

---

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ  
«РОСАТОМ»**

---

**САМОРЕГУЛИРУЕМАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
НЕКОММЕРЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО  
«ОБЪЕДИНЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЙ ВЫПОЛНЯЮЩИХ СТРОИТЕЛЬСТВО,  
РЕКОНСТРУКЦИЮ И КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ ОБЪЕКТОВ АТОМНОЙ  
ОТРАСЛИ «СОЮЗАТОМСТРОЙ»**

---

**Утверждено**  
решением общего собрания  
членов СРО НП «СОЮЗАТОМСТРОЙ»  
Протокол № 10  
От 12 февраля 2014 года

## **СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ**

### **ОБЪЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ**

**Работы бетонные при строительстве защитной оболочки реакторной  
установки атомных электростанций.**

**Основные требования и организация контроля качества**

**СТО СРО-С 60542960 00014-2014**

**Москва  
2014**

## **Предисловие**

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ "О техническом регулировании" и Федеральным законом от 1 мая 2007 г. № 65-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон "О техническом регулировании", правила применения Стандарта организации – ГОСТ Р 1.4–2004 "Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения".

### **Сведения о стандарте**

1 РАЗРАБОТАН ООО «Центр технических компетенций атомной отрасли»

2 ВНЕСЁН Советом СРО НП «СОЮЗАТОМСТРОЙ»

3 УТВЕРЖДЁН И ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ Протоколом общего собрания СРО НП «СОЮЗАТОМСТРОЙ» № 10 от 12 февраля 2014г.

4 ВЗАМЕН СТО СРО-С 60542960 00014-2013

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведён, тиражирован и распространён в качестве официального издания без разрешения Госкорпорации "Росатом" и СРО НП "СОЮЗАТОМСТРОЙ"

## Содержание

<b>1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.....</b>	<b>IV</b>
<b>2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ.....</b>	<b>1</b>
<b>3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....</b>	<b>7</b>
<b>4 ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....</b>	<b>7</b>
<b>5 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....</b>	<b>8</b>
<b>6 ОПАЛУБОЧНЫЕ РАБОТЫ.....</b>	<b>9</b>
<b>6.1 МЕХАНИЗИРОВАННАЯ ОПАЛУБКА.....</b>	<b>9</b>
<b>6.2 НЕСЪЕМНАЯ ОПАЛУБКА .....</b>	<b>10</b>
<b>7 АРМАТУРНЫЕ РАБОТЫ .....</b>	<b>12</b>
<b>8 ТРЕБОВАНИЯ К ХАРАКТЕРИСТИКАМ БЕТОНА И ЕГО КОМПОНЕНТОВ .....</b>	<b>19</b>
<b>9 ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ ПРИГОТОВЛЕНИЯ, ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ, УКЛАДКИ И УПЛОТНЕНИЯ БЕТОНА .....</b>	<b>22</b>
<b>10 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ТЕМПЕРАТУРНО-УСАДОЧНОЙ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ БЕТОНА ЗАЩИТНЫХ ОБОЛОЧЕК .....</b>	<b>24</b>
<b>11 ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ БЕТОННЫХ РАБОТ И ЗАКОНЧЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗАЩИТНЫХ ОБОЛОЧЕК .....</b>	<b>31</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А (СПРАВОЧНОЕ) РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ СМАЗКИ ДЛЯ ОПАЛУБКИ.....</b>	<b>35</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б (СПРАВОЧНОЕ) ОСНОВНЫЕ ТИПЫ СТЫКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ АРМАТУРЫ И КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ИХ РАВНОПРОЧНОСТЬ.....</b>	<b>36</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ В (СПРАВОЧНОЕ) ПРИМЕРЫ РЕКОМЕНДУЕМЫХ МАРОК И ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ДОБАВОК .....</b>	<b>39</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Г (СПРАВОЧНОЕ) ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЗИКО- МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕТОНА И ЕГО КОМПОНЕНТОВ .....</b>	<b>41</b>
<b>БИБЛИОГРАФИЯ .....</b>	<b>40</b>

## Введение

Настоящий стандарт разработан в соответствии с Соглашением от 11 июля 2012 года №1/2757-Д между Государственной корпорацией по атомной энергии «Росатом» (далее – Госкорпорация «Росатом») и СРО НП «СОЮЗАТОМСТРОЙ», СРО НП «СОЮЗАТОМПРОЕКТ», СРО НП «СОЮЗАТОМГЕО» (далее – СРО атомной отрасли) по разработке, взаимному признанию и контролю исполнения нормативно технических документов в рамках осуществления Программы разработки совместных нормативно-технических документов Госкорпорации «Росатом» и СРО атомной отрасли, а также Постановлением правительства Российской Федерации от 01 марта 2013 года № 173.

Стандарт предназначен для использования организациями-членами СРО атомной отрасли.

## **1 Область применения**

1.1 Стандарт "Объекты использования атомной энергии. Работы бетонные при строительстве защитной оболочки реакторной установки АЭС. Основные требования и организация контроля качества" распространяется на строительство наружной и внутренней защитных оболочек реакторных установок АЭС.

1.2 Настоящий стандарт устанавливает технологию бетонных работ при возведении защитных оболочек, включая опалубочные и арматурные работы, приготовление, транспортирование и укладку бетона, уход за бетоном и контроль его качества.

## **2 Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ Р 1.4-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения

ГОСТ Р 1.12- 2004 Стандартизация в Российской Федерации. Термины и определения

ГОСТ Р 52085-2003 Опалубка. Общие технические условия

ГОСТ Р 52086-2003 Опалубка. Термины и определения

ГОСТ 310.1-76 Цементы. Методы испытаний. Общие положения

ГОСТ 310.2-76 Цементы. Методы определения тонкости помола

ГОСТ 310.3-76 Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема

ГОСТ 310.4-81 Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии

ГОСТ 310.5-88 Цементы. Метод определения тепловыделения

ГОСТ 310.6-85 Цементы. Метод определения водоотделения

ГОСТ 3242-79 Соединения сварные. Методы контроля качества

ГОСТ 3282-74\* Проволока стальная низкоуглеродистая общего назначения.

Технические условия

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

ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

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 8713-79 Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 8735-88 Песок для строительных работ. Методы испытаний

ГОСТ 8736-93 Песок для строительных работ. Технические условия

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

ГОСТ 9466-75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия

ГОСТ 9467-75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы

ГОСТ 10060.0–95 Бетоны. Методы определения морозостойкости. Общие требования

ГОСТ 10060.1–95 Бетоны. Базовый метод определения морозостойкости

ГОСТ 10060.2–95 Бетоны. Ускоренные методы определения морозостойкости при многократном замораживании и оттаивании

ГОСТ 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия

ГОСТ 10180–90 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам

ГОСТ 10181–2000 Смеси бетонные. Методы испытаний

ГОСТ 12730.1-78 Бетоны. Методы определения плотности

ГОСТ 12730.5–84 Бетоны. Методы определения водонепроницаемости

ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 17624-87 Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности

ГОСТ 14098-91 Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкции и размеры

ГОСТ 18105-2010 Бетоны. Правила контроля и оценки прочности

ГОСТ 22690-88 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля

ГОСТ 22783-77 Бетоны. Метод ускоренного определения прочности на сжатие

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

ГОСТ 24211-2008 Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия

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

ГОСТ 24544-81 Бетоны. Методы определения деформаций усадки и ползучести

ГОСТ 25818-91 Золоуноса тепловых электростанций для бетонов. Технические условия

ГОСТ 26633-91 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия

ГОСТ 27006-86 Бетоны. Правила подбора состава

ГОСТ 27338-93 Установки бетоносмесительные механизированные. Общие технические условия

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

ГОСТ 30459–2008 Добавки для бетонов и строительных растворов. Определение и оценка эффективности

ГОСТ 31108-2003 Цементы общестроительные. Технические условия

СП 52-101-2003 Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры

СП 48.13330.2011 (актуализированная редакция СНиП 12-01-2004) Организация строительства

СП 70.13330.2012 (Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87) Несущие и ограждающие конструкции

СТО 95 135 - 2013 Стандарт организации.

Объекты использования атомной энергии. Организация контроля качества строительных работ при строительстве ОИАЭ



СТО СРО С-60542960 00005-2012 Стандарт организации. Объекты использования атомной энергии. Разработка проектов производства работ. Общие требования

СТО СРО С-60542960 00006-2011 Стандарт организации. Охрана труда и промышленная безопасность при выполнении работ на объектах использования атомной энергии и других объектах капитального строительства. Общие требования

СТО СРО С-60542960 00009-2010 2-я редакция Порядок проведения строительного контроля при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов использования атомной энергии

СТО СРО-С 60542960 00011-2012 Требования к механическим соединениям арматуры железобетонных конструкций, предусмотренных рабочей документацией, при выполнении работ по строительству, реконструкции и капитальному ремонту ОИАЭ

СТО СРО-С 60542960 00024-2014 Противопожарные требования при строительстве ОИАЭ

СТО СРО-С 60542960 00017-2014 Объекты использования атомной энергии. Система предварительного напряжения защитной оболочки реакторного отделения АЭС. Требования к конструированию, строительству, эксплуатации и ремонту

EN 197-1 Цементы<sup>1</sup>

EN 206-1:2002 Бетон. Часть 1: Спецификация, свойства, производство и соответствие

EN 932-1:2000 Определение геометрических параметров заполнителей из горных пород. Часть 1. Методы отбора проб

---

<sup>1</sup> Официальные издания стандартов EN можно заказать в территориальных отделах ФГУП "СТАНДАРТИНФОРМ" (магазинах стандартов)

EN 933-1:2000 Определение геометрических параметров заполнителей из горных пород. Часть 1: Определение зернового состава. Метод отсева на ситах

EN 934-1 – EN 934-6 Добавки для бетона, обычного и жидкого цементного раствора

EN 1097-3:2000 Испытания по определению физико-механических свойств заполнителей из горных пород. Часть 3. Определение плотности в насыпном состоянии и пористости

EN 1097-5:2008 Испытания по определению физико-механических свойств заполнителей из горных пород. Часть 5. Определение влажности при сушке в сушильном шкафу с вентилятором

EN 1367-1:2007 Испытания на термические свойства и устойчивость к деструкции заполнителей. Часть 1: Определение морозостойкости

EN 12350-2:2009 Испытание бетонной смеси. Часть 2: Определение удобоукладываемости

EN 12350-8:2010 Испытание бетонной смеси – Часть 8: Самоуплотняющийся бетон. Испытание на растекание конуса

EN 12390-1:2001 Испытания затвердевшего бетона. Часть 1: Форма, размеры и другие требования к контрольным образцам и формам для их изготовления

EN 12390-3:2009 Испытания затвердевшего бетона Часть 3: Прочность на сжатие по контрольным образцам

EN 12390-7:2009 Испытания затвердевшего бетона Часть 7 Плотность затвердевшего бетона

EN 12620:2002 Заполнители для бетона

EN 644:1983 Грунты. Метод лабораторного определения влажности

Примечание – При пользовании настоящим стандартом проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования – на офи-

циальных сайтах национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемым информационным указателям, опубликованным по состоянию на 1 января текущего года. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться новым (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 стандарте применены термины в соответствии с Федеральным законом "О техническом регулировании", ГОСТ Р 1.4, ГОСТ Р 1.12, а также термины из соответствующих нормативных документов, перечисленных в разделе 2.

### **4 Обозначения и сокращения**

**АЭС:** Атомная электростанция (в данном СТО - атомная электростанция с реакторами ВВЭР по проектам АЭС-2006 и ВВЭР ТОИ)

**ГОСТ:** Межгосударственный стандарт

**ГОСТ Р:** Государственный стандарт Российской Федерации

**ППР:** Проект производства работ

**СНиП:** Строительные нормы и правила

**СП:** Свод правил

**СТО:** Стандарт организации

**ACI:** American Concrete Institute

**ASTM:** American Society for Testing and Materials

**EN:** European Norm

## 5 Общие положения

5.1 Настоящий СТО регламентирует основные требования к технологии бетонных работ при строительстве внутренней<sup>2</sup> и наружной защитных оболочек реакторной установки АЭС и организации контроля их качества. Эти требования должны быть отражены в ППР и технологических картах.

5.2 СТО регламентирует:

- опалубочные работы - типы и особенности технологии применения механизированной и несъемной опалубки, в т.ч. фибробетонной опалубки и металлической гермооблицовки в качестве внутренней несъемной; для механизированной опалубки даются указания по выбору и применению смазок;
- арматурные работы для ненапрягаемой арматуры, включая использование механических стыков арматуры;
- характеристики бетона, его компонентов и других материалов для защитных оболочек АЭС;
- требования к технологическим параметрам приготовления, транспортирования, укладки и уплотнения бетона;
- мероприятия по обеспечению температурно-усадочной трещиностойкости бетона защитных оболочек, включая:
  - а) рекомендации по выбору цемента и химических добавок, обеспечивающих уменьшение тепловыделения бетона;
  - б) рекомендации по приготовлению и транспортированию бетона с пониженной температурой;
  - в) рекомендации по режимам укладки и выдерживания бетона, обеспечивающие снижение температурных напряжений;
- организацию контроля бетонных работ и законченных железобетонных

---

<sup>2</sup> Для внутренней защитной оболочки должны соблюдаться требования НП -010-98 [12]

конструкций защитных оболочек, включая:

- а) организацию контроля качества выполнения бетонных работ при возведении защитных оболочек;
- б) перечень методов контроля характеристик материалов для приготовления бетона;
- в) рекомендации по контролю характеристик бетонной смеси и бетона;
- г) рекомендации по контролю характеристик бетона в конструкциях защитных оболочек.

5.3 Внутренняя и наружная защитная оболочка относятся к классу 2НЛ по отношению к ядерной и радиационной безопасности. Эти требования должны быть отражены в рабочих чертежах, ПОС, ППР, технологических картах и планах качества.

5.4 В каждом из разделов СТО приведены требования к составу операций и порядку их проведения.

5.5 При производстве работ при бетонировании внутренней и наружной защитных оболочек АЭС следует соблюдать требования по охране труда и пожарной безопасности, регламентированные СТО СРО С-60542960 00006-2011 и СТО СРО-С 60542960 00024-2014.

## **6 Опалубочные работы**

### **6.1 Механизированная опалубка**

6.1.1 Основным рекомендуемым типом опалубки для бетонирования внутренней и наружной защитных оболочек АЭС является подъемно-переставная опалубка класса 1 по ГОСТ Р 52085.

6.1.2 Рекомендуется применять апробированные на практике марки подъемно-переставных опалубок.

6.1.3 Для сокращения крановой нагрузки рекомендуется применять самоподъемную опалубку.

6.1.4 Щиты и леса самоподъемной опалубки должны быть прикрепленными к железобетонной защитной оболочке с помощью анкеров.

6.1.5 Подмости должны располагаться в местах, указанных изготовителем опалубки.

6.1.6 Конструкции подъемно-переставной опалубки должны обеспечивать:

- строго заданное положение опалубки и надежное закрепление ее элементов при перестановках;
- возможность беспрепятственного подъема людей и подачи материалов к рабочей зоне в процессе возведения сооружения.

6.1.7 При перемещении подъемно-переставной опалубки смещение ее продольной оси относительно оси сооружения допускается не более указанного в паспорте на эту опалубку.

6.1.8 Требования к конструкции, техническим характеристикам, типу и марке опалубки должны устанавливаться в ППР с учетом рекомендаций ГОСТ Р 52085.

6.1.9 Установка щитов опалубки в проектное положение проверяется геодезическими методами. Правильность установки опалубки в соответствии с проектом следует проверять при операционном контроле инструментально. Проверке подлежат показатели качества опалубки и бетонной поверхности монолитной конструкции после распалубки, регламентированные в таблице 1 ГОСТ Р 52085.

6.1.10 После центровки опалубки производится окончательное ее закрепление путем установки стяжных винтов (стяжек) в соответствии с монтажной схемой опалубки.

6.1.11 При установке или изготовлении опалубки рекомендуется обеспечивать защитный проектный слой арматуры с помощью неметаллических дистанционных прокладок (фиксаторов). Применение металлических дистанционных прокладок (фиксаторов) не допускается.

6.1.12 Верх щитов опалубки должен быть выше верхнего уровня укладываемой бетонной смеси не менее, чем на 50 мм.

6.1.13 Допускаемые отклонения при установке опалубки не должны превышать значений, установленных в ГОСТ Р 52085.

6.1.14 За состоянием установленной опалубки и креплений должно вестись непрерывное наблюдение в процессе бетонирования. При обнаружившихся деформациях и смещении опалубки и креплений бетонирование должно быть прекращено, элементы опалубки и креплений возвращены в проектное положение и, при необходимости, усилены. Одновременно должен быть рассмотрен вопрос о влиянии деформации на качество бетонируемой конструкции и о возможности оставления уложенного бетона или необходимости его удаления.

6.1.15 Исполнительная схема установленной опалубки составляется после окончательной установки опалубки на каждом ярусе бетонирования.

6.1.16 Бетонная поверхность защитной оболочки в процессе демонтажа щитов опалубки не должна нарушаться. Если при этом образуются раковины, они должны быть заделаны мелкозернистым бетоном того же класса по прочности, что основной бетон.

6.1.17 Демонтированная опалубка должна быть тщательно очищена от налипшего бетона, а поверхность опалубки смазана смазкой. Деформированные щиты должны быть выправлены (отрихтованы) в соответствии с допусками, указанными в ГОСТ Р 52085. Щиты, не поддающиеся выправке, должны быть заменены новыми.

6.1.18 Перестановка опалубки производится после достижения бетоном не менее 30% проектной прочности, которая определяется согласно ГОСТ 18105. Конкретная прочность бетона при перестановке опалубки должна определяться ТУ или Рекомендациями (регламентом) на опалубку, в абсолютных значениях прочности (без учета коэффициента вариации прочности).

6.1.19 Для облегчения отрыва переставляемых щитов опалубки от бетона следует использовать специальные смазки. Рекомендуемый перечень смазок приведен в приложении А.

## **6.2 Несъемная опалубка**

6.2.1 В качестве внутренней опалубки при бетонировании внутренней защитной оболочки используется стальная гермооблицовка.

6.2.2 Рекомендуется объединять гермооблицовку с арматурным каркасом в единый объемный блок.

6.2.3 В качестве наружной несъемной опалубки могут использоваться фибробетонные листы с установленными в них элементами проходов и закладных деталей или с отверстиями, вырезаемыми по месту.

6.2.4 При бетонировании купола защитной оболочки рекомендуется разбивать купол на несколько кольцевых блоков бетонирования с помощью металлической сетки.

## **7 Арматурные работы**

7.1 Настоящий раздел регламентирует правила изготовления, монтажа и стыковки ненапрягаемой арматуры.

7.2 Вопросы, касающиеся предварительно напряженной арматуры, содержатся в СТО СРО-С 60542960 00017-2014.

7.3 Для ускорения возведения защитных оболочек АЭС монтаж арматуры рекомендуется проводить крупными объемными блоками, предварительно



изготовленными на предприятии стройиндустрии и/или на площадке предмонтажной сборки.

#### **7.4 Арматурные работы при возведении внутренней защитной оболочки**

7.4.1 Монтаж внутренней защитной оболочки проводят блоками, состоящими из стальной герметизирующей облицовки, арматурного каркаса, каналобразователей для арматурных пучков, проходок, закладных деталей и несущих вспомогательных элементов, которые обеспечивают восприятие нагрузок в процессе возведения оболочки. Крупный блок с несущими и вспомогательными элементами разрабатывается Генпроектировщиком в рабочих чертежах

7.4.2 Конструкция каждого блока должна состоять из:

- стальной герметизирующей облицовки, в состав которой, помимо собственно герметизирующего металлического листа, входят анкерующие уголки с анкерами, горизонтальные вальцованные швеллера, технологические и электрические проходки;
- вспомогательных несущих элементов, обеспечивающих прочность и жесткость монтажных блоков в процессе изготовления, транспортировки, монтажа и бетонирования оболочки;
- внутренних и наружных арматурных сеток;
- вертикальных и горизонтальных каналобразователей<sup>3</sup>;
- кронштейнов для крепления горизонтальных каналобразователей;
- аппаратура для контроля состояния оболочки.

7.4.3 При изготовлении гермооблицовки заводские швы следует выполнять<sup>4</sup>:

---

<sup>3</sup> Для АЭС ВВЭР-1000 (проект 320) применены геликоидальные каналобразователи

<sup>4</sup> В п.7.4.3 – 7.4.5 технологию следует принимать в соответствии с требованиями проекта и с учетом приведенных в СТО требований

- автоматической или полуавтоматической сваркой в среде  $\text{CO}_2$  по ГОСТ 14771 или сваркой под флюсом по ГОСТ 8713-79;
- ручной в соответствии с ГОСТ 5264 электродами типа Э42А, Э50А по ГОСТ 9466 и ГОСТ 9467. Приварка и прихватка конструкций к облицовке в местах, не указанных в проекте, категорически запрещается.

7.4.4 Укрупнительные заводские швы облицовки следует выполнять автоматической сваркой с полным проваром стыкуемых листов в соответствии с ГОСТ 14771 или ГОСТ 8713. Швы следует проконтролировать на герметичность. Приварку анкеров следует выполнить согласно ГОСТ 14098.

7.4.5 Катет угловых сварных швов должен быть равен меньшей толщине свариваемых элементов.

7.4.6 Стыковку арматурных стержней одинаковых и разных диаметров следует производить по п.7.6 настоящего стандарта.

7.4.7 Допустимые отклонения при изготовлении армоблоков должны приниматься в соответствии с требованиями рабочей документации. В случае отсутствия в ней таких требований отклонения при изготовлении монтажных блоков оболочки не должны превышать:

- по ширине и высоте блоков  $\pm 10$  мм;
- по толщине блока  $\pm 5$  мм;
- от номинального радиуса внутренней поверхности оболочки  $\pm 10$  мм (при центральном угле  $30^\circ$ );
- на разность длин диагоналей  $\pm 10$  мм;
- при установке герметичных трубных закладных деталей проходок в блок:
  - для осей фланцев по поверхности листа  $\pm 10$  мм;
  - на длину закладной детали (перекос)  $\pm 5$  мм.

В случае применения винтовых соединений арматуры допустимые отклонения должны устанавливаться в проекте.

Для повышения точности сопряжения арматуры соседних блоков по всем четырем торцам монтируемого армоблока рекомендуется использование шаблонов с просверленными отверстиями для ориентации арматурного каркаса в соответствии с проектом. Шаблоны необходимо пронумеровать для использования в монтаже соседнего армоблока соответствующего торца.

7.4.8 Допустимые отклонения при монтаже армоблоков должны приниматься в соответствии с требованиями рабочей документации. В случае отсутствия в ней таких требований отклонения при монтаже армоблоков оболочки не должны превышать:

- от вертикали в радиальном и кольцевом направлениях  $1/1500$  высоты блока;
- отметка верха блока  $\pm 10$  мм;
- от номинального расстояния до центра оболочки  $\pm 10$  мм;
- для осей вертикальных стыков  $\pm 10$  мм;
- минимальная величина перехлеста в монтажных стыках внахлестку принимается равной  $3,5$  толщины листа облицовки.

7.4.9 Методы и объемы контроля, оценку качества сварных соединений герметизирующей облицовки следует принимать согласно требованиям рабочей документации.

7.4.10 Во время монтажа каналобразователей допускается демонтировать элементы ферм с последующим их восстановлением.

7.4.11 При попадании каналобразователей на элементы решетки ферм допускается эти элементы обрезать. Обрезанные раскосы горизонтальных ферм в

районе вертикальных ферм (после монтажа каналообразователей и арматуры) необходимо восстановить до бетонирования.

7.4.12 После установки блока в проектное положение элементы, обеспечивающие горизонтальную жесткость, допускается демонтировать.

## **7.5 Арматурные работы при возведении наружной защитной оболочки**

7.5.1 Монтаж наружной защитной оболочки рекомендуется проводить крупными блоками.

7.5.2 При наличии соответствующего технико-экономического обоснования допускается наружную защитную оболочку армировать отдельными стержнями.

7.5.3 Предварительную подготовку арматурных и других элементов армокаркасов: резку, гнутье, сварку и др. следует осуществлять в цеховых условиях и, частично, в построечных условиях в пределах зон действия монтажных кранов.

7.5.4 Арматурные работы должны выполняться в соответствии со СНиП 3.03.01-87 и СП 52-101-2003, если иное не указано в рабочей документации.

7.5.5 Крестообразные и нахлесточные соединения стержней арматуры следует выполнять, как правило, привязкой друг к другу вязальной отоженной проволокой (ГОСТ 3282) в местах, указанных в рабочих чертежах армирования.

7.5.6 Для вязки арматуры рекомендуется применять специализированные автоматические инструменты для ручной вязки.

7.5.7 Строительные закладные изделия, устанавливаемые в наружную защитную оболочку, могут иметь следующие отклонения от проектных размеров, кроме случаев, оговоренных в рабочей документации:

- отклонение плоскости лицевых поверхностей закладных изделий по отношению к бетонной поверхности - не более 5 мм;
- отклонение от проектного расположения плоских элементов закладных

изделий -  $\pm 10$  мм;

- отклонение осей трубных проходок - согласно проекту;
- отклонение от плоскостности лицевых поверхностей элементов закладных изделий не должно превышать 5 мм.

7.5.8 Закладные детали гермопроходок должны быть соосно расположены во внутренней и наружной оболочках. Допуски по соосности закладных деталей принимаются по рабочей документации.

7.5.9 Все установленные закладные изделия должны быть приняты службами технического контроля строительной организации, осуществлявшей их монтаж, и заказчика, а также авторским надзором.

7.5.10 Перед бетонированием следующих ярусов защитной оболочки установленный арматурный каркас должен быть в обязательном порядке очищен от остатков бетона и рыхлых слоев ржавчины с применением металлических щёток, водоструйных или пескоструйных машин, с последующим удалением мусора промышленным пылесосом.

7.5.11 Операционный контроль качества по монтажу арматуры выполнять в соответствии с требованиями СП 48.13330 (актуализированная редакция СНиП 12-01-2004) и проектом производства работ.

7.5.12 На установку арматуры и закладных деталей следует составить акты освидетельствования скрытых работ, предусмотренные рабочей документацией.

## **7.6 Устройство стыков арматуры**

7.6.1 Для передачи усилия между стыкуемыми стержнями арматуры могут использоваться в соответствии с СП 52-101:

- стыки внахлестку без сварки (перепуск), применяемые при стыковании стержней с диаметром рабочей арматуры не более 20 мм:

а) с прямыми концами стержней периодического профиля;

- б) с прямыми концами стержней с приваркой или установкой на длине нахлестки поперечных стержней;
- в) с загибами на концах (крюки, лапки, петли); при этом для гладких стержней применяют только крюки и петли;
- сварные и механические стыковые соединения:
  - а) со сваркой арматуры;
  - б) с применением специальных механических устройств (стыки с опрессованными муфтами, резьбовыми муфтами и др.).

Механические стыки с конической резьбой разрешается ставить в участках железобетонных конструкций работающих на сжатие.

Приложение Б содержит сведения о типах применяемых в настоящее время стыков.

7.6.2 Механические стыки арматуры по принципу соединения делятся на:

- опрессованные, созданные путем многократного или однократного поперечного обжатия соединительной муфты;
- винтовые с цилиндрической или конической резьбой;
- болтовые с болтами, расположенными на боковой поверхности муфты;
- обсадные гильзы, созданные путем многократного или однократного поперечного обжатия односторонней соединительной муфты на конце арматуры и дальнейшего свинчивания обеих обсадных гильз шпилькой.

7.6.3 Допустимые типы стыков определяются в рабочем проекте. Выбор типа стыка может быть скорректирован в ППР по согласованию с Генпроектировщиком, с учетом наличия сертификатов соответствия на стык, необходимой техдокументации, оборудования и обученного персонала.

## 8 Требования к характеристикам бетона и его компонентов

8.1 Бетон внутренней и наружной защитных оболочек должен удовлетворять проектным требованиям и требованиям ГОСТ 26633. Проектные требования определяются проектировщиком в зависимости от конкретного проекта и условий строительной площадки. Для примера в Таблице 8.1 приведены требования, базирующиеся на проекте НВАЭС-2.

Таблица 8.1 - Требования к бетону защитных оболочек

Показатель качества бетона	Внутренняя защитная оболочка	Наружная защитная оболочка
Класс по прочности при сжатии	B50 или B60	B25 или B30/B50*
Марка по водонепроницаемости	W6	W6
Марка по морозостойкости	F50 - F100	F100
Средняя плотность бетона, кг/м <sup>3</sup>	Не менее 2350	Не менее 2350
Предельная величина усадки	$30 \times 10^{-5}$	$30 \times 10^{-5}$
Предельное значение коэффициента ползучести**	2,0	-
Начальный модуль упругости, МПа	38000	30000
Начальный коэффициент поперечной деформации	0,2	0,2
Коэффициент линейного температурного удлинения при температуре менее 50 °С, °С <sup>-1</sup>	Не более $1 \times 10^{-5}$	Не более $1 \times 10^{-5}$
*В местах, не закрытых примыкающими строительными конструкциями, где возможно падение самолета B50, в остальных местах B30		
** коэффициент ползучести бетона – это отношение предельных пластических деформаций к упругим в момент нагружения		

### 8.2 Требования к материалам (компонентам) для приготовления бетона

Материалы для приготовления бетона должны удовлетворять требованиям проекта, ГОСТ 26633 и стандартов на отдельные материалы.

## **8.2.1 Рекомендации по выбору материалов для приготовления бетона**

### **8.2.1.1 Цемент**

В качестве вяжущего рекомендуется использовать портландцемент ЦЕМ I 42,5Н по ГОСТ 31108 (ПЦ 500 Д0-Н по ГОСТ 10178). Дополнительные требования к цементу указаны в разделе 10.

Допускается в процессе подбора состава бетона принимать другие виды цемента при условии соблюдения проектных требований к бетону.

### **8.2.1.2 Крупный заполнитель**

В качестве крупного заполнителя рекомендуется применять щебень фракции 5-20 мм из плотных изверженных пород марки не ниже 1200 с содержанием зерен слабых пород в щебне не более 5 %, морозостойкостью не ниже проектной марки бетона по морозостойкости, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 8267 и ГОСТ 26633.

Допускается применять щебень фракции 5-10 мм.

В исключительных случаях на основе предварительных исследований в специализированных центрах допускается применять щебень, не отвечающий требованиям ГОСТ 8267.

### **8.2.1.3 Мелкий заполнитель**

В качестве мелкого заполнителя должен применяться кварцевый песок с модулем крупности 2,0 – 2,5, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 8736.

В исключительных случаях на основе предварительных исследований в специализированных центрах допускается применять песок с содержанием пылевидных фракций свыше указанного в стандарте.

### **8.2.1.4 Добавки**

Рекомендуется применять химические добавки по ГОСТ 24211 – гиперпластификаторы, обеспечивающие снижение расхода воды в смесях постоянной подвижности на 17- 20% при водоотделении бетонной смеси не более



0,5 %, не содержащие реакционно-способных вредных примесей, обеспечивающие сохраняемость свойств бетонной смеси не менее 2 ч, снижающие скорость тепловыделения, при этом без снижения прочности бетона в зрелом возрасте и без увеличения деформаций усадки и ползучести.

Рекомендуется также применять гидравлически активные минеральные добавки, в частности, микросилику и золу-уноса. Подробнее рекомендации по этим добавкам приведены в п. 10.4.5 настоящего стандарта.

При зимнем бетонировании следует применять противоморозные добавки, выбираемые с учетом ожидаемой температуры при бетонировании, и не содержащие соли хлористого кальция, хлористого натрия и другие, вызывающие коррозию бетона или арматуры и закладных деталей.

Не допускается применять добавки, выделяющие или способствующие выделению взрывоопасных и ядовитых газов при повышенных температурах до 250 °С и радиационных воздействиях.

Могут применяться комплексные добавки, в состав которых входят две или более добавок вышеперечисленных типов.

Перечень наиболее часто применяемых эффективных химических и минеральных добавок приведен в Приложение В.

#### 8.2.1.5 Вода

Вода для затворения бетонной смеси должна отвечать требованиям ГОСТ 23732.

8.2.2 Требования к бетону и материалам для его приготовления должны быть включены в задание на подбор номинального состава бетона в соответствии с ГОСТ 27006.

## **9 Требования к технологическим параметрам приготовления, транспортирования, укладки и уплотнения бетона**

9.1 Бетонные смеси заданного качества следует готовить на бетоносмесительных установках, отвечающих требованиям ГОСТ 7473 и ГОСТ 27338.

9.2 При дозировании компонентов бетонной смеси рекомендуется пластифицирующие добавки вводить после дозирования всех остальных компонентов.

9.3 Для получения максимального эффекта пластификации время перемешивания в смесителях принудительного действия рекомендуется принимать не менее 60 с. В двухвальных смесителях с горизонтальными валами допускается принимать время перемешивания 40 с.

9.4 Не допускается готовить бетонную смесь заданного нормированного состава.

9.5 Не допускается выгружать в автобетоносмеситель неперемешанную бетонную смесь и перемешивать ее только в процессе транспортирования.

9.6 Подвижность бетонной смеси у места бетонирования рекомендуется принимать соответствующую марке П5 (осадка конуса свыше 20 см) и марке по расплыву конуса Р5 (расплыв конуса до 62 см) или Р6 (расплыв конуса более 62 см).

9.7 При испытании на расплыв конуса время растекания бетонной смеси до диаметра 500 мм должно быть не больше 2 с (испытание по EN 12350-8).

9.8 Требования по подвижности бетонной смеси для различных частей защитных оболочек (цилиндрическая часть, купольная часть, зоны размещения контрольно-измерительных приборов) должны уточняться в ППР.

9.9 Допускается отклонение от заданной подвижности по осадке конуса  $\pm 2$  см и по расплыву конуса  $\pm 3$  см.

9.10 Бетонную смесь следует транспортировать до места укладки автобетоносмесителем. Применение для транспортирования автосамосвалов не допускается.

9.11 В договоре на поставку бетонной смеси должно быть указано максимальное допустимое время транспортирования.

9.12 В случае превышения максимального допустимого времени транспортирования допускается по согласованию с потребителем по указанию и под контролем строительной лаборатории восстанавливать потерянную подвижность бетонной смеси путем введения в автобетоносмеситель пластифицирующей добавки. После этого смесь должна перемешиваться в автобетоносмесителе до начала разгрузки не менее 5 мин при введении жидкой добавки и 10 мин при введении сухой добавки.

9.13 Восстановление подвижности бетонной смеси по п.9.12 допускается не более, чем на одну марку по подвижности.

9.14 Подачу бетонной смеси в защитную оболочку рекомендуется проводить бетононасосом. Для уменьшения расслоения бетонной смеси рекомендуется по возможности опускать резиновый хобот непосредственно на уровень укладываемого бетона или, заглубляя в бетон на несколько сантиметров; при невозможности применения такой процедуры рекомендуется присоединять резиновый шланг к бетоноводу через 2 колена, выполняющие роль гасителя скорости потока бетонной смеси.

9.15 При применении высокоподвижных бетонных смесей, укладываемых без вибрации (самоуплотняющихся) смесей, рекомендуется, по крайней мере, в наиболее густоармированных участках проводить кратковременное (2-3 с) виброуплотнение глубинным вибратором. В местах размещения контрольно-измерительных приборов вибрирование запрещается

9.16 По всей наружной поверхности опалубки рекомендуется проводить кратковременное вибрирование поверхностным вибратором для исключения образования пустот между опалубкой и наружной арматурной сеткой. При вибрировании со стороны стальной гермооблицовки надо принимать меры, исключающие повреждение гермооблицовки. Шаг перестановки вибратора выбирается в диапазоне 0,5 – 1 м.

9.17 Высоту бетонируемого яруса рекомендуется принимать в диапазоне от 1 до 2 м (как правило, около 1,5 м). В ППР должны быть предусмотрены мероприятия, обеспечивающие восприятие опалубкой и гермооблицовкой давления бетона. Процедура уплотнения глубинными вибраторами зон расположения анкерных узлов системы преднапряжения защитной оболочки должна быть отражена в ППР на бетонные работы и согласована разработчиком системы преднапряжения.

## **10 Мероприятия по обеспечению температурно-усадочной трещиностойкости бетона защитных оболочек**

10.1 С целью гарантированного обеспечения температурно-усадочной трещиностойкости бетона защитных оболочек в ППР должны быть обязательно учтены требования настоящего раздела.

10.2 Следует в ходе набора прочности бетона применять меры по снижению разницы температур между ядром забетонированного участка и наружными поверхностями железобетонных оболочек до уровня максимального температурного перепада в процессе дальнейшей эксплуатации возводимой конструкции. При этом необходимо осуществлять мероприятия по п. 10.6 и/или использовать рекомендации специализированных организаций.

Для предотвращения деформации каналобразователей, выполненных из полимерных материалов, максимальная температура бетона не должна превышать

70 °С, если в проекте не указана иная допустимая максимальная температура для используемых полимерных материалов.

10.3 Для разработки и обеспечения мер по п.10.4.2, следует:

10.3.1 Заблаговременно производить расчет хода экзотермии и формируемого температурно-напряженного состояния бетона в возводимой конструкции, выполняемый для конкретных условий бетонирования (с учетом используемых материалов, состава бетона, климатических условий во время производства бетонных работ и выдерживания бетона, интенсивности укладки бетона, объема укладываемого бетона в захватку, особенностей возводимой конструкции, диаметра и длины выпусков армокаркаса, выступающих из бетона, размеров и материала каналобразователей и др. технических показателей).

10.3.2 На основании расчета, заблаговременно разрабатывать мероприятия по предотвращению неблагоприятного температурно-напряженного состояния. Мероприятия должны быть отражены в ППР на проведение бетонных работ, разработанном в соответствии с СП 48.13330 и СТО СРО С-60542960 00005 для данного энергоблока.

10.3.3 До начала бетонных работ необходимо произвести подготовительные работы по корректировке составов, обеспечить участок производства работ необходимыми материалами и оборудованием для реализации мероприятий по п.10.4.2.

10.3.4 В целях своевременной корректировки предпринимаемых мероприятий по обеспечению температурно-усадочной трещиностойкости бетона защитных оболочек в ходе набора прочности бетоном следует:

10.3.4.1 Обеспечить авторский надзор за выполнением бетонных работ со стороны разработчиков технологического регламента на проведение бетонных работ и/или ППР.

10.3.4.2 Производить постоянный температурный мониторинг забетонированного участка с периодичностью и в местах, указанных в технологическом регламенте на проведение бетонных работ и/или ППР и обеспечивать температурное регулирование по п.10.6.

10.3.4.3 Производить периодический контроль хода набора прочности бетоном забетонированного участка с периодичностью, указанной в Технологическом Регламенте на проведение бетонных работ и/или ППР. Контроль рекомендуется производить с использованием методов разрушающего и неразрушающего контроля согласно действующей нормативно-технической документации. Контрольные образцы для проведения разрушающего контроля должны храниться в условиях постоянного соответствия температуры в них температуре в контрольной точке конструкции, и реализации, требований п. 2.3. ГОСТ 10180, п. 5.4. ГОСТ 18105 (для схемы Б), СП 46.13330 и п. 2.61. СНиП 3.03.01-87. С этой целью рекомендуется использование специальных камер хранения контрольных образцов, работающих в следящем режиме и обеспечивающих равенство температуры в камере и в конструкции.

10.3.4.4 Контрольные образцы, изготовленные на строительной площадке при осуществлении входного контроля прочности партий готовой бетонной смеси, должны твердеть в нормальных условиях согласно ГОСТ 18105-2010 п.5.4.

#### **10.4 Общие рекомендации при подборе составов бетона**

10.4.1 Рекомендуется при подборе состава бетона согласовывать с генеральной проектной организацией повышение проектного возраста бетона защитных оболочек: внутренней - до 60 и наружной - до 90 суток (вместо стандартного 28-суточного), что позволяет существенно уменьшить расход цемента и, тем самым, понизить тепловыделение в бетоне в процессе набора прочности и вероятность возникновения неблагоприятного термонапряженного состояния конструкции. Ориентировочное снижение максимальной температуры

экзотермии бетона за счет соответствующей корректировки составов составляет 10 %.

10.4.2 Учитывая массивность и высокую прочность железобетонных конструкций защитных оболочек необходимо выбирать компоненты бетона, обеспечивающие минимальный экзотермический разогрев и замедление гидратации цемента, в целях увеличения времени наступления максимума экзотермии и уменьшения возникающих температурных напряжений в конструкции.

10.4.3 Исходя из требований п.10.4.2, следует выбирать цемент с пониженным тепловыделением - малотермичный, содержащий не более 65% трехкальциевого силиката ( $C_3S$ ) и не более 8 % трехкальциевого алюмината ( $C_3A$ ). Оптимально использовать цемент с содержанием  $C_3S$  не более 50%.

Пригодным для этих целей является портландцемент нормированного состава ПЦ 500-Д0-Н, предусмотренный ГОСТ 10178, который содержит не более 8 %  $C_3A$ .

В случаях использования цемента, выпущенных по нормам ASTM, рекомендуется использовать малотермичный цемент типа IV по ASTM C150-56.

При подборе состава бетона рекомендуется проверить экспериментальным и/или расчетным путем целесообразность применения цемента с минеральными добавками, например ЦЕМ II/В-Ш по ГОСТ 31108.

10.4.4 При выборе химических добавок следует использовать добавки, обеспечивающие максимальное снижение расхода цемента. При этом следует отдавать предпочтение добавкам, не интенсифицирующим темп набора прочности.

10.4.5 Для снижения температурных напряжений рекомендуется вводить минеральные добавки, содержащие микрокремнезем по (ТУ 5743-048-02495332, EN 13263), добавки золы-уноса (ГОСТ 25818, EN 450) и молотого доменного

шлака (ГОСТ 3476, EN 15167). Оптимальную суммарную дозировку и тип минеральных добавок устанавливают при подборе состава бетона из диапазона от 5 % до 25 % от массы цемента, при этом дозировка золы-уноса не должна превышать 15 % от массы цемента.

### **10.5 Общие рекомендации по приготовлению, транспортированию и использованию бетона с пониженной температурой экзотермии**

10.5.1 Одним из основных путей уменьшения температурных напряжений в железобетонных конструкциях защитных оболочек является снижение температуры бетона при его укладке. Температура бетона при укладке должна быть минимально достижимой и указываться в ППР.

10.5.2 При проведении бетонных работ в теплый период времени, для снижения температуры бетона при укладке, рекомендуется:

10.5.2.1 Не допускать прямого солнечного нагрева заполнителей на открытых складах путем устройства навесов или использовать закрытые склады заполнителей.

10.5.2.2 Не допускать прямого солнечного нагрева цемента путем окрашивания силосов цемента белой краской и/или изолирования их наружной поверхности тонкослойной высокоэффективной теплоизоляцией с отражающей фольгированной поверхностью.

10.5.2.3 Применять для затворения бетона воду с минимально возможной температурой.

10.5.2.4 Проводить бетонирование в ночное время.

10.5.2.5 Применять иные мероприятия для максимального снижения температуры укладываемой бетонной смеси.



## 10.6 Общие рекомендации по укладке и выдерживанию бетона, обеспечивающие снижение температурных напряжений

10.6.1 При низкой интенсивности бетонирования рекомендуется, если иное не указано в Технологическом Регламенте на проведение бетонных работ и/или ППР, для внутренней защитной оболочки, на 2÷5 сутки утеплить внутреннюю боковую поверхность (стальную оболочку) теплозащитным покрытием с коэффициентом теплопередачи не выше  $\beta = 1,2$  ккал/м<sup>2</sup>ч°С, причем при более высоких температурах бетонной смеси (20°С и более) рекомендуется более раннее утепление (в первые сутки). По возможности, рекомендуется применять утеплители со светоотражающим покрытием.

10.6.2 Неопалубленную поверхность забетонированного участка конструкции следует укрывать пологом из полиэтилена, брезента или иного влагонепроницаемого материала.

10.6.3 При температуре воздуха менее +5 °С следует в ППР предусмотреть меры, исключаящие замораживание бетона, что обеспечивается:

- введением в бетон добавок снижающих температуру замораживания смеси в дозировке, соответствующей указаниям технических условий на конкретные добавки (см. приложение В);
- утеплением опалубки;
- прогревом бетона проводами или иными нагревательными устройствами;
- обогревом бетона с использованием термоопалубок, обогреваемых объемных защитных оболочек (тепляков);
- предварительным обогревом опалубки и арматурного каркаса перед укладкой бетона;
- укладкой разогретой бетонной смеси, в соответствии с ППР.

Выбор мероприятий следует проводить на основании расчета температуры бетонной смеси, уложенной в опалубку, к началу выдерживания. Расчетом учитывается температура основания, опалубки, арматурного каркаса, объем арматуры, коэффициенты теплопередачи и т.д. (требование п. 4 табл. 6 СНиП 3.03.01-87).

10.6.4 Регулирование температурного режима твердения бетона осуществляется путем регулирования режима прогрева или обогрева и, при необходимости, изменения толщины утеплителя опалубки и неопалубленных поверхностей.

10.6.5 При реализации рекомендаций п.10.4.2 забетонированные участки конструкции допускается распалубливать после достижения бетоном минимальной прочности не менее 30 % от проектной прочности, если иное не указано в действующей нормативно-технической документации, Технологическом Регламенте и/или ППР.

10.6.6 Сразу после снятия опалубки, в целях предотвращения потерь воды затвердения и возникновения поверхностных трещин, на наружную боковую поверхность забетонированного участка конструкции, если иное не указано в Технологическом Регламенте на проведение бетонных работ и/или ППР, рекомендуется закрепить тепло-влажностное покрытие с коэффициентом теплопередачи не выше  $\beta = 1,2 \div 1,6$  ккал/м<sup>2</sup>ч°С. Причем, при температурах окружающей среды 25 °С и выше и, как следствие, более высоких температурах бетонной смеси, необходимо применять более мощное тепло-влажностное покрытие.

10.6.7 Если иное не указано в Технологическом Регламенте на проведение бетонных работ и/или ППР, тепло-влагоизоляцию с боковых поверхностей бетонируемой оболочки по п.10.4.2, можно снимать ориентировочно через 2-3 недели. При этом рекомендуется, чтобы перепад между температурами воздуха и бетона на глубине 7 – 10 см не превышал 3 – 5 °С.

## **11 Организация контроля бетонных работ и законченных железобетонных конструкций защитных оболочек**

11.1 В настоящем разделе приведены указания по контролю бетона и железобетонных конструкций. Указания по контролю при выполнении опалубочных и арматурных работ - смотри разделы 6 и 7 настоящего стандарта.

### **11.2 Организация сбора информации о качестве выполнения бетонных работ при возведении защитных оболочек**

11.2.1 Организация сбора информации о качестве выполнения бетонных работ при возведении защитных оболочек должна проводиться в соответствии с указаниями СТО СРО- С 60542960 00001 и с учетом СТО СРО- С 60542960 00009 и РД ЭО 0654.

11.2.2 Контроль качества производства бетонных работ в соответствии с СТО СРО-С 60542960 000013 должны осуществлять:

- техническая инспекция и строительная лаборатории генподрядчика;
- техническая инспекция и строительная лаборатория субподрядчика;
- технический надзор Застройщика;
- непосредственные исполнители бетонных работ (самоконтроль).

11.2.3 Для проведения сложных видов испытания могут по договору с генподрядчиком или субподрядчиком привлекаться специализированные лаборатории научно-исследовательских, проектных, учебных и иных организаций, имеющие разрешение СРО НП "Союзатомстрой" или иных уполномоченных на этот вид деятельности СРО. При этом ответственность за результаты испытаний сохраняется за генподрядчиком или субподрядчиком.

11.2.4 Контроль качества законченных железобетонных конструкций проводится в случаях:

- сдачи-приемки законченного элемента защитной оболочки (конструктива, яруса бетонирования и т.п.);
- контроля элементов конструкции, для которых в ходе выполнения бетонных работ были обнаружены несоответствия проекту:
  - а) дефектные зоны бетона (каверны, трещины, высолы на поверхности бетона и пр.);
  - б) зоны с пониженной прочностью бетона;
  - в) прочие дефекты;
- интегральных испытаний внутренней защитной оболочки по НП-010-98.

### **11.3 Перечень методов контроля характеристик материалов для приготовления бетона**

11.3.1 Контролю подлежат все материалы, используемые для приготовления бетона:

- цемент;
- мелкий и крупный заполнители;
- вода;
- химические добавки;
- минеральные добавки.

11.3.2 Перечень стандартов на основные методы испытания для определения физико-механических характеристик составляющих бетона содержит приложение Г. В приложении для строительства АЭС за рубежом даны дополнительно ссылки на Евронормы (EN).

### **11.4 Рекомендации по контролю характеристик бетонной смеси и бетона**

11.4.1 В соответствии с ГОСТ 7473 при производстве бетона определяют следующие основные показатели бетонной смеси:

- удобоукладываемость;
- средняя плотность по ГОСТ 12730.1;
- расслаиваемость;
- пористость;
- температура;
- сохраняемость свойств во времени;
- объем вовлеченного воздуха.

На строительной площадке перед укладкой бетона следует обязательно контролировать осадку конуса и расплыв конуса.

11.4.2 Для бетона защитных оболочек АЭС следует с учетом указаний ГОСТ 7473 обязательно контролировать:

– прочность при сжатии по ГОСТ 10180, в т.ч. ускоренным методом по ГОСТ 22783 или неразрушающими методами:

- а) в проектном возрасте;
- б) при распалубке;
- в) при проведении интегральных испытаний внутренней защитной оболочки;

- среднюю плотность в проектном возрасте по ГОСТ 12730.1;
- морозостойкость по ГОСТ 10060.0 – ГОСТ 10060.2;
- водонепроницаемость по ГОСТ 12730.5.

Для внутренней защитной оболочки дополнительно следует контролировать:

- начальный модуль упругости бетона по ГОСТ 24452;
- начальный коэффициент поперечной деформации по ГОСТ 24452;

- предельную величину усадки по ГОСТ 24544;
- предельное значение коэффициента ползучести по ГОСТ 24544;
- коэффициент линейного температурного удлинения при температуре менее 50оС (на дилатометре).

## **11.5 Рекомендации по контролю характеристик бетона в конструкциях защитных оболочек**

11.5.1 Номенклатура показателей качества бетона, определяемых в конструкциях, определяется проектом и, как правило, совпадает с приведенной в п.11.4.2.

11.5.2 Для определения прочности бетона в конструкции защитной оболочки применимы методы, регламентированные ГОСТ 22690 и ГОСТ 28570.

11.5.3 Наиболее надежными являются методы определения прочности бетона по выбуренным кернам по ГОСТ 28570 и метод отрыва со скалыванием по ГОСТ 22690.

11.5.4 Наиболее производительными являются неразрушающие методы определения прочности бетона по упругому отскоку по ГОСТ 22690 и испытания поверхностным ультразвуком по ГОСТ 17624. Эти методы должны быть отградуированы по методам, указанным в п.11.5.3. Определение прочности бетона в защитных оболочках неразрушающими методами по универсальным градуировочным зависимостям не допускается.

## Приложение А (справочное)

### Рекомендации по выбору смазки для опалубки

- А.1 Смазка должна быть пригодна для нанесения на стальные листы или пластиковые покрытия.
- А.2 Смазка должна быть применима при максимальной температуре опалубки не менее 40°C. При зимнем бетонировании к смазке предъявляются дополнительные требования по минимальной температуре применения до минус 15°C.
- А.3 Расход смазки должен быть не более 30 мл/м<sup>2</sup>.
- А.4 Срок хранения смазки должен быть не менее одного года.
- А.5 В таблице А.1 приведены примеры смазок, наиболее проверенных в отечественной строительной практике.

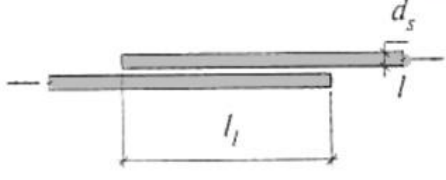
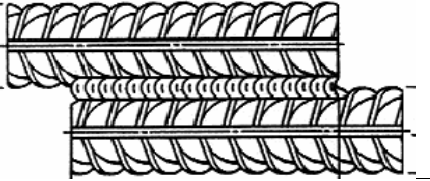
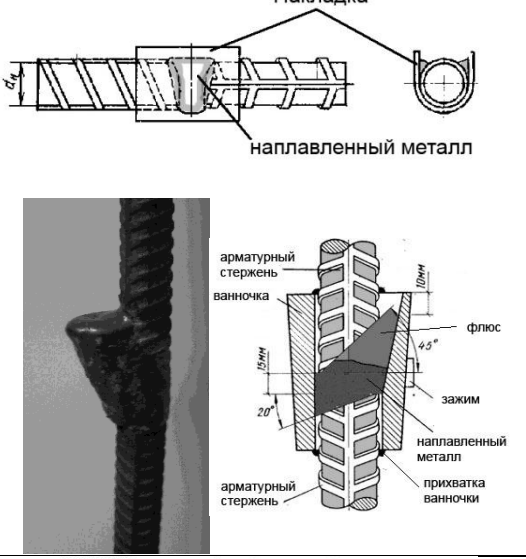
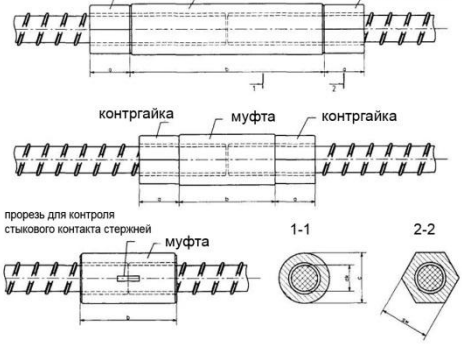
Таблица А.1

Марка смазки (например)	Фирма - производитель / поставщик
Гамбит – Фогм	Холдинг "Защита конструкций-М"
Петромин	ООО "Вектор"
ЭКС-М	ООО "Н Петрос"
Биосмол-1	Оптово-розничный центр "СТРОЙ КА"
Blankol-Super	Shomburg GmbH (ООО "ШОМБУРГ")
Blankol-92	Shomburg GmbH(ООО "ШОМБУРГ")
Addiment TR 5	Sika AG (ООО "ЗИКА")
Addiment TR 13	Sika AG (ООО "ЗИКА")
Sika Separol AR-2 Eco	Sika AG (ООО "ЗИКА")
Ortolan SEP 713	МС-Bauchemie Russia (ООО "Эм-Си Баухеми")
Ortolan SEP 721	МС-Bauchemie Russia (ООО "Эм-Си Баухеми")
Ortolan SEP 741	МС-Bauchemie Russia (ООО "Эм-Си Баухеми")
Ortolan SEP 711	МС-Bauchemie Russia (ООО "Эм-Си Баухеми")
Disarmante DMA 3000	Mapel (ЗАО "Мапел Россия")

## Приложение Б (справочное)

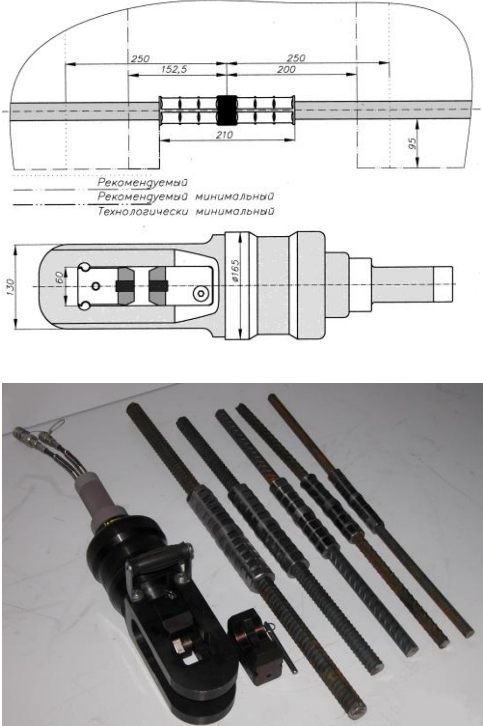
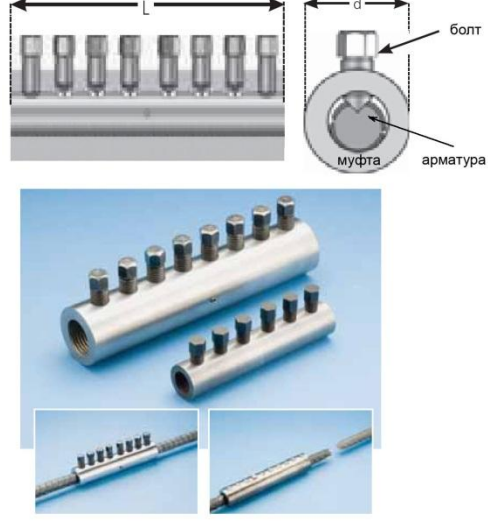
### Основные типы стыковых соединений арматуры и конструктивные решения, обеспечивающие их равнопрочность

Таблица Б.1

№ п.п.	Наименование стыкового соединения	Схема, чертеж, фотография	Преимущества и недостатки технического решения
1.	Перехлест арматуры		<p>Перехлест арматуры <math>l_1 = 50d</math>. Приводит к потере от 3,5 до 27% арматуры при ее диаметре от 10 до 40 мм и длине стыкуемых стержней 6,0 м.</p> <p>При диаметре свыше 25 мм такой стык запрещен</p>
2.	Ручная дуговая сварка продольным швом		Требует применение сварочного оборудования и наличие рабочего-сварщика
4	Ванная сварка штучными электродами на стальной скобе или в ванночке		Значительная энергоемкость и длительность операции, требуется квалифицированный сварщик
5	Стык винтовой арматуры с помощью винтовых муфт		Требует применение специальной арматуры винтового профиля. В России такую арматуру выпускает только "Запсибметкомбинат"



№ п.п.	Наименование стыкового соединения	Схема, чертеж, фотография	Преимущества и недостатки технического решения
6	Стыковка арматуры с помощью муфт с конической резьбой		<p>Требуются предварительные трудоемкие операции по нарезке конической резьбы и контролю ее качества.</p> <p>Требуется подвижность вкручиваемого стержня.</p> <p>Имеются позиционные муфты для неповоротных стыков (ТУ 4842-002-88466924-2009)</p>
7	Стыковка арматуры с помощью муфт с цилиндрической резьбой		<p>Требуются предварительные трудоемкие операции по нарезке резьбы и контролю ее качества.</p> <p>Диаметр соединяемой арматуры от 12 до 65 мм. Не требуется применения динамометрического ключа.</p> <p>В изготовлении более трудоемки, чем муфты с конической резьбой т.к. присутствуют технологические операции с нагревом и осадкой концов стержней перед нарезкой резьбы, кроме того, монтаж муфт с цилиндрической резьбой более сложен из-за необходимости совмещения захода резьбы муфты и стержня</p>
8	Стыковка арматуры через обсадные гильзы с резьбой		<p>Работы по закреплению обсадных гильз необходимо выполнять в условиях цеха на специальных станках.</p>

№ п.п.	Наименование стыкового соединения	Схема, чертеж, фотография	Преимущества и недостатки технического решения
9	Стык арматуры с использованием обжимных муфт		Обжимной пресс имеет значительный вес (~40 кг) и требует применения тали для его перемещения. Габариты обжимного устройства затрудняют его использование в густо армированных конструкциях
10	Соединение арматуры с помощью муфты и болтов		Технически легко осуществимое решение. Зажатие арматуры в муфте осуществляется динамометрическим гаечным ключом.

## Приложение В (справочное)

### Примеры рекомендуемых марок и производителей добавок

Таблица В.1

Тип добавки	Марка добавки (например)	Производитель (например)
Пластифицирующая <sup>*)</sup>	Полипласт - 3 МБ	ООО "Полипласт Новомосковск", 301653, Тульская обл., г. Новомосковск, Комсомольское шоссе, д. 72 Тел.: (48762) 2-11-04, 2-11-19, 2-11-36, 2-11-40, 2-11-48, факс: (48762) 2-11-04, 2-11-55 E-mail: <a href="mailto:sekretar@pplast.novomoskovsk.ru">sekretar@pplast.novomoskovsk.ru</a> Сайт <a href="http://www.polyplast-un.ru">www.polyplast-un.ru</a>
Пластифицирующая	Sika ViscoCrete 5-600 N PL Sika ViscoCrete - 3300	ООО "Зика" 127006, г. Москва, ул. Малая Дмитровка, д. 16, стр. 6 Тел.: (495) 771-74-88 Факс: (495) 771-74-80 E-mail <a href="mailto:info@ru.sika.com">info@ru.sika.com</a> Сайт <a href="http://www.sika.ru">www.sika.ru</a>
Пластифицирующая	С-3 (СП-1)	ООО "Торговый дом СУПЕРПЛАСТ", 600000, г. Владимир, Промышленный проезд, д.5. E-mail <a href="mailto:nfo@superplast.su">nfo@superplast.su</a>
Пластифицирующая	СП-3	Компания "Главхим" г. Тула, ул. Тульского Рабочего Полка, д. 102, E-mail: <a href="mailto:info@glavchem.com">info@glavchem.com</a> Сайт <a href="http://www.glavchem.com">www.glavchem.com</a>
Пластифицирующая	Лигнопан Б-3	ООО "Биотех", 119034, г. Москва, Зубовский б-р, д.29, оф.12а Тел.: +7 (499) 245-3980 E-mail: <a href="mailto:biotechlabor@gmail.com">biotechlabor@gmail.com</a>
Пластифицирующая <sup>*)</sup>	ГПМ порошок ТУ 5745-008-53268843-2007	ЗАО "НП ЦМИД" 195220, Санкт-Петербург, ул.Гжатская, д.21, оф.139, Отдел сбыта: Тел. (812) 290-96-60, E-mail: <a href="mailto:zakaz@np-cmid.ru">zakaz@np-cmid.ru</a>
Пластифицирующая	Centrament N 102	МС-Bauchemie Russia • Тел. 8 800 5550605 E-mail: <a href="mailto:info@mc-bauchemie.ru">info@mc-bauchemie.ru</a> Сайт <a href="http://www.mc-bauchemie.ru">www.mc-bauchemie.ru</a>
Пластифицирующая	GLENIUM SKY®505	"БАУ Кемикал", 454084, г. Челябинск, ул.Братьев Кашириных, д. 34-а, офис 3 Тел.: (351) 211-44-78; 236-51-55; 236-50-72 E-mail: <a href="mailto:uco@bk.ru">uco@bk.ru</a>
Пластифицирующая	БИСИЛ ПОЛ	Дризоро С.А. (Drizoro S.A.) / Поставщик "Гидрозо" 129226, Москва, Сельскохозяйственная ул., 18/3 Тел/факс (495) 181-2629 E-mail: <a href="mailto:mail@gydrozo.ru">mail@gydrozo.ru</a> Сайт <a href="http://www.gydrozo.ru">www.gydrozo.ru</a>
Пластифицирующая <sup>*)</sup>	МБ 10-01	Предприятие Мастер Бетон 109428, Москва, ул. 2-я Институтская, 6, корпус 15а, Адрес для корреспонденций: 109428, Москва, а.я. №

Тип добавки	Марка добавки (например)	Производитель (например)
		6, ООО "Предприятие МБ" Тел.: (095) 171-0573, 174-7635, 174-7629, 174-7606 Факс: (095) 174-7591 E-mail: <a href="mailto:mb@niizhb.ru">mb@niizhb.ru</a> ; <a href="mailto:info@master-concrete.com">info@master-concrete.com</a> Сайт <a href="http://www.master-concrete.com">www.master-concrete.com</a>
Активная минеральная	МК-65 Микрокремнезем конденсированный по ТУ 5743-048-02495332- 96	Челябинский электрометаллургический комбинат, 454081 Челябинская область Челябинск, ул.Героев Танкограда, 80-П, строение 80 Телефон +7(351) 772-6310 Факс +7(351) 772-6373 Сайт <a href="http://www.chemk.ru">www.chemk.ru</a>
Противоморозная добавка	Формиат натрия (FNa) ТУ-5870-008-53268843- 2007 ТУ 2432-008-50685486- 2004	ОАО "Метафракс", 618250, г. Губаха, Пермский край, Тел. (342-48) 4-08-98 Факс: (342-48) 4-71-21 E-mail: <a href="mailto:metafrax@permonline.ru">metafrax@permonline.ru</a> ООО "ОКП" 603016, г. Н. Новгород, ул.Ю.Фучика, д.8, ком.1 Тел. 8-831-259-89-04, факс 8-831-259-89-00E-mail: <a href="mailto:okpnn@mail.ru">okpnn@mail.ru</a>
Противоморозная добавка	Криопласт СП15-2 (ТУ 5870-009-58042865-05)	ООО "Полипласт Новомосковск" 301653, Тульская обл., г. Новомосковск, Комсомольское шоссе, д. 72 Тел.: (48762) 2-11-04, 2-11-19, 2-11-36, 2-11-40, 2-11- 48, факс: (48762) 2-11-04, 2-11-55 E-mail: <a href="mailto:sekretar@pplast.novomoskovsk.ru">sekretar@pplast.novomoskovsk.ru</a> Сайт <a href="http://www.polyplast-un.ru">www.polyplast-un.ru</a>
Противоморозная добавка	Ниткал	ООО "Торговый дом Верас" 398032., Липецк, Поперечный проезд, 3 E-mail: <a href="mailto:veras.td@yandex.ru">veras.td@yandex.ru</a> Сайт: <a href="http://verastd.ru">http://verastd.ru</a>
Противоморозная добавка	Форт "УП-3"	ООО "ФОРТ" 243020, Брянская обл., г. Новозыбков, ул. Комсомольская 107 А, а/я 49 тел/факс: (48343) 3-24-17, тел: 3-22-78 E-mail <a href="mailto:info@modifikator.ru">info@modifikator.ru</a>
*) добавка модификатор– пластификатор плюс микросилика		

**Приложение Г  
(справочное)**

**Основные методы определения физико-механических характеристик бетона  
и его компонентов**

Таблица Г.1

Вид продукции	Определяемая характеристика, вид испытания	Шифр ГОСТ или ГОСТ Р	Шифр стандарта Евроном
<b>Цемент</b>	Физико-механические характеристики	ГОСТ 310.1 – ГОСТ 310.6	EN 197-1
<b>Заполнители</b>	Зерновой состав методом просеивания на ситах	ГОСТ 8735 ГОСТ 8269.0	EN 933-1
	Содержание мелких фракций		EN 933-1
	Модуль крупности песка		EN 933-1
	Насыпная плотность		EN 1097-3
	Влажность		EN 1097-5
	Морозостойкость по потере массы		EN 1367-1
	Содержание загрязняющих примесей (методом отмучивания)		EN 12620
	Содержание глины в комках и других чужеродных частиц		EN 12620
<b>Химические добавки</b>	Технические характеристики	ГОСТ 30459	EN 934-1, EN 934-2, EN 934-3, EN 934-4, EN 934-5, EN 934-6
<b>Бетонная смесь</b>	Удобоукладываемость по осадке конуса	ГОСТ 10181	EN 12350-2
<b>Бетон</b>	Размеры и форма контрольных образцов	ГОСТ 10180	EN 12390-1
	Прочность на сжатие по контрольным образцам		EN 12390-3
	Плотность	ГОСТ 12730.1	EN 12390-7
	Водонепроницаемость	ГОСТ 12730.5	EN 206-1
	Морозостойкость по потере массы и потере прочности	ГОСТ 10060.0-ГОСТ 10060.2	EN 206-1

## Библиография

- [1] НП-010-98 Правила устройства и эксплуатации локализирующих систем безопасности атомных станций
- [2] ПНАЭ Г-7-016-89 Унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Визуальный и измерительный контроль
- [3] ПНАЭ Г-10-032-92 Правила контроля сварных соединений элементов локализирующих систем безопасности атомных станций
- [4] РД ЭО 0654-2006 Руководство по проведению заказчиком-застройщиком (инвестором) контроля качества строительно-монтажных работ на строительстве атомных станций
- [5] РД ЭО 0657-2006 Положение по применению механических соединений арматуры для железобетонных конструкций зданий и сооружений атомных станций
- [6] Руководство по технологии бетонных работ на строительстве АЭС с блоками ВВЭР-1000, Минэнерго СССР, Оргэнергострой, 1987
- [7] СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции
- [8] СНиП 3.06.04-91 Мосты и трубы
- [9] СП 52-101-2003 Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры
- [10] СП 48.13330.2011 (актуализированная редакция СНиП 12-01-2004) Организация строительства
- [11] Федеральный закон "О техническом регулировании" от 27.12.2002 N 184-ФЗ

- [12] Федеральный закон "О внесении изменений в Федеральный закон "О техническом регулировании" № 65-ФЗ от 17.12.1994