тяжелого, мелкозернистого, конструкционного легкого и напрягающего бетонов необходимо поддерживать на уровне (90-100)%. При использовании продуктов сгорания

природного газа подъем температуры следует осуществлять в среде с относительной влажностью (20-60)% с последующим доувлажнением до 80% на стадии изотермического прогрева. При относительной влажности среды менее 80% необходимо предусматривать мероприятия для защиты бетона изделий от испарения влаги. При тепловой обработке изделий из конструкционно-теплоизоляционного легкого бетона относительную влажность среды следует поддерживать в пределах (20-60)%.

Таблица 7 - Длительность предварительного выдерживания

Вид бетона	Способ тепловой обработки	Предварительное выдерживание, ч, не менее	Начальная прочность бетона, МПа	Скорость подъема температуры, °С/ч, не более
Тяжелый и легкий конструкционный	Пропаривание в камерах	1	До 0,1	15
			0,1-0,2	25
			0,2-0,4	35
			0,4-05	45
			Св. 0,5	60
Тяжелый для предварительно напряженных конструкций, изготавливаемых:				
на стендах (без применения устройств для регулирования натяжения арматуры при тепловой обработке) в силовых формах	То же	1	0,2 и более	35
		-	До 0,2	60
Тяжелый с повышенными требованиями по морозостойкости, водонепроницаемости; мелкозернистый; жаростойкий	То же	3	-	15
Легкий конструкционно-теплоизоляционный	Сухой прогрев в камерах	1	-	50
	Пропаривание в термоформах	2	-	40
	Пропаривание в камерах	3	-	30

4.7.3.16 При тепловой обработке изделий в кассетных установках температура в нагревательных отсеках должна составлять (90-95)°С. При этом следует применять подъем температуры со скоростью (60-70)°С/ч и изотермический прогрев, разделенный на два периода: с подачей пара (тепла) в тепловой отсек и термосным выдерживанием без подачи пара (тепла); длительность этих периодов необходимо определять в зависимости от вида, класса (марки) бетона по прочности и толщины изделий с учетом требований нормативно-технической документации.

4.7.3.17 Двухстадийную тепловую обработку (первую стадию - для получения распалубочной прочности и вторую - для достижения отпускной и передаточной прочности) следует производить по режимам, устанавливаемым опытным путем.

4.7.3.18 При использовании предварительного разогрева бетонных смесей паром или электроэнергией температура смеси допускается, как правило, не более 60°C. При этом длительность последующей тепловой обработки в различных агрегатах следует сократить не менее чем на 1 ч. Время выдерживания изделий от окончания формования до начала тепловой обработки (без специальных мероприятий, предотвращающих остывание смеси) не должно превышать 20 мин.

4.7.3.19 Тепловую обработку в индукционных камерах следует применять при изготовлении густоармированных изделий (ригелей, балок, колонн, плит перекрытий и покрытий, опор ЛЭП, труб и т. п.) по режимам, применяемым в условиях прогрева в среде с пониженной относительной влажностью в соответствии с нормативно-технической документацией.

4.7.3.20 Перепад между температурой среды в камерах и температурой упоров при изготовлении изделий на стендах не должен превышать 65°C.

4.7.3.21 Беспрогревную технологию выдерживания изделий в агрегатах или пакетах форм после формования в летний период года следует применять при обязательном выполнении подбора состава бетона с химическими добавками в соответствии с настоящим сводом правил и при технико-экономическом обосновании с учетом затрат на повышенный расход цемента, химические и другие добавки.

4.7.3.22 При подборе состава бетона и режимов беспрогревного выдерживания изделий для обеспечения распалубочной и отпускной прочностей бетона следует учитывать влияние на набор ранней прочности бетона активности цемента в суточном и двухсуточном возрастах; ускорение твердения бетона за счет применения химических добавок; температурные условия твердения, в т. ч. повышение температуры за счет тепловыделения при гидратации цементов различного минералогического состава и дисперсности. Эти данные принимаются в соответствии с указаниями технологической документации и уточняются по результатам опытной проверки.

4.7.3.23 Монолитные и сборные бетонные и железобетонные изделия и конструкции на основе тонкомолятого цементно-золевого вяжущего, позволяющего до 50% сократить расход цемента, следует изготавливать по беспропарочной технологии.

4.7.3.24 При безопалубочном непрерывном виброформовании по окончании формования и покрытия свежетоформованного бетона теплоизолирующим покрывалом температуру масла в течение около 7 ч. следует поднимать до температуры от 170°C до 200°C, что обеспечит температуру стенда около 90°C, а прогрев бетона до (65±5)°C.

4.7.3.25 Контроль температуры бетона в период термообработки необходимо осуществлять согласно графикам связи температуры масла (вода) в системе и температуры бетона на основании показаний температуры масла (воды) на пульте нагревательной установки.

Изотермический прогрев необходимо производить в течение 7 ч, при этом температура масла (воды) плавно снижается до 100°C.

4.7.3.26 Во время термообработки следует осуществлять подтяжку стенда и арматуры при их удлинении автоматическим устройством, смонтированным на групповых гидродомкратах, за счет срабатывания концевого выключателя и автомата поддержания усилия натяжения арматуры. Время срабатывания автомата рекомендуется устанавливать с помощью реле времени примерно на 3 мин.

4.8 Распалубка, доводка, хранение и транспортирование изделий

4.8.1 После достижения бетоном распалубочной прочности следует производить распалубку изделий. При этом раскрытие бортов форм необходимо производить специальными машинами и механизированным ручным инструментом, а снятие изделий с поддонов и установку в рабочее положение для последующей доводки - специальными

устройствами - кранами и (или) кантователями в зависимости от требований, указанных в проектной документации.

4.8.2 Для предварительно напряженных изделий передачу обжатия на горячий бетон следует осуществлять после достижения им передаточной прочности. При этом снижение температуры бетона не должно превышать 15°C. Порядок отпуска натяжения арматуры (одновременно всех арматурных элементов или групп, поочередно отдельных элементов или групп) следует принимать в зависимости от технологии изготовления изделий и класса арматуры и осуществлять домкратами, клиновыми, рычажными и другими устройствами.

4.8.3 Допускается производить обрезку арматуры газокислородной горелкой, алмазным диском или дисковой пилой. Не допускается мгновенная передача усилия обжатия при диаметре стержней свыше 18 мм.

4.8.4 Снимаемые с формовочных линий изделия при необходимости следует доводить и комплектовать на специализированных отделочных постах или конвейерных линиях с применением машин, механизмов и механизированного инструмента.

Изделия после тепловой обработки или беспрогревного выдерживания при необходимости следует доводить и комплектовать в соответствии с требованиями нормативно-технической документации на эти изделия на специализированных отделочных постах или конвейерных линиях с применением машин, механизмов и механизированного инструмента.

4.8.5 Окончательная доводка и комплектация изделий должны включать:

- дополнительную шпатлевку, шлифовку поверхности, установку столярных изделий, если эти работы не выполнялись или не завершены на формовочной линии;
- устранение дефектов поверхности и граней изделий, очистку закладных изделий и кромок от наплывов, ремонт околос, раковин и устранение других дефектов;
- отделку или устранение дефектов фасадной поверхности, отделанной в процессе формования;
- обмазку гидроизоляционными покрытиями, инъекцию герметизирующих композиций;
- нанесение защитного слоя (торкретирование, набрызг и т. п.); снабжение изделий комплектами деталями в соответствии с проектной документацией.

Отделка фасадной поверхности изделий в зависимости от технологии изготовления изделий и требований проекта может включать: шлифование поверхности, нанесение фактурного слоя «шагрень», отделку полимерцементными составами, отделку полимерными составами, глазурование, окраску и другие работы.

4.8.6 При температуре наружного воздуха ниже 0°C изделия после снятия с формовочной линии до вывоза на склад готовой продукции необходимо выдерживать в теплом помещении при температуре не ниже 10°C не менее 6 ч.

4.8.7 По методу непрерывного безопалубочного виброформования отпуск натяжения производят групповым гидродомкратом на активном конце стенда с последующей обрезкой арматуры на пассивном конце стенда.

Резку бетонной полосы на изделия заданной длины производят пилой с алмазным диском, начиная с пассивного конца стенда. Возможно применение абразивных дисков.

Съем изделий со стенда и складирование их на свободном конце стенда или его продолжении производят самоходной подъемно-транспортной машиной с пневмоприсосками.

Дальнейшее транспортирование изделий на вывозную тележку или автомашину производят мостовым краном при помощи специальной траверсы беспетлевого подъема.

4.8.8 Хранение и транспортировку готовых бетонных и железобетонных изделий, принятых техническим контролем предприятия, следует проводить в соответствии с требованиями соответствующих нормативных документов, а при отсутствии их - в соответствии с [ГОСТ 13015](#). Бетонные и железобетонные изделия, принятые отделом

технического контроля, должны храниться горизонтально в штабелях или вертикально на стеллажах рассортированными по видам, маркам, партиям в специально оборудованных складах готовой продукции.

Изделия следует складировать, хранить и транспортировать по разработанным и утвержденным схемам в соответствии с требованиями нормативных документов на продукцию конкретных видов.

Складирование, хранение и транспортирование малогабаритных и легковесных изделий следует осуществлять в специализированных контейнерах или пакетах.

4.8.9 Для опирания изделий при хранении следует применять инвентарные подкладки толщиной не менее 100 мм или опоры другого типа, а между изделиями в штабеле - инвентарные прокладки прямоугольного (трапецеидального) поперечного сечения толщиной не менее 30 мм из дерева или других материалов, обеспечивающих сохранность изделий.

4.8.10 При наличии в изделиях выступающих частей или монтажных петель толщина подкладок должна превышать размер выступающих частей или петель не менее, чем на 20 мм.

Для изделий круглого поперечного сечения подкладки и прокладки должны иметь упоры против раскатывания.

4.8.11 Ширина проходов между штабелями должна быть не менее 1,0 м.

4.8.12 Ширина проходов между рядами штабелей должна быть не менее 1,5 м.

4.8.13 Высота штабелирования изделий при хранении в горизонтальном положении не должна превышать 2,5 м.

4.8.14 Для складирования и отгрузки изделий в штабелях высотой 1,6 м и более должны предусматриваться инвентарные лестницы.

Производственная площадь склада готовой продукции, запас изделий, ширина проездов на складе должны соответствовать действующим нормам технологического проектирования предприятий по производству железобетонных изделий.

4.8.15 При складировании и транспортировании строповку изделий следует производить в местах, указанных в рабочих чертежах.

Запрещается строповка изделий в произвольных местах, а также за выпуски арматуры.

4.9 Контроль качества

4.9.1 Контроль качества изделий должен осуществляться лабораторией и техническим контролем предприятия путем осуществления входного контроля поступающих на предприятие материалов и изделий, операционного контроля всех производственных процессов и приемочного контроля качества готовых изделий, в том числе с использованием неразрушающих методов.

4.9.2 При входном контроле качества цемента и заполнителей в целях регулирования состава бетона и обеспечения требуемых показателей качества изделий следует для каждой поступившей партии проверить: активность при пропаривании, нормальную плотность и сроки схватывания цемента; зерновой состав и загрязненность плотных заполнителей; насыпную плотность, зерновой состав и прочность пористых заполнителей.

Качество портландцемента и шлакопортландцемента должно соответствовать СТ РК EN 197-1, [ГОСТ 10178](#), плотных заполнителей, песка - [СТ РК EN 12620](#), [ГОСТ 8267](#), [ГОСТ 8736](#).

4.9.3 Операционный контроль качества должен включать контроль:

- влажности, гранулометрии, насыпной плотности (для легких бетонов) и точности дозирования заполнителей;
- правильности и точности изготовления арматурных и закладных изделий;
- продолжительности перемешивания бетонной смеси;
- свойств приготовленной смеси (подвижности или жесткости, средней плотности для легких бетонов, объема вовлеченного воздуха, температуры);

- геометрических размеров и состояния собранных форм;
- качества смазки и нанесения ее на форму;
- правильности установки арматурных, закладных изделий и фиксаторов защитного слоя арматуры;
- прочности анкеров арматуры, величины ее натяжения, положения анкерных головок перед отпуском натяжения;
- антикоррозионной защиты арматуры и закладных деталей;
- заданных режимов формования (коэффициента уплотнения, толщины слоя бетона, длительности формования, амплитуды и частоты колебаний, скорости непрерывного формования и др.);
- правильности установки и укладки комплектующих изделий, отделочных, теплоизоляционных и гидроизоляционных материалов;
- качества отделки изделий в процессе формования; структурной прочности уплотненной смеси и параметров немедленной или ускоренной распалубки;
- режима тепловой обработки изделий;
- распалубочной прочности изделий и режимов их распалубки после твердения;
- качества доводочных работ для повышения заводской готовности изделий;
- складирования и хранения готовых изделий.

4.9.4 Изделия, отформованные по безопалубочной технологии, должны иметь прямолинейные грани. Отклонение от прямой линии реального профиля поверхности и ребер изделий не должно превышать 3 мм на длине 2 м.

4.9.5 Внешний вид изделий должен удовлетворять следующим требованиям:

- нижняя (потолочная) поверхность должна быть гладкой, подготовленной под окраску без дополнительной отделки;
- на нижней (потолочной) поверхности изделий не допускаются местные наплывы, жировые и ржавые пятна и открытые воздушные поры диаметром и глубиной более 2 мм;
- не допускаются околы и наплывы по продольным нижним граням изделий;
- не допускаются околы бетона по горизонтальным кромкам торцов глубиной более 10 мм и длиной 50 мм на 1 м панели;
- не допускаются трещины, за исключением усадочных поверхностных шириной не более 0,1 мм;
- проскальзывание напряженной арматуры недопустимо.

4.9.6 Отклонение размеров многопустотных панелей не должно превышать:

- по длине и ширине - ± 5 мм;
- по толщине - ± 3 мм.

4.9.7 Толщина защитного слоя бетона до рабочей арматуры должна быть не менее 20 мм.

4.9.8 На нижней (потолочной) поверхности изделий не должно быть раковин. На верхних и боковых поверхностях изделий допускаются отдельные мелкие раковины диаметром не более 10 мм и глубиной до 5 мм.

В отформованных изделиях и конструкциях не допускаются обвалы, а также заполнение пустотных каналов бетоном.

Не допускаются околы бетона ребер глубиной более 5 мм на лицевых поверхностях и 8 мм - на нелицевых, общей длиной более 50 мм на 1 м панели.

Не допускаются трещины в изделиях, за исключением местных единичных поверхностных усадочных трещин шириной не более 0,2 мм.

4.9.9 Влажность бетона в изделиях (в процентах по массе) не должна превышать 15% для бетонов на пористом гравии и 20% - для бетонов на пористом щебне.

Влажность бетона в изделиях проверяется заводом-изготовителем не реже одного раза в месяц.

4.9.10 Контроль прочности бетона следует производить, как правило, по результатам испытания специально изготовленных или отобранных из конструкции контрольных образцов по [СТ РК EN 12504-1](#), [ГОСТ 10180](#), [ГОСТ 28570](#).

4.9.11 Для монолитных конструкций, кроме того, контроль прочности бетона следует производить по результатам испытаний контрольных образцов, изготавливаемых на месте укладки бетонной смеси и хранящихся в условиях, идентичных твердению бетона в конструкции, или неразрушающими методами ([ГОСТ 18105](#), [ГОСТ 22690](#), [ГОСТ 17624](#)).

4.9.12 Контроль прочности следует производить статистическим методом с учетом фактической неоднородности прочности бетона, характеризуемой величиной коэффициента вариации прочности бетона на предприятии-производителе бетона или на строительной площадке, а также при неразрушающих методах контроля прочности бетона в конструкциях.

4.9.13 Контроль морозостойкости, водонепроницаемости и плотности бетона следует производить, руководствуясь требованиями [ГОСТ 10060](#), [ГОСТ 12730.5](#), [ГОСТ 12730.1](#), [ГОСТ 12730.0](#), [ГОСТ 27005](#).

4.9.14 Контроль показателей качества арматуры (входной контроль) следует производить в соответствии с требованиями стандартов на арматуру и норм оформления актов оценки качества железобетонных изделий.

Контроль качества сварочных работ производят согласно СП РК 5.03-107, [СТ РК EN 10080](#), [ГОСТ 10922](#), [ГОСТ 23858](#).

4.9.15 Оценку пригодности конструкции по прочности, трещиностойкости и деформативности (эксплуатационной пригодности) следует производить по указаниям [ГОСТ 8829](#) путем пробного нагружения конструкции контрольной нагрузкой или путем выборочного испытания нагружением до разрушения отдельных сборных изделий, взятых из партии однотипных конструкций.

4.9.16 Предварительно напряженные изгибаемые изделия, такие как стропильные и подстропильные фермы и балки, плиты покрытий и перекрытий пролетом 12 м и более, ригели и балки пролетом 9 м и более, подкрановые балки, стойки опор ЛЭП, освещения и автоблокировки, должны также подвергаться периодическим испытаниям нагружением в процессе серийного производства в сроки, указанные в стандарте или рабочей документации на конкретное изделие.

Пункт 4.9.17. изложен в редакции [приказа Председателя Комитета по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства индустрии и инфраструктурного развития РК от 06.11.19 г. № 178-НК \(см. стар. ред.\)](#)

4.9.17 Для выборочного приемочного контроля партий готовых изделий по показателям точности размеров и формы изделий, ширины раскрытия технологических трещин, геометрических параметров, определяющих категорию бетонной поверхности, а также положения арматуры и толщины защитного слоя бетона из потока изделий в процессе их выпуска или после окончания изготовления контролируемой партии отбирают выборку по [ГОСТ 13015](#) и определяют в ней число изделий, не удовлетворяющих требованиям стандарта или рабочей документации по каждому из контролируемых показателей (число дефектных изделий по каждому из показателей).

4.9.18 Приемочный контроль качества готовых изделий и их маркировку следует производить в соответствии с требованиями соответствующих нормативных документов, а при отсутствии их - в соответствии с [ГОСТ 13015](#).

4.9.19 Все изделия, принятые техническим контролем, должны иметь штамп технического контроля с указанием в нем номера принятой партии изделий и номера партии бетона, примененного в этих изделиях.

Поставляемые потребителю партии изделий должны быть сформированы из изделий, имеющих штамп технического контроля. Каждая поставляемая партия должна сопровождаться документом о качестве в соответствии с требованиями нормативных документов, а при отсутствии их - в соответствии с [ГОСТ 13015](#).

4.9.20 Для управления производством и качеством бетона следует использовать вычислительную технику и автоматизированные системы управления с соответствующим математическим обеспечением, в частности использование математических моделей, связывающих свойства бетона с качеством используемых материалов, составом бетона и условиями производства.

Для проведения пооперационного контроля производства следует использовать экспресс-методы для быстрой оценки свойств материала или параметра процесса специальными полуавтоматическими и автоматическими средствами.

4.9.21 При изготовлении изделий нерегулярно или в небольшом количестве при обеспечении однородности качества продукции в состав партии допускается включать изделия, изготовленные в течение нескольких суток, но не более одной недели.

4.9.22 Приемка осуществляется на основе документированных результатов:

- входного контроля покупных материалов, комплектующих изделий;
- операционного контроля, выполняемого в процессе производства;
- приемочного контроля арматурных и закладных изделий;
- периодических испытаний применяемого бетона и готовых изделий;
- приемосдаточных испытаний партий бетона и партии готовых изделий.

4.9.23 При документировании результатов приемосдаточных испытаний партии готовых изделий в соответствующих паспортах или других документах должны указываться номера и даты изготовления партий бетона, примененных для изготовления данной партии изделий.

4.9.24 Марка изделия должна соответствовать установленной рабочими чертежами. При использовании рабочих чертежей типовых конструкций по согласованию изготовителя с потребителем на изделия могут наноситься сокращенные условные обозначения, принятые в проекте конкретного здания или сооружения.

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

4.9.26 Погрузку, транспортирование, разгрузку и хранение готовых изделий следует производить, соблюдая меры, исключающие возможность их повреждения.

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

4.9.28 Транспортированию подлежат только те изделия, прочность бетона которых достигла требуемой отпускной прочности.

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

4.9.29 Площадка склада должна иметь плотную, выровненную поверхность с небольшим уклоном для водоотвода.

4.9.30 Изделия следует укладывать (устанавливать) на складе так, чтобы были видны маркировочные надписи и знаки, а также обеспечена возможность захвата каждого отдельно стоящего изделия (или верхнего изделия в штабеле), контейнера или пакета краном и свободного подъема для погрузки на транспортные средства.

4.9.31 Высота штабеля изделий должна быть не более установленной стандартом или рабочей документацией на эти изделия.

4.9.32 Размеры проходов и проездов между штабелями или отдельными изделиями на складе должны соответствовать установленным в СН РК 1.03-14, освещение принимается по [СП РК 2.04-104](#).

5. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА, ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Пункт 5.1. изложен в редакции [приказа](#) [Председателя Комитета по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства индустрии и инфраструктурного развития РК от 06.11.19 г. № 178-НК \(см. стар. ред.\)](#)

5.1 Безопасность в производстве изделий должна быть обеспечена выбором соответствующих технологических процессов, приемов и режимов работы производственного оборудования, рациональным его размещением, выбором рациональных способов хранения и транспортирования исходных материалов и готовой продукции, профессиональным отбором и обучением работающих и применением средств защиты. Производственные процессы должны соответствовать нормативно-техническим документам, а также ведомственным правилам охраны труда и техники безопасности и [ГОСТ 12.3.002](#), а применяемое оборудование - [ГОСТ 12.2.003](#).

5.2 Особые меры предосторожности следует соблюдать при изготовлении предварительно напряженных железобетонных конструкций.

К обслуживанию натяжных устройств, работе по заготовке и натяжению арматуры, обслуживанию электротермических и электротермомеханических установок следует допускать только специально обученных людей. Необходимо предусматривать и строго соблюдать меры предосторожности на случай обрыва арматуры.

5.3 Способы безопасного производства погрузочно-разгрузочных и складских работ должны соответствовать требованиям [ГОСТ 12.3.009](#). Порядок и способы безопасного производства работ должны быть изложены в технологической документации предприятия.

5.4 При проведении погрузочно-разгрузочных работ не допускается нахождение людей и передвижение транспортных средств в зоне возможного падения.

К выполнению погрузочно-разгрузочных работ допускается специально обученный персонал.

5.5 При производстве сборных железобетонных конструкций и изделий все технологические процессы изготовления изделий, связанные с разгрузкой, транспортированием, дроблением, дозированием, помолом пылящих материалов и обработкой готовых изделий, должны быть максимально механизированы и автоматизированы, а оборудование оснащено герметичными укрытиями с подключением их к системам аспирации и обеспыливания.

5.6 При применении химических добавок для приготовления бетонной смеси к работе допускается обученный безопасным методам работы персонал, прошедший медицинское обследование, у них не должно быть повреждений кожного покрова (ссадины, ожоги и т. д.), поражение век и глаз. При попадании добавок на незащищенную поверхность тела ее следует промыть под проточной водой.

5.7 Концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны, его температура, влажность и скорость движения не должны превышать установленных [ГОСТ 12.1.005](#).

5.8 Во всех производственных и бытовых помещениях следует устраивать естественную, искусственную или смешанную вентиляцию, обеспечивающую чистоту воздуха.

5.9 Для снижения уровня шума следует предусматривать мероприятия по [ГОСТ 12.1.003](#) и нормативным документам по защите от шума в строительстве.

5.10 Уровень вибрации на рабочих местах не должен превышать установленный [ГОСТ 12.1.012](#). Для устранения вредного воздействия вибрации на работающих необходимо применять специальные мероприятия: конструктивные, технологические и организационные, средства виброизоляции и виброгашения, дистанционное управление, средства индивидуальной защиты.

5.11 На производственных участках, в том числе связанных с применением веществ, используемых для смазки форм, химических добавок, приготовлением их водных

растворов и бетонов с химическими добавками следует строго соблюдать требования санитарной безопасности, взрывобезопасности.

5.12 При производстве изделий следует применять технологические процессы, не загрязняющие окружающую среду, и предусматривать комплекс мероприятий с целью ее охраны. Содержание вредных веществ в выбросах не должно вызывать увеличения их концентрации в атмосфере населенных пунктов и в водоемах санитарно-бытового пользования выше допустимых величин, установленных санитарными нормами.

5.13 Производственные процессы следует планировать и развивать таким образом, чтобы они давали как можно меньше отходов, а также поощрять переработку материалов и компонентов или их вторичное использование.

5.14 В целях соблюдения требований охраны окружающей среды на производстве необходимо учитывать следующие факторы:

- а) выброс в атмосферу большого количества пылевых частиц различных фракций и газов от двигателей внутреннего сгорания;
- б) выработка большого количества отходов производства;
- в) разнообразные временные стоки в существующие сети водоотведения (включая токсичные).

6. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

6.1 В целях достижения оптимальных технико-экономических показателей производства сборных железобетонных конструкций и изделий и дальнейшего сокращения расхода энергии на технологические процессы рекомендуется предусматривать:

- а) применение эффективного технологического оборудования соответствующего номенклатурного ряда с повышенным КПД;
- б) утилизацию теплоты отходящего воздуха и сточных вод, использование возобновляемых источников энергии (солнечной, ветра и т. д.);
- в) сокращение времени тепловой обработки изделий как за счет использования высокоэффективных химических добавок, ускоряющих твердение, так и за счет инновационных инженерных решений самих тепловых установок;
- г) применение в процессе подготовки исходных материалов и производства изделий механохимической активации, элементов нанотехнологии.

6.2 Энергосбережение при производстве изделий должно обеспечиваться:

- а) правильным выбором материалов для бетона, определением оптимального состава бетона, рациональной организацией его производства. Показатели бетона должны достигаться при минимальном расходе ресурсов;
- б) снижением цементоемкости производства за счет правильного выбора цемента в зависимости от прочности бетона и условий его эксплуатации, введением добавок, применением чистых заполнителей, оптимального зернового состава и максимальной крупности, выбором оптимального соотношения между песком и щебнем, применением микрозаполнителей, в т. ч. золы уноса, правильным назначением класса бетона;
- в) сокращением потерь цемента на производстве при транспортировании, складировании и хранении.

6.3 При производстве изделий должны учитываться предельно допустимые нагрузки на окружающую среду, предусматриваться надежные и эффективные меры предупреждения, устранения загрязнения вредными отходами, их обезвреживание и утилизация, внедрение ресурсосберегающих, малоотходных и безотходных технологий и производств.

6.4 Для обеспечения экономии природных ресурсов в производстве сборных железобетонных изделий и конструкций следует использовать автоматизированную систему, управляющую расходом материалов, что обеспечивает точную дозировку и сводит к минимуму потери сырья.

6.5 Для достижения минимального расхода ресурсов при обеспечении заданных показателей качества и свойств изделий и конструкций следует организовать более жесткий контроль качества применяемого сырья и готовой продукции.

6.6 При производстве изделий необходимо предусматривать улучшение технических средств транспортировки и хранения сырья для снижения потерь сырья.

6.7 Для сокращения затрат ресурсов следует предусматривать оптимизацию производственных процессов, модернизацию оборудования, выпуск более эффективных изделий и конструкций.

6.8 Для снижения потребления материальных ресурсов к необходимому уровню рационального расхода ресурсов необходимо организовать процесс нормирования потребления материальных ресурсов.

6.9 Для сокращения расхода металла в производстве изделий необходимо повышать качество арматурной стали, организовать ее производство и поставку в необходимом ассортименте.

6.10 В целях экономии природного сырья при одновременном повышении теплозащитных характеристик при производстве изделий следует широко использовать отходы промышленности, в том числе золы, шлаки, отходы обогащения и т. д.

6.11 Для повышения энергоэффективности и снижения расхода арматуры при производстве железобетонных конструкций и изделий следует применять эффективные методы формования, в том числе непрерывное безопалубочное виброформование.

6.12 В целях рационального использования материалов следует организовать переработку и повторное использование образующихся отходов (рециклинг).
Преимущества рециклинга отходов производства:

- а) обеспечивает экономию природных материалов;
- б) снижает себестоимость продукции, облегчает проблему утилизации отходов;
- в) способствует решению экологических проблем, сберегает сырьевые ресурсы.

6.13 Для переработки строительного материала на производстве необходимо четко разграничивать место сбора материала для переработки, утилизации и повторного использования.

6.14 Для снижения водопотребления необходимо:

- а) использование водопонижающих химических добавок, применение жестких и малоподвижных смесей;
- б) максимально осуществлять повторное применение воды, производить ее очистку.

Приложение А *(обязательное)*

Дополнительные требования к заполнителям для бетонов, предназначенных для различных видов строительства

А.1 Заполнители для бетона транспортного строительства

А.1.1 Содержание пылевидных и глинистых частиц в щебне из осадочных пород не должно превышать следующих значений, в процентах по массе:

1 - для бетона пролетных строений мостов, мостовых конструкций зоны переменного уровня воды, водопропускных труб, железобетонных шпал, опор контактной сети, линий связи и автоблокировки, опор ЛЭП;

2 - для бетона монолитных опор мостов и фундаментов водопропускных труб, расположенных вне уровня зоны переменного уровня воды.

А.1.2 Содержание в крупных заполнителях зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы для бетонов железобетонных шпал, опор ЛЭП, контактной сети, линий связи и автоблокировки не должно превышать 25% по массе.

А.1.3 Для бетона мостовых конструкций, расположенных в зоне переменного уровня воды, конструкций мостового полотна пролетных строений мостов, а также водопропускных труб должен использоваться щебень марки 1000 и выше из изверженных пород, щебень марки 800 и выше из метаморфических и осадочных пород, щебень из гравия и гравий марки по дробимости не ниже 1000 - для бетона класса по прочности С25/30 и выше и 800 - для бетона класса по прочности до С18/22,5 включительно.

Заполнители, прочность которых при насыщении водой снижается более чем на 20% по сравнению с их прочностью в сухом состоянии, не допускается применять для бетона конструкций, расположенных в зоне переменного уровня воды и подводной зоне.

А.1.4 Для бетона железобетонных шпал следует использовать щебень из изверженных пород марки не ниже 1200, метаморфических и осадочных пород марки не ниже 1000 и щебень из гравия марки по дробимости не ниже 1000.

А.1.5 Содержание зерен слабых пород в щебне и гравии не должно превышать 5% по массе для бетонов конструкций мостов, расположенных в зоне переменного уровня воды, и бетонов водопропускных труб под насыпями.

А.1.6 Применение гравия не допускается для бетонов:

- конструкций мостов и водопропускных труб, эксплуатируемых в районах со средней температурой наиболее холодной пятидневки ниже минус 40°C;
- транспортных сооружений с маркой по морозостойкости F200 и выше;
- транспортных железобетонных конструкций, рассчитываемых на выносливость.

А.1.7 Содержание в мелком заполнителе пылевидных и глинистых частиц для бетона транспортных сооружений не должно превышать, % по массе:

1 - для бетона предварительно напряженных пролетных строений, эксплуатируемых в районах со средней температурой наружного воздуха наиболее холодной пятидневки ниже минус 40°C;

2 - для бетона пролетных строений и мостовых конструкций, эксплуатируемых в условиях переменного уровня воды.

А.2 Заполнители для бетонов гидротехнических сооружений

А.2.1 Допускается при строительстве массивных гидротехнических сооружений применение щебня и гравия размером:

- от 120 мм до 150 мм;
- свыше 150 мм, вводимых непосредственно в блок при укладке бетонной смеси.

А.2.2 Для бетона гидротехнических сооружений содержание пылевидных и глинистых частиц в щебне, щебне из гравия и в гравии (вне зависимости от вида породы) не должно превышать, %:

- 1 - для зоны переменного уровня воды и надводной зоны;
- 2 - для подводной и внутренней зоны.

А.2.3 Для бетона гидротехнических сооружений, эксплуатируемых в зоне переменного уровня воды, наличие в крупном заполнителе глины в виде отдельных комков не допускается.

А.2.4 Марки щебня из природного камня должны быть не ниже 600 для бетона класса по прочности С12/15 и ниже, 800 - для бетона класса по прочности от С16/20 до С25/30 включительно, 1200 - для бетона класса по прочности выше С25/30.

Марки по дробимости гравия из щебня должны быть не ниже 800 для бетона класса по прочности В15 и ниже, 1000 - для бетона класса по прочности С18/22,5 и выше.

А.2.5 Для бетона гидротехнических сооружений, к которому предъявляют требования по морозостойкости, кавитационной стойкости, следует использовать щебень из

изверженных пород марки не ниже 1000. Применение щебня из гравия или гравия марки по дробимости не ниже 1000 допускается после проведения специальных исследований с учетом условий работы конструкций.

А.2.6 Для бетона гидротехнических сооружений зоны переменного уровня воды следует использовать щебень или гравий со средней плотностью зерен не ниже $2,5 \text{ г/см}^3$ и водопоглощением не более, в процентах:

0,5 - для щебня из изверженных и метаморфических пород;

1,0 - для щебня из осадочных пород.

Для бетона внутренней, подводной и надводной зон плотность зерен должна быть не ниже $2,3 \text{ г/см}^3$ и водопоглощение не более, %:

0,8 - для щебня из изверженных и метаморфических пород;

2,0 - для щебня из осадочных пород.

А.2.7 Щебень и гравий для износостойкого гидротехнического бетона должны иметь марки по износу в полочном барабане не ниже:

И-I - для щебня из изверженных и метаморфических пород;

И-II - для щебня из осадочных пород, а также гравия и щебня из гравия.

А.2.8 Содержание зерен слабых пород в щебне и гравии для бетонов гидротехнических сооружений зоны переменного уровня воды не должно превышать 5% по массе.

А.2.9 Морозостойкость щебня и гравия для бетона гидротехнических сооружений должна быть не ниже, указанной в таблице А.1.

Таблица А.1 - Морозостойкость щебня и гравия

Среднемесячная температура наиболее холодного месяца, °С	От 0 до минус 10	От минус 10 до минус 20	Ниже минус 20
Морозостойкость щебня и гравия	F100	F200	F300

Для бетона гидротехнических сооружений с нормируемой морозостойкостью F300 и выше и бетона зоны переменного уровня применение гравия в качестве крупного заполнителя допускается только после проведения испытаний бетона на морозостойкость.

А.2.10 Для бетонов гидротехнических сооружений допускается применять пески с модулем крупности от 1,5 до 3,5 (полные остатки на сите размером 2,5 мм от 0 до 30%, на сите 1,25 мм - от 5% до 55%, на сите 0,63 - от 20% до 75%, на сите 0,315 мм - от 40% до 90% и на сите 0,14 мм - от 85% до 100%). При этом мелкие пески с модулем крупности, равным или менее 2,0, должны использоваться при обязательном применении поверхностно-активных добавок.

А.2.11 Для бетона гидротехнических сооружений содержание в песке пылевидных и глинистых частиц не должно превышать, в процентах по массе:

2 - для бетонов зоны переменного уровня воды;

3 - для бетона надводного бетона;

5 - для бетона подводного и бетона внутренней зоны.

Для бетонов гидротехнических сооружений применение мелкого заполнителя с содержанием глины в виде отдельных комков не допускается.

А.2.12 Содержание слюды в мелком заполнителе для бетона гидротехнических сооружений не должно превышать, в процентах по массе:

1 - для бетона зоны переменного уровня воды;

2 - для бетона надводной зоны;

3 - для бетона подводной и внутренней зоны.

А.3 Заполнители для бетона бетонных и железобетонных труб

А.3.1 Содержание пылевидных и глинистых частиц в крупных заполнителях для бетона железобетонных и бетонных труб на должно превышать 1% по массе.

А.3.2 Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы в крупных заполнителях для бетонов безнапорных и напорных железобетонных труб не должно превышать 25% по массе.

А.3.3 Для бетона напорных и низконапорных железобетонных труб следует применять щебень из природного камня марки не ниже 1000 и щебень из гравия марки не ниже 1000. Для бетона безнапорных труб следует применять щебень из изверженных пород марки не ниже 800, из осадочных и метаморфических пород - не ниже 600, щебень из гравия и гравий марки не ниже 800.

А.3.4 Содержание в песке пылевидных и глинистых частиц не должно превышать, в процентах по массе:

2 - для бетона напорных труб;

3 - для бетона безнапорных и низконапорных труб.

А.3.5 Песок из отсевов дробления и обогащенный песок из отсевов дробления, используемые для бетона железобетонных и бетонных труб, должны иметь марку по прочности исходной горной породы или гравия не ниже 600. Использование указанных песков из горных пород афанитовой или стекловидной структуры не допускается.

Приложение Б *(обязательное)*

Изготовление напорных виброгидропрессованных труб диаметром от 500 мм до 1600 мм

Настоящее приложение распространяется на изготовление труб, отвечающих требованиям [ГОСТ 12586.0](#) и [ГОСТ 12586.1](#).

Требования к материалам, бетонной смеси и бетону

Б.1 Для изготовления труб следует применять материалы в соответствии с ГОСТ 12586.0, резинокордовые чехлы, раструбообразователи и клеящую ленту - по нормативным документам предприятий-изготовителей.

Б.2 Бетонная смесь должна иметь подвижность (1-3) см, водоцементное отношение при этом не должно превышать 0,38. При использовании пластифицирующих добавок допускается применение бетонной смеси подвижностью до 6 см. Продолжительность перемешивания материалов в смесителях при приготовлении бетонной смеси должна быть не менее 5 мин.

Б.3 Образцы бетона, по которым определяется прочность бетона труб на растяжение при раскалывании, следует после вибрирования подвергать прессованию при равномерном подъеме давления в течение (10-15) мин. до 0,2 МПа и последующей тепловой обработке при этом давлении. Режим тепловой обработки образцов должен соответствовать условиям твердения наружного защитного слоя бетона труб.

Изготовление арматурных изделий и армирование труб

Б.4 Армирование труб следует производить в соответствии с требованиями ГОСТ 12586.1. Допускается армирование труб спирально-перекрестными каркасами по технической документации, утвержденной в установленном порядке.

Б.5 Заготовочную длину продольных стержней и величину их удлинения следует устанавливать исходя из условия обеспечения начального напряжения в стержне, равного 0,8 (нормативного сопротивления растяжению арматуры). При изготовлении продольных стержней не допускаются:

отклонение длины мерных стержней при резке.....свыше ± 1 мм;
неперпендикулярность плоскости реза к оси стержня.....свыше 0,1 мм;
эксцентриситет анкерной головки относительно оси стержня.....свыше 0,3 мм;
наличие продольных трещин на анкерных головках шириной.....свыше 0,2 мм.
Диаметр анкерных головок должен быть (7,5-8) мм, а их высота - (4-4,5) м.

Б.6 При изготовлении спиральных каркасов прочность стыкового соединения концов проволоки должна обеспечивать его неразрывность при навивке и достижении проектного напряжения в процессе гидропрессования. Не допускается соединение разделительных полос и наличие свыше двух незавальцованных язычков на одном витке проволоки.

Б.7 Отклонения величины диаметров каркасов по наружному слою проволоки не должны превышать для труб диаметром условного прохода, мм:

500, 600 и 800..... ± 1 мм

1000 и 1200..... $\pm 1,5$ мм

1400 и 1600..... ± 2 мм.

Б.8 При установке арматурного каркаса в форму не допускается продольное смещение его относительно проектного положения более чем на ± 5 мм, а круговое смещение раструбного и втулочного концов относительно друг друга - более чем на ± 1 град.

Поперечное смещение каркаса относительно его проектного положения не должно превышать для труб диаметром условного прохода, мм:

500, 600 и 800..... ± 1 мм

1000, 1200, 1400 и 1800..... ± 1.5 мм.

Подготовка форм и формование

Б.9 При нанесении смазки на внутреннюю поверхность наружной формы вдоль каждого разъема следует оставлять сухие участки, на которые наклеивается клеящая лента. На торцевые поверхности калибрующего и анкерных колец, а также на поверхности продольных разрезов формы на расстоянии (1,5-2) м от края раструба в сторону втулочной части необходимо наносить битумную мастику.

Б.10 На резиновом чехле и раструбообразователе внутреннего сердечника формы не должно быть вздутий и отслоений резины. Резиновый чехол во втулочной части сердечника, а также кольцевой зазор между резиновым чехлом и раструбообразователем должны быть защищены от контакта с бетоном.

Б.11 Секции наружной формы должны быть соединены пружинными оттарированными болтами, обеспечивающими контрдавление наружной формы в процессе гидропрессования не менее 0,2 МПа и равномерную раздвижку секций формы, позволяющую обеспечить величину проектного напряжения в арматурном каркасе.

Б.12 Не допускается применение форм, если в них отверстия нижнего анкерного кольца смещены относительно пазов верхнего анкерного кольца, а также в случае обрыва одного из продольных напрягаемых стержней.

Б.13 В форме, подготовленной для укладки бетонной смеси, должен быть обеспечен равномерный кольцевой зазор между наружной формой и внутренним сердечником. Отклонения величины зазора допускаются в пределах допускаемых отклонений геометрических размеров труб, установленных [ГОСТ 12586.0](#).

Б.14 При формовании труб должна быть обеспечена равномерная укладка и уплотнение бетонной смеси внутреннего и наружного слоев (относительно арматурного каркаса) стенки трубы по всей ее высоте.

Перерывы между укладкой отдельных порций бетонной смеси при выключенных вибраторах не должны превышать 5 мин. Продолжительность формования трубы не должна превышать 1 ч.

Гидропрессование, тепловая обработка, отделка

Б.15 Гидропрессование следует начинать не позднее 20 мин. после окончания формования трубы. Необходимая величина давления гидропрессования должна быть достигнута не позднее времени, соответствующего сроку начала схватывания применяемого цемента.

Б.16 Величину давления гидропрессования для конкретных условий p следует определять после проведения контрольных испытаний на трещиностойкость не менее трех труб по формуле

$$p = p_1 + p_2 - p, \quad (\text{Б.1})$$

где p_1 - расчетное опрессовочное давление, при котором следует изготавливать трубы (см. таблицу Б1);

p_2 - испытательное внутреннее гидростатическое давление для проверки труб на трещиностойкость по ГОСТ 12586.0;

p_3 - среднее значение испытательного давления, при котором появилась первая трещина на поверхности трубы.

Таблица Б.1 - Расчетное опрессовочное давление

Марка трубы	Расчетное опрессовочное давление p , МПа	Марка трубы	Расчетное опрессовочное давление p , МПа
ТН 50-0	3,50	ТН 100-III	1,70
ТН 50-I	3,00	ТН 120-I	3,20
ТН 50-II	2,30	ТН 120-II	2,40
ТН 60-0	3,50	ТН 120-III	1,80
ТН 60-I	3,00	ТН 140-I	3,25
ТН 60-II	2,30	ТН 140-II	2,45
ТН 80-I	3,15	ТН 140-III	1,80
ТН 80-II	2,35	ТН 160-I	3,30
ТН 80-III	1,65	ТН 160-II	2,45
ТН 100-I	3,20	ТН 160-III	1,80
ТН 100-II	2,40		

Б.17 В процессе гидропрессования следует:

обеспечить закрепление формы на посту гидропрессования, исключаящее взаимное перемещение внутреннего сердечника и наружной формы;

удалить воздух из подчехольного пространства перед включением давления жидкости;

выдерживать отформованное изделие в течение (20 - 40) мин/ (в зависимости от подвижности бетонной смеси, свойств применяемых химических добавок и цемента, температуры окружающей среды) при давлении гидропрессования (0,3 - 0,5) МПа и дальнейший подъем давления осуществлять со скоростью 0,1 МПа в мин.

Б.18 Расчетные величины раздвижки секций форм по каждому разъему после достижения требуемой величины p приведены в таблице Б.2.

Таблица Б.2 - Расчетная величина раздвижки

Диаметр спиральной арматуры, мм	Расчетная величина раздвижки, мм, при диаметре трубы, мм						
	500	600	800	1000	1200	1400	1600
3	10,0	11,5	15,0	-	-	-	-
4	-	11,0	14,0	9,0	10,5	-	-

5	-	-	13,5	8,5	10,0	11,5	13,0
6	-	-	-	8,0	9,5	11,0	12,5
7	-	-	-	-	-	-	11,5
8	-	-	-	-	-	-	11,0

Примечания

1. Отклонение величины раздвижки секций форм по высоте одного разъема не должно превышать 4 мм.
2. Раздвижка секций форм по всем разъемам должна быть равномерной. Разность величин раздвижки между различными разъемами одной формы не должна превышать 3 мм.
3. Величина сжатия пакета пружин болта, соединяющего секции форм, при наибольшей их раздвижке не должна превышать 80% величины полного усилия сжатия.

Б.19 При тепловой обработке паром необходимо во время изотермической выдержки обеспечивать температуру паровоздушной среды в полости внутреннего сердечника и под чехлом, которым накрывается форма, не менее (90 - 95)°С, а в полости наружной формы (паровой рубашке) - до 110°С не позднее чем через 1 ч. после начала подачи пара. Время тепловой обработки выбирается из условия получения необходимой величины передаточной прочности в соответствии с требованиями [ГОСТ 12586.0](#).

Примечание - При тепловой обработке способом индукционного прогрева необходимо обеспечить режим в соответствии с указаниями технического паспорта индукционных установок.

Б.20 При достижении передаточной прочности бетона снижение давления гидропрессования следует осуществлять постепенно в течение не менее 10 мин.

Б.21 Раковины, поры и сколы бетона на внутренней поверхности калиброванной части раструба и наружной поверхности втулочного конца труб следует заделывать нетоксичными материалами, предохраняющими арматуру от коррозии и предотвращающими фильтрацию воды в стыковом соединении труб. Заделку дефектов на наружной поверхности трубы и восстановление буртиков следует производить эпоксидными компаундами.

Приложение В
(информационное)

Рекомендуемая продолжительность перемешивания бетонных смесей

Таблица В.1 - Рекомендуемая продолжительность перемешивания бетонных смесей на плотных заполнителях в стационарных смесителях

Вместимость смесителя по загрузке, л	Продолжительность перемешивания, с, не менее			
	в гравитационных смесителях для смесей марок по удобоукладываемости			в смесителях принудительного действия
	V3 (Ж1), S1 (П1)	S2 (П2)	S3-S5 (П3-П5)	для смесей всех марок по удобоукладываемости
750 и менее	90	75	60	50
Св. 750 до 1500	120	105	90	50
«1500	150	135	120	50

Примечание - Продолжительность перемешивания в гравитационных смесителях для легких бетонов, соответствующих ГОСТ 7473, принимают по указанной таблице.

Таблица В.2 - Рекомендуемая продолжительность перемешивания бетонных смесей на пористых заполнителях в смесителях принудительного действия

Объем готового замеса бетонной смеси, л	Продолжительность перемешивания, с, при средней плотности бетона, кг/м ³			
	1600 и более	от 1400 до 1600	от 1000 до 1400	от 1000 и менее
750 и менее	105	120	150	180
Св. 750 до 1500	120	150	180	210
« 1500	135	180	210	240

Примечание - Значения продолжительности перемешивания приведены для смесей на пористых заполнителях марки S1 (П1). Для смесей марок S2 (П2), S3 (П3), S4 (П4) и S5 (П5) продолжительность перемешивания уменьшают на 15, 30, 45 и 50 с соответственно. Для смесей марок V1 (Ж), V2 (Ж2), V1 (Ж3) и V0 (Ж4) продолжительность перемешивания увеличивают на 15, 30, 45 и 60 с соответственно.

Приложение Г
(обязательное)

Режимы приготовления, уплотнения и твердения жаростойкого бетона на ортофосфорной кислоте

Г.1 Жаростойкие бетоны на ортофосфорной кислоте следует готовить в смесителях принудительного действия с горизонтально расположенными валами типа СБ-97.

Г.2 Загрузку работающего смесителя необходимо производить в следующей последовательности: крупный заполнитель - песок - тонкомолотая добавка - ортофосфорная кислота.

Г.3 Транспортирование и укладку смесей следует осуществлять в течение не более 30 мин.

Г.4 Уплотнение бетонной смеси на ортофосфорной кислоте при толщине изделий до 200 мм следует производить на виброплощадке с пригрузом, обеспечивающим давление 0,01 МПа. При толщине изделий свыше 200 мм смесь следует уплотнять послойно: после вибрирования первого слоя толщиной (150-200) мм до появления на его поверхности раствора кислоты материал необходимо взрыхлить на глубину (10-20) мм, далее засыпать порцию массы из расчета получения слоя толщиной (150-200) мм и возобновить вибрирование. После укладки последнего слоя жаростойкого бетона при необходимости следует добавить в форму бетонную смесь, накрыть форму пригрузом и еще раз вибрировать до появления гладкой ровной поверхности со следами выделившейся кислоты.

По окончании вибрирования необходимо накрыть форму крышкой и прикрепить ее к бортам специальными зажимами.

Г.5 Для твердения изделий из жаростойкого бетона на ортофосфорной кислоте необходимо соблюдать следующие условия в зависимости от вида заполнителей:

- изделия из бетона с корундовыми и муллитокорундовыми заполнителями нагреть до температуры 200°С со скоростью ее подъема 60°С/ч, выдержать при этой температуре 4 ч, охладить в печи до температуры воздуха в помещении и распалубить, затем нагреть до 500°С со скоростью 150°С/ч, выдержать при этой температуре 4 ч и охладить до температуры воздуха в помещении;

- изделия из бетона с шамотными и муллитовыми заполнителями следует нагреть до температуры 250°C со скоростью ее подъема 60°C/ч, выдержать при этой температуре 8 ч., затем охладить вместе с печью и распалубить;

- твердение изделий из бетона с заполнителями из смеси вермикулита, асбеста и керамзита с тонкомолотым магнезитом следует осуществлять при среднесуточной температуре 18°C в течение 1 сут. с последующей сушкой при температуре (100-110)°C.

Приложение Д
(информационное)

Способы формования

Таблица Д.1 - Способы формования

Функции и условия	$\frac{\text{подвижность, см}}{\text{жесткость, с}}$ Диапазон удобоукладываемости бетонной смеси, , при формировании									
	станковом				поверхностном				наружном	
	на виброплощадках и виброустановках с частотой 50 Гц	на виброплощадках с частотой 25 Гц	на ударно-вибрационных площадках	на ударных площадках	Вибронасадками, вибропротяжными устройствами	Вибропрессами	Роликовыми установками	Поверхностными вибраторами	в кассетных и объемно-формующих установках	в виброформаторах
Функции и условия:										
Верхних стенок, стеновых панелей, плит, стеновых стоек	<u>1-4</u> -	<u>5-9</u> -	<u>1-4</u> -	<u>1-4</u> -	<u>1-4</u> -	-	= св. 31	<u>5-9</u> -	<u>5-15</u> -	-
Наружных стенок, стеновых панелей, плит, стеновых стоек	= 5-10	-	-	-	-	-	-	<u>1-4</u> -	-	-
Наружных стенок, стеновых панелей, плит, стеновых стоек	= 5-10	-	= 5-10	-	<u>1-4</u> -	-	-	-	-	-
Верхних стенок, стеновых панелей, плит, стеновых стоек	<u>1-4</u> -	<u>5-9</u> -	<u>1-4</u> -	<u>1-4</u> -	-	-	-	<u>10-15</u> -	-	-

ий, е плиты										
ебрами см, до 12 м	<u>1-4</u> -	<u>10-15</u> -	<u>1-4</u> -	-	-	-	-	<u>10-15</u> -	-	-
олетом м	-	-	-	-	<u>1-4</u> -	-	-	<u>10-15</u> -	-	<u>1-4</u> -
стотелые гия, (ионные)	<u>11-20</u> -	-	-	-	-	-	-	-	-	-
отуарные	-	-	-	-	-	≡ св.31	≡ св.31	-	-	-
укции :										
профиля ели, и, (стойки)	≡ 5-10	≡ 1-4	≡ 5-10	-	-	-	-	-	-	-
профиля зровые и вые, олонны вые, ОП, и высоте вания см	<u>1-4</u> -	<u>5-9</u> -	<u>1-4</u> -	-	-	-	-	-	-	-
и высоте вания см	<u>5-9</u> -	<u>10-15</u> -	<u>5-9</u> -	-	-	-	-	-	-	<u>5-9</u> -
ртовой,	-	-	-	-	-	≡ св.31	≡ св.31	-	-	-
	≡ 21-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ции со ным и нем й	<u>5-9</u> -	-	-	-	<u>5-9</u> -	-	-	-	-	<u>5-9</u> -
укции твенные, нные:										
блочка	-	-	-	-	<u>1-4</u> -	-	-	<u>5-9</u> -	-	<u>5-9</u> -
ческие ов, колодцев,	<u>5-9</u> -	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>5-9</u> -

СВОДОВ-										
сборных оболочек привизны	<u>1-4</u> -	-	-	<u>1-4</u> -	<u>1-4</u> -	-	-	-	-	<u>5-9</u> -
о- кие панты	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>10-15</u> -	<u>10-15</u> -
панты	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>15-20</u> -	-
тные, и другие изделия	<u>5-10</u> -	-	<u>1-4</u> -	<u>5-10</u> -	<u>5-10</u> -	-	-	-	-	-
ации										

ния
 вание с применением глубинных и поверхностных вибраторов при подвижности бетонной смеси 10 см и более допу
 серийном производстве.

ение низкочастотных режимов формования допускается в сочетании с использованием пластифицирующих добавок
 од цемента.

готовлении на виброплощадках изделий из бетонной смеси жесткостью свыше 10 с, а также скорлуп, сводов из смеси
 необходимо применять пригрузки.

вое формование следует применять только для конструкций, не имеющих пространственного арматурного каркаса.
 готовлении ребристых плит и панелей-оболочек с ребрами глубиной свыше 25 см вибропротяжную технологию сле
 вать только для изготовления верхней тонкостенной части конструкций.

нять бетонную смесь подвижностью (10-15) см без суперпластификаторов во вновь вводимых кассетных установках

Приложение Е (обязательное)

Изготовление железобетонных напорных труб диаметром от 250 мм до 600 мм со стальным сердечником

Настоящее приложение распространяется на изготовление труб, отвечающих требованиям [ГОСТ 26819](#).

Требования к материалам, бетонной смеси и бетону

Е.1 Для изготовления труб следует применять материалы в соответствии с ГОСТ 26819.

Е.2 Мелкозернистая бетонная смесь для формирования внутреннего центрифугированного слоя должна иметь подвижность (7-10) см погружения эталонного конуса по [ГОСТ 5802](#) и соотношение цемента к песку по массе 1:2,5-1:3,0.

Мелкозернистая бетонная смесь для формирования наружного слоя, наносимого методом механического набрызга, должна иметь соотношение цемента к песку по массе 1:2,0-1:2,5 и водоцементное отношение, равное 1-1,1 нормальной густоты цемента.

Время от выгрузки бетонной смеси из смесителя до начала формирования не должно превышать 45 мин.

Е.3 Допускается введение в мелкозернистую бетонную смесь наружного слоя химических добавок, обеспечивающих повышение коррозионной стойкости труб.

Е.4 Продолжительность перемешивания материалов в смесителях принудительного действия при приготовлении бетонной смеси должна быть не менее 3 мин. для внутреннего слоя и 5 мин. - для наружного слоя.

Е.5 Класс, нормируемая передаточная и отпускная прочность и водопоглощение бетона должны соответствовать требованиям ГОСТ 26819.

Е.6 Изготовление контрольных образцов и определение прочности бетона на осевое растяжение должно производиться в соответствии с методикой, приведенной в ГОСТ 26819.

Изготовление стального сердечника

Е.7 Стальной сердечник трубы должен изготавливаться из материала, указанного ГОСТ 26819.

Е.8 Спирально-сварной шов стального цилиндра сердечника должен быть плотный и равнопрочный основному металлу.

Е.9 Справочные расчетные величины заготовок соединительных колец без учета величины оплавления и осадки при контактной сварке методом непрерывного оплавления приведены в таблице Е.1.

Е.10 Отклонения по длине при резке заготовок соединительных колец должны находиться в пределах $\pm 1,5$ мм.

Е.11 Отклонения от перпендикулярности линии реза к боковой поверхности заготовок не должны превышать $\pm 1^\circ$.

Е.12 Величины оплавления и осадки при контактной сварке непрерывного оплавления концов заготовок соединительных колец должны подбираться для каждой конкретной сварочной машины в зависимости от режима сварки.

Таблица Е.1 - Справочные расчетные величины

Диаметр условного прохода трубы, мм	Длина заготовок соединительных колец, мм	
	раструба	втулки
250	821	806
300	1008	996
400	1300	1291
500	1600	1595
600	1889	1887

Е.13 Стыковое соединение концов заготовок при изготовлении соединительных колец должно быть равнопрочным основному металлу, не иметь раковин, грат должен быть удален заподлицо с основным металлом.

Е.14 Калибровку соединительных колец сердечника следует производить с усилием растяжения, превышающим предел упругости металла.

Е.15 Незащищенные бетоном поверхности соединительных колец должны иметь защитное покрытие из коррозионностойкого металла и выдерживать испытания на прочность сцепления в соответствии с требованиями [ГОСТ 9.302](#).

Е.16 К соединительным кольцам сердечника, независимо от условий производства труб, должны быть приварены в соответствии с требованиями [приложения 1 ГОСТ 26819](#) закладные изделия, предназначенные для защиты трубопроводов от электрокоррозии.

Е.17 При изготовлении стальных сердечников и его составных частей (стального цилиндра и соединительных колец) значения действительных отклонений их геометрических параметров не должны превышать предельных, указанных в ГОСТ 26819 (см. приложение 1).

Е.18 Чистота поверхностей сердечника должна соответствовать второй степени очистки и обезжиривания по [ГОСТ 9.402](#).

Подготовка, формование и тепловая обработка внутреннего бетонного слоя трубы.

Армирование труб

Е.19 Перед формованием внутреннего бетонного слоя по торцам сердечника следует устанавливать шаблонные кольца и закрепить на сердечнике бандажи жесткости (не менее трех бандажей на сердечник длиной 10 м).

Е.20 При закреплении бандажей жесткости следует следить, чтобы бандажи были равномерно распределены по длине сердечника и перпендикулярно его оси. Не допускается прокручивание бандажей в процессе формования и образование вмятин на цилиндрической поверхности сердечника от усилия обжатия.

Е.21 Количество подаваемой в сердечник бетонной смеси должно обеспечивать получение бетонного слоя толщиной, установленной [ГОСТ 26819](#).

Е.22 При формовании внутреннего бетонного слоя должно быть обеспечено равномерное распределение и уплотнение бетонной смеси по всей поверхности сердечника. Продолжительность формования не должна превышать 15 мин.

Е.23 По окончании формования шлам должен быть удален. Максимально допустимая толщина шламовой пленки не должна превышать 2 мм.

Е.24 Во время изометрической выдержки при тепловой обработке температура паровоздушной среды в камере должна быть (65-70)°С, влажность - не менее 80%. Время тепловой обработки выбирается из условия получения необходимой величины передаточной прочности в соответствии с требованиями ГОСТ 26819.

Е.25 Съем бандажей жесткости не должен производиться раньше окончания процесса тепловой обработки.

Е.26 Стыковое соединение концов проволоки спирального арматурного каркаса должно быть равнопрочным основному металлу. Отклонение шага навивки спиральной арматуры не должно превышать + 2 мм.

Е.27 Поверхность арматуры и поверхность сердечника после навивки арматуры должна покрываться цементной пастой состава согласно ГОСТ 26819.

Формование и тепловая обработка наружного бетонного слоя

Е.28 При формовании наружного бетонного слоя не допускается: уменьшение скорости бетонной смеси менее 35 м/с; увеличение зазора между роторами метателей более 1,5 мм.

Е.29 Ось факела бетонной смеси должна быть смещена относительно оси сердечника на 20-25 мм в сторону, противоположную его вращению.

Е.30 Не допускается позже, чем через 1 ч повторное использование отскока смеси, образующегося при формовании наружного слоя, в качестве заполнителя исходной смеси.

Е.31 На поверхность свежетоформованного наружного слоя бетона следует наносить цементную пасту с водоцементным отношением не более 0,8.

Е.32 Водопоглощение наружного бетонного слоя, не обработанного пропиточной композицией, должно быть не более 9%.

Е.33 Температура паровоздушной среды в камере во время изотермической выдержки при тепловой обработке должна быть (65-70)°С, влажность - не менее 80%.

Е.34 Наружный слой бетона после термообработки следует подвергать обработке пропиточной композицией в течение не менее 2 ч. при температуре 80°C. Состав пропиточной композиции должен отвечать требованиям ГОСТ 26819.

Е.35 Приготовление пропиточной композиции должно производиться в специальных смесителях при температуре не ниже 70°C.

Е.36 Продолжительность перемешивания исходных материалов пропиточной композиции с помощью сжатого воздуха должна быть не менее 2 ч.

Е.37 Температура труб перед обработкой пропиточной композицией должна быть не ниже 20°C.

Приложение Ж (информационное)

Соотношение между классами и характеристиками бетона

Таблица Ж.1 - Соотношение между классами и характеристиками по прочности на сжатие и растяжение

по ГОСТ 26633	Класс бетона по СТ РК EN 206-1		Нормативное сопротивление бетона растяжению $f_{ctk,005}$, МПа	Требуемая прочность бетона при подборе состава, МПа,		
	Обозначение	характеристики прочности бетона, МПа		на сжатие кубов, $f_{c,гр}$	на растяжение $f_{ct,гр}$	
						f_{ck}
B10	C8/10	8	10	0,85	12,9	1,2
B12,5	C10/12,5 ^{a)}	10	12,5	1,0	16,1	1,4
B15	C12/15	12	15	1,1	19,3	1,5
B20	C16/20	16	20	1,3	25,7	1,8
B22,5	C18/22,5 ^{a)}	18	22,5	1,4	28,9	2,0
B25	C20/25 ^{a)}	20	25	1,5	32,2	2,1
B27,5	C22/27,5 ^{a)}	22	27,5	1,6	35,4	2,2
B30	C25/30	25	30	1,8	38,6	2,5
B35	C28/35 ^{a)}	28	35	1,9	45,0	2,6
-	C30/37	30	37	2,0	47,6	2,8
B40	C32/40 ^{a)}	32	40	2,1	51,4	2,9
B45	C35/45	35	45	2,2	57,8	3,0
B50	C40/50	40	50	2,5	64,3	3,5
B55	C45/55	45	55	2,7	70,7	3,7
B60	C50/60	50	60	2,9	77,1	4,0
-	C55/67	55	67	3,0	83,8	4,2
B75	C60/75	60	75	3,1	90,0	4,3
-	C70/85	70	85	3,2	102,5	4,4
-	C80/95	80	95	3,4	115,0	4,7
-	C90/105	90	105	3,5	127,5	4,8

^{a)} отмеченные промежуточные значения классов бетона, рекомендуется применять после проведения научно-исследовательской работы.

Примечания

- 1 Данная таблица носит информационный характер, для точного определения соотношения между классами бетона по прочности необходимо проведение соответствующей научно-исследовательской работы.
- 2 Для бетонов классов С8/10 - С50/60 требуемая прочность бетона на сжатие, контролируемая по кубам $f_{с.тр}$, МПа, определена при коэффициенте вариации 13,5% по следующей зависимости

$$f_{с.тр} = \frac{f_{с.куб}^0}{1 - 1,64V}$$

где V - коэффициент вариации в долях единицы.

- 3 Для бетонов класса С55/67 и выше до введения новой редакции [ГОСТ 18105](#) требуемая прочность бетона на сжатие, контролируемая по кубам $f_{с.тр}$, МПа, определена по следующей зависимости

$$f_{с.тр} = 1,25 (f_{сж} + 12).$$

- 4 Требуемое сопротивление бетона растяжению $f_{ср.тр}$, МПа, до введения новой редакции ГОСТ 18105 определено при коэффициенте вариации 16,5% по следующей зависимости

$$f_{ср.тр} = \frac{f_{ср,005}}{1 - 1,64V}$$

- 5 Для классов бетона В 3,5; В 5; В 7,5 по [ГОСТ 26633-91](#) отсутствуют аналогичные классы в [СТ РК EN 206-1](#). Для классов бетона В 65 и В 80 также отсутствуют однозначно аналогичные классы в СТ РК EN 206-1, однако данные классы можно соотнести с С55/67 и С70/85 соответственно, как к ближайшим.

- 6 В данной таблице отсутствует класс С100/115 по СТ РК EN 206-1.

Таблица Ж.2 - Соотношение между классами и характеристиками бетонной смеси по жесткости

ГОСТ 7473 Смеси бетонные. Технические условия		СТ РК EN 206-1 Бетон. Часть 1. Технические требования, показатели, производство и соответствие	
Марка	Жесткость, с	Марка	Время осадки, сек.
Ж5	св.50	V0	св. 31
Ж4	от 31 до 50		
Ж3	от 21 до 30	V1	от 21 до 30
Ж2	от 11 до 20	V2	от 11 до 20
Ж1	от 5 до 10	V3	от 6 до 10
-	-	V4	от 3 до 5

Ключевые слова: бетон, сборный железобетон, конструкции, изделия.