

МИНИСТЕРСТВО АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**СН 1.03.01-2019**

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**ВОЗВЕДЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ  
КОНСТРУКЦИЙ, ЗДАНИЙ  
И СООРУЖЕНИЙ**

**УЗВЯДЗЕННЕ БУДАЎНІЧЫХ  
КАНСТРУКЦЫЙ, БУДЫНКАЎ  
І ЗБУДАВАННЯЎ**

**Издание официальное**

**Минск 2025**

---

УДК 69.057(083.74)

**Ключевые слова:** возведение строительных конструкций, здания, сооружения, каменные и армокаменные конструкции, производство бетонных работ, сборные бетонные и железобетонные конструкции, монтаж конструкций, коллекторные тоннели, огнеупорные материалы, опалубочные работы, арматурные работы, сварочные работы

---

## Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ научно-проектно-производственным республиканским унитарным предприятием «СТРОЙТЕХНОРМ» (РУП «СТРОЙТЕХНОРМ»), техническим комитетом по стандартизации в области архитектуры и строительства «Производство работ» (ТКС 11)

ВНЕСЕНЫ главным управлением научно-технической политики и лицензирования Министерства архитектуры и строительства

2 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства архитектуры и строительства от 29 ноября 2019 г. № 64

В Национальном комплексе технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства настоящие строительные нормы входят в блок 1.03 «Организация строительного производства»

3 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ (с отменой ТКП 45-1.03-314-2018 (33020))

4 ПЕРЕИЗДАНИЕ (май 2025 г.) с Изменением № 1 (введено в действие 12.08.2021 постановлением Минстройархитектуры от 17.05.2021 № 48), Изменением № 2 (введено в действие 25.05.2025 постановлением Минстройархитектуры от 10.02.2025 № 20)

© Минстройархитектуры, 2025

---

Изданы на русском языке

## Содержание

1 Область применения .....	1
2 Нормативные ссылки .....	1
3 Термины и определения и сокращения .....	3
3.1 Термины и определения .....	3
3.2 Сокращения .....	3
4 Общие положения .....	4
5 Возведение каменных и армокаменных конструкций .....	5
5.1 Общие положения .....	5
5.2 Кладка из кирпича и изделий правильной формы для кирпичной кладки .....	8
5.3 Арки и перемычки .....	10
5.4 Стены из мелких блоков .....	10
5.5 Возведение каменных и армокаменных конструкций при отрицательных температурах .....	11
5.6 Возведение каменных и армокаменных конструкций в условиях высокой температуры и низкой влажности воздуха .....	11
6 Монтаж сборных бетонных и железобетонных конструкций .....	12
6.1 Общие положения .....	12
6.2 Монтаж блоков фундаментов и стен подземной части зданий .....	12
6.3 Монтаж колонн, рам, полурам и диафрагм жесткости .....	13
6.4 Монтаж ригелей, балок, ферм, плит .....	14
6.5 Монтаж панелей стен .....	16
6.6 Монтаж вентиляционных блоков, шахт лифтов, санитарно-технических кабин, лестничных маршей и площадок .....	17
6.7 Сварка и антикоррозионная защита стальных элементов стыков .....	18
6.8 Замоноличивание стыков и швов .....	19
6.9 Водо-, воздухо- и теплоизоляция стыков наружных стен .....	19
7 Возведение монолитных бетонных и железобетонных конструкций .....	20
7.1 Общие положения .....	20
7.2 Опалубочные работы .....	20
7.3 Арматурные работы .....	23
7.4 Бетонные работы .....	24
7.5 Специальные методы бетонирования .....	31
7.6 Производство бетонных работ при высокой температуре воздуха и низкой влажности .....	33
7.7 Производство бетонных работ при отрицательных температурах воздуха .....	34
7.8 Уход за бетоном и контроль качества .....	37
7.9 Распалубка монолитных конструкций .....	38
7.10 Требования к качеству поверхностей и внешнему виду монолитных бетонных и железобетонных конструкций .....	38

8	Монтаж стальных конструкций.....	41
8.1	Общие положения.....	41
8.2	Подготовительные работы.....	42
8.3	Укрупнительная сборка конструкций.....	43
8.4	Монтаж колонн .....	44
8.5	Монтаж подкрановых балок .....	44
8.6	Монтаж конструкций покрытия .....	44
8.7	Сборка и закрепление монтажных соединений конструкций на болтах без контролируемого натяжения .....	45
8.8	Сборка и закрепление монтажных соединений конструкций на высокопрочных болтах с контролируемым натяжением .....	46
8.9	Сборка и закрепление монтажных соединений на высокопрочных дюбелях и самонарезающих винтах.....	48
8.10	Предварительное напряжение конструкций .....	49
8.11	Монтаж стальных конструкций одноэтажных и многоэтажных зданий.....	49
8.12	Монтаж конструкций транспортных галерей .....	53
8.13	Монтаж конструкций резервуаров .....	53
8.14	Монтаж конструкций антенно-мачтовых сооружений связи и башен вытяжных труб.....	57
9	Монтаж деревянных конструкций .....	59
9.1	Общие положения .....	59
9.2	Производство монтажных работ.....	60
10	Монтаж легких ограждающих конструкций .....	62
10.1	Общие положения.....	62
10.2	Монтаж гипсобетонных перегородок.....	63
10.3	Монтаж каркасно-обшивных перегородок .....	63
10.4	Монтаж стен из металлических панелей с утеплителем или способом полистовой сборки.....	64
10.5	Монтаж конструкций из асбестоцементных экструзионных панелей и плит .....	65
11	Сварочные работы.....	66
11.1	Общие положения.....	66
11.2	Подготовка и сборка конструктивных элементов при монтаже стальных конструкций.....	67
11.3	Требования к производству сварочных работ.....	68
11.4	Требования к сварке в условиях низких температур.....	69
12	Возведение коллекторных тоннелей.....	71
12.1	Общие положения.....	71
12.2	Проходка шахтных стволов.....	72
12.3	Основные требования к проходке тоннелей .....	74
12.4	Проходка тоннелей частично механизированными и механизированными щитами с крепью из сборных элементов .....	75
12.5	Постоянная крепь тоннелей.....	75
12.6	Проходка тоннелей с монолитно-прессованной крепью с применением переставной и скользящей опалубок .....	76

12.7 Бестраншейная проходка коллекторных тоннелей с применением микротоннелепроходческих комплексов .....	77
12.8 Вентиляция и освещение подземных выработок .....	78
12.9 Мероприятия по охране зданий, сооружений и коммуникаций .....	79
13 Возведение промышленных печей и кирпичных труб .....	79
13.1 Общие положения .....	79
13.2 Монтаж стальных конструкций .....	80
13.3 Кладка и футеровка промышленных печей .....	81
13.4 Кладка боровов .....	84
13.5 Футеровка газо- и воздухопроводов .....	85
13.6 Кладка рекуператоров и регенераторов .....	85
13.7 Футеровка печей неформованными огнеупорами .....	86
13.8 Футеровка печей волокнистыми материалами .....	87
13.9 Особенности возведения отдельных видов промышленных печей .....	87
13.10 Возведение кирпичных труб .....	94
13.11 Приемка, сушка и разогрев печей и труб .....	97
Приложение А Форма журнала работ по монтажу строительных конструкций .....	100
Приложение Б Форма журнала работ по замоноличиванию монтажных стыков и узлов .....	105
Приложение В Форма журнала выполнения монтажных соединений на болтах с контролируемым натяжением .....	109
Приложение Г Форма журнала сварочных работ .....	114
Приложение Д Форма акта приемки промышленной печи .....	119
Приложение Е Форма журнала выполненных горных работ .....	121
Приложение Ж Форма журнала контроля температуры бетона .....	122
Приложение К Форма паспорта скважины и замораживающей колонки .....	124
Библиография .....	126

## СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ

ВОЗВЕДЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ,  
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙУЗВЯДЗЕННЕ БУДАЎНІЧЫХ КАНСТРУКЦЫЙ,  
БУДЫНКАЎ І ЗБУДАВАННЯЎ

Construction of structures, buildings and facilities

Дата введения через 60 календарных дней  
после официального опубликования**1 Область применения**

Настоящие строительные нормы распространяются на:

- каменные и армокаменные конструкции;
- монолитные бетонные и железобетонные конструкции;
- монолитно-каркасные и сборно-монолитные каркасные здания;
- высотные здания из монолитного железобетона;
- сборные бетонные, железобетонные, стальные, деревянные и легкие ограждающие конструкции;
- коллекторные тоннели;
- промышленные печи и кирпичные трубы

и устанавливают основные требования к их возведению.

**2 Нормативные ссылки**

В настоящих строительных нормах использованы ссылки на следующие документы:

ТР 2009/013/ВУ Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность

СН 1.03.02-2019 Геодезические работы в строительстве. Основные положения

СН 1.03.04-2020 Организация строительного производства

СН 2.01.07-2020 Защита строительных конструкций от коррозии

СП 1.03.08-2023 Сварочные работы. Контроль качества работ

СП 1.03.13-2024 Возведение каменных и армокаменных конструкций. Контроль качества работ

СП 1.03.14-2024 Основания и фундаменты. Контроль качества работ

СП 5.02.01-2021 Каменные и армокаменные конструкции

СП 5.03.01-2020 Бетонные и железобетонные конструкции

СП 5.05.01-2021 Деревянные конструкции

ТКП 45-5.09-33-2006 (02250) Антикоррозионные покрытия строительных конструкций зданий и сооружений. Правила устройства

ТКП 45-2.02-110-2008 (02250) Строительные конструкции. Порядок расчета пределов огнестойкости

ТКП 45-1.01-221-2010 (02250) Строительство. Оценка системы производственного контроля.

Основные положения и порядок проведения

ТКП EN 1992-1-1-2009 (02250) Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций.

Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий

СТБ 1063-2003 Квалификация и сертификация персонала в области сварочного производства.

Требования и порядок проведения

СТБ 1110-98 Опалубка для возведения монолитных бетонных и железобетонных конструкций.

Общие технические условия

СТБ 1428-2003 Контроль неразрушающий. Соединения сварные трубопроводов и металлоконструкций. Радиографический метод

СТБ 1544-2005 Бетоны конструкционные тяжелые. Технические условия

СТБ 2264-2012 Испытание бетона. Неразрушающий контроль прочности

СТБ 2349-2013 Строительство. Процессы сварки. Требования и контроль качества

СТБ 2350-2013 Строительство. Аттестация сварщиков. Требования и порядок проведения

СТБ ЕН 1712-2004 Контроль неразрушающий сварных соединений. Ультразвуковой метод. Границы допустимости

СТБ ISO 9606-1-2022 Квалификационные испытания сварщиков. Сварка плавлением. Часть 1. Стали

СТБ ISO 14731-2011 Координация сварочной деятельности. Задачи и обязанности

СТБ ISO 15607-2009 Технологическая инструкция и квалификация технологических процессов сварки металлических материалов. Общие правила

ГОСТ 9.402-2004 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей к окрашиванию

ГОСТ 3242-79 Соединения сварные. Методы контроля качества

ГОСТ 3272-2002 Изделия огнеупорные алюмосиликатные для футеровки вагранок. Технические условия

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

ГОСТ 6402-70 Шайбы пружинные. Технические условия

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

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

ГОСТ 10906-78 Шайбы косые. Технические условия

ГОСТ 10922-2012 Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязанные и механические соединения для железобетонных конструкций. Общие технические условия

ГОСТ 11371-78 Шайбы. Технические условия

ГОСТ 11533-75 Автоматическая и полуавтоматическая дуговая сварка под флюсом. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 13015.0-83 Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные. Общие технические требования

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

ГОСТ 17624-2021 Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности

ГОСТ 22355-77 Шайбы класса точности С к высокопрочным болтам. Конструкция и размеры

ГОСТ 22356-77 Болты и гайки высокопрочные и шайбы. Общие технические условия

ГОСТ 22690-2015 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля

ГОСТ 23118-2019 Конструкции стальные строительные. Общие технические условия

ГОСТ 23518-79 Дуговая сварка в защитных газах. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ ISO 15609-1-2019 Технические требования и оценка процедур сварки металлических материалов. Технические требования к процедуре сварки. Часть 1. Дуговая сварка.

*Примечание* — При пользовании настоящими строительными нормами целесообразно проверить действие ссылочных документов на официальном сайте Национального фонда технических нормативных правовых актов в глобальной компьютерной сети Интернет.

Если ссылочные документы заменены (изменены), то при пользовании настоящими строительными нормами следует руководствоваться действующими взамен документами. Если ссылочные документы отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

**Раздел 2 Нормативные ссылки (Измененная редакция, Изм. № 1, 2)**

### 3 Термины и определения и сокращения

#### 3.1 Термины и определения

В настоящих строительных нормах применяют термины, установленные в действующих технических нормативных правовых актов (далее — ТНПА), а также следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1.1 технологическая нагрузка:** Нормативная временная нагрузка, обусловленная процессом производства строительных работ, действие которой прекращается после их завершения.

**3.1.2 сварочные работы:** Работы, выполняемые с применением сварочных технологий (процессов).

*Примечание* — Продукт сварочных работ — сварные соединения.

**3.1.3 сварочные материалы:** Материалы, используемые в процессе сварки, кроме основного металла свариваемых деталей.

*Примечание* — Сварочные материалы включают присадочные материалы, порошки из сплавов для наплавки, флюсы и газы.

**3.1.4 напряжение дуги:** Падение напряжения на участке сварочной цепи электрод — изделие.

**3.1.5 скорость шва:** Скорость перемещения электрода вдоль шва, определяемая длиной шва, выполняемой за единицу времени.

**3.1.6 напряженно-деформативное состояние:** Совокупность внутренних напряжений и деформаций, возникающих в конструкции или ее элементах при действии внешних нагрузок и других факторов (давление, вес, нагревание при сварке и др.).

**3.1.7 самоуплотняющаяся бетонная смесь:** Бетонная смесь, способная растекаться, полностью заполнять опалубочную полость и уплотняться под собственным весом.

**3.1.8 самоуплотняющийся бетон:** Бетон, основные физико-механические и эксплуатационные свойства которого обуславливаются степенью и равномерностью уплотнения самоуплотняющейся бетонной смеси.

**3.1.9 сопротивление расслоению:** Способность самоуплотняющейся бетонной смеси сохранять однородность состава в процессе растекания и уплотнения.

**3.1.10 рубашка:** Внутренний слой тоннеля из монолитного железобетона или торкретбетона, выполняющий функции гидроизоляции и антикоррозионной защиты.

**3.1.11 шахтный ствол:** Вертикальный колодец круглого или прямоугольного сечения, предназначенный для установки в тоннеле проходческого щита и выполнения технологических операций по строительству тоннеля.

**3.1.12 проходческий щит:** Подвижная сборная металлическая конструкция, обеспечивающая безопасную разработку грунта при строительстве тоннелей.

**3.1.13 щитовая проходка:** Закрытый (бестраншейный) способ строительства тоннеля, при котором разработка грунта и устройство стенок тоннеля осуществляется с помощью проходческого щита.

**3.1.14 защитное покрытие печи:** Слой огнеупорного материала, наносимый на внутреннюю поверхность печи для повышения ее огнестойкости.

**3.1.15 уплотнительное покрытие:** Слой материала, наносимый на наружную поверхность печи для повышения ее газонепроницаемости.

**3.1.16 огнеупорная кладка:** Кладка из огнеупорных изделий общей толщиной 500 мм и более.

**3.1.17 уплотнительное покрытие:** Слой материала, наносимый на наружную поверхность печи для повышения ее газонепроницаемости.

#### 3.2 Сокращения

ВПТ	— вертикально перемещаемая труба;
ВР	— восходящий раствор;
ГСУ	— гидросиловая установка;
КД	— конструкция деревянная;
КЖ	— конструкция железобетонная;
КМ	— конструкция металлическая;
КМД	— конструкция металлическая деталировочная;
КС	— кипящий слой;
МТПК	— микротоннелепроходческий комплекс;
НДС	— напряженно-деформативное состояние;



ПОС — проект организации строительства;  
 ППР — проект производства работ;  
 ППГР — проект производства геодезических работ;  
 ППСР — проект производства сварочных работ;  
 СУБ — самоуплотняющийся бетон;  
 СУБС — самоуплотняющаяся бетонная смесь;  
 ТАГП — термоактивное гибкое покрытие;  
 ТК — технологические карты.

## 4 Общие положения

**4.1** Возведение строительных конструкций, зданий и сооружений следует осуществлять в соответствии с проектной документацией и ППР, разработанным в соответствии с СН 1.03.04 с учетом требований [1].

**(Измененная редакция, Изм. № 2)**

**4.2** В состав ППР должны входить технологические карты на выполнение конкретного вида строительных работ с соблюдением требований соответствующих ТНПА на производство и контроль качества выполнения работ, требований организации строительного производства и безопасности труда в строительстве, правил пожарной безопасности при производстве строительномонтажных работ, а также требований нормативных документов органов государственного надзора.

**4.3** Строительные материалы и изделия для возведения строительных конструкций, зданий и сооружений должны соответствовать требованиям проектной документации и ТНПА. Материалы и изделия должны сопровождаться документом изготовителя, подтверждающим качество и безопасность продукции, — сертификатом соответствия или декларацией о соответствии согласно ТР 2009/013/ВУ.

Строительные материалы и изделия, подлежащие гигиенической регламентации, должны иметь документы, подтверждающие их безопасность, если это установлено в [2].

**4.4** Транспортирование, складирование и хранение конструкций, изделий и материалов на строительной площадке следует осуществлять в соответствии с требованиями ТНПА и ППР. Материалы, изделия и конструкции должны быть защищены от неблагоприятных атмосферных, механических и термических воздействий, снижающих их потребительские свойства. При складировании должна быть обеспечена возможность свободной строповки и подъема грузов. Маркировочные надписи, знаки этикетки должны быть видны со стороны проходов.

Стальные конструкции, поступающие на объект, должны быть распределены на:

- требующие укрупнения на строительной площадке;
- складироваемые непосредственно у мест монтажа;
- складироваемые на отведенных для этого площадках.

**4.5** До начала строительства должна быть принята строительная площадка по акту о соответствии выполненных внеплощадочных и внутриплощадочных подготовительных работ требованиям безопасности труда и готовности объекта к началу строительства в соответствии с СН 1.03.04 (приложение А).

**4.6** До начала монтажных работ должны быть выполнены работы по устройству монтажной площадки согласно ППР и приняты по акту освидетельствования скрытых работ в соответствии с СН 1.03.04 (приложение Л).

**4.7** В процессе возведения строительных конструкций, зданий и сооружений необходимо выполнять геодезическую съемку в соответствии с СН 1.03.02 с составлением исполнительных схем и составлять акты освидетельствования скрытых работ и промежуточной приемки ответственных конструкций в соответствии с СН 1.03.04 (приложение А).

**4.5–4.7 (Измененная редакция, Изм. № 2)**

**4.8** Внешнюю разбивочную сеть следует создавать после расчистки территории строительной площадки и ее вертикальной планировки в соответствии с требованиями проектной документации и ППГР.

**4.9** Устройство оснований и фундаментов должно быть принято по актам промежуточной приемки ответственных конструкций и актам освидетельствования скрытых работ согласно СН 1.03.04 и с учетом СП 1.03.14.

**(Измененная редакция, Изм. № 2)**

**4.10** Надземную часть здания необходимо возводить только после сооружения подземной части (монтажа несущих конструкций, анкеровки стен и заделки швов между плитами перекрытия) и обратной засыпки пазух до проектной отметки с уплотнением грунта до требуемого коэффициента уплотнения согласно проектной документации, если другое в ней не предусмотрено.

**4.11** Совмещенный монтаж конструкций и оборудования следует производить по ППР, содержащему порядок совмещения работ, взаимосвязанные схемы монтажных ярусов и зон, графики подъема конструкций и оборудования.

Конструкции следует устанавливать в проектное положение по принятым в проектной документации ориентирам (рискам, болтам, штырям) или специальным закладным изделиям, фиксирующим устройствам.

**4.12** Для сопряжений сборных железобетонных конструкций и сборных железобетонных с монолитными конструкциями перепады в швах сопряжений не допускаются, если другое не предусмотрено проектной документацией.

**4.13** Изменение расчетной схемы работы конструкций на всех стадиях возведения здания, а также ослабление сечений конструкций и узлов не допускается.

Размещение на перекрытиях материалов и изделий определяется ППР с учетом несущей способности конструкций.

**4.14** При возведении монолитных бетонных и железобетонных конструкций зданий и сооружений необходимо применять опалубочные системы, соответствующие ТНПА и обеспечивающие многократную оборачиваемость.

**4.15** Применение опорных элементов опалубки (башни, стойки, раскосы и т. п.), при отсутствии у поставщика или изготовителя технических характеристик по их несущей способности и устойчивости, не допускается.

Для сложных конструкций или конструкций с большими технологическими нагрузками и при высоте опорной системы более 5 м к ППР должны быть приложены подтверждающие статистические расчеты несущей способности опалубки и опорной системы.

**4.16** Соединения арматуры следует выполнять в соответствии с проектной документацией и требованиями ТНПА.

**4.17** При средней суточной температуре наружного воздуха ниже 5 °С и минимальной суточной температуре ниже 0 °С бетонные работы должны осуществляться в соответствии с технологической документацией с проведением мероприятий, обеспечивающих набор прочности бетона и получение в заданные сроки показателей, указанных в проектной документации.

**4.18** В течение всего периода строительства объекта должен быть установлен контроль внешним осмотром за состоянием строительных конструкций, их узлов и сопряжений и геодезический контроль за перемещениями и деформациями.

**4.19** Контроль качества строительно-монтажных работ должен осуществляться линейным персоналом и специальными службами, создаваемыми в строительной организации, оснащенными техническими средствами, обеспечивающими необходимую точность, достоверность и полноту контроля выполняемых работ при возведении конструкций, зданий и сооружений в соответствии с требованиями ТНПА, настоящих строительных норм и [3].

**4.20** Геодезический контроль возведения зданий и сооружений необходимо выполнять в соответствии с ППР согласно СН 1.03.02.

**4.21** В процессе производства работ необходимо вести журнал производства работ в соответствии с СН 1.03.04, а также соответствующие журналы по выполнению определенных видов работ согласно приложениям настоящих строительных норм.

(Измененная редакция, Изм. № 2)

## **5 Возведение каменных и армокаменных конструкций**

### **5.1 Общие положения**

**5.1.1** До начала работ по возведению каменных и армокаменных (далее — каменных) конструкций надземной части зданий и сооружений необходимо:

- предоставить акты промежуточной приемки оснований и фундаментов;
- выполнить исполнительную геодезическую съемку фундаментов, составить исполнительные схемы и нанести оси здания или сооружения на фундаменты;

— выполнить разбивочные работы по выносу осей и высотных отметок в соответствии с требованиями проектной документации;

— выполнить защиту возводимых конструкций от увлажнения со стороны фундамента (устройство горизонтальной гидроизоляции), а также со стороны примыкающих тротуаров и отмосток. Вид защиты и места ее устройства должны соответствовать требованиям проектной документации. Ниже пола подвала также следует устраивать гидроизоляционный слой, если другое не предусмотрено проектной документацией.

**5.1.2** В проектной документации должна быть указана марка кладочного раствора и изделий для кирпичной кладки с учетом конкретных показателей в зависимости от сезонного периода возведения каменных конструкций и условий эксплуатации зданий. Марка по морозостойкости кладочных растворов и изделий для кирпичной кладки должна соответствовать проектной документации.

**5.1.3** Кладочный раствор, применяемый при возведении каменных конструкций, необходимо использовать до начала схватывания и периодически перемешивать во время использования. Применение обезвоженной растворной смеси и разбавление ее водой после начала схватывания не допускается.

**5.1.4** Возведение каменных конструкций последующих этажей выполняется только после укладки несущих конструкций перекрытий нижележащего этажа, анкеровки стен и заделки швов между плитами перекрытия.

**5.1.5** Не допускается ослабление каменных конструкций отверстиями, бороздами, нишами, проемами, не предусмотренными проектной документацией. Запрещается прокладка инженерных коммуникаций в стенах (перегородках) толщиной 120 мм и менее, за исключением прокладки с заглублением штрабы на 1/3 толщины стены.

**5.1.6** При создании разрывов необходимо производить кладку в виде наклонной или вертикальной штрабы.

**5.1.7** При создании каменной кладки с выполнением вертикальной штрабы в швы кладки следует заложить сетку из стержней диаметром не более 5 мм на расстоянии до 1,5 м по высоте кладки, а также в уровне каждого перекрытия. Количество продольных стержней и размер ячеек сетки устанавливается в проектной документации.

**5.1.8** Разность высот возводимой каменной кладки на смежных захватках или в местах примыканий и пересечений не должна превышать высоту этажа, разность высот между смежными участками кладки для стен подземной части здания не должна превышать 1,2 м.

**5.1.9** Высота неармированных нераскрепленных каменных перегородок толщиной 9 см не должна превышать 1,5 м, перегородок толщиной 12 см — 1,8 м.

**5.1.10** Предельная высота возведения свободно стоящих каменных стен (без укладки перекрытий или покрытий) не должна превышать значений, указанных в таблице 5.1. При необходимости возведения свободно стоящих стен большей высоты следует применять временные крепления в соответствии с проектной документацией.

Таблица 5.1

Толщина стен, см	Объемная масса (плотность) каменной кладки, кг/м <sup>3</sup>	Допустимая высота стен, м, при скоростном напоре ветра, Н/м <sup>2</sup> (скорости ветра, м/с)			
		до 150 (15)	270 (21)	450 (27)	1000 (40)
25	От 1000 до 1300	2,3	1,6	1,3	—
	“ 1300 “ 1600 включ.	3,0	2,1	1,4	—
	Св. 1600	3,8	2,6	1,6	—
38	От 1000 до 1300	4,5	4,0	2,4	1,3
	“ 1300 “ 1600 включ.	4,8	4,3	3,1	1,5
	Св. 1600	5,2	4,7	4,0	1,7
51	От 1000 до 1300	6,0	5,7	4,3	2,0
	“ 1300 “ 1600 включ.	6,3	6,0	5,6	2,5
	Св. 1600	6,5	6,3	6,0	3,1

Окончание таблицы 5.1

Толщина стен, см	Объемная масса (плотность) каменной кладки, кг/м <sup>3</sup>	Допустимая высота стен, м, при скоростном напоре ветра, Н/м <sup>2</sup> (скорости ветра, м/с)			
		до 150 (15)	270 (21)	450 (27)	1000 (40)
64	От 1000 до 1300	7,0	6,6	6,0	2,7
	“ 1300 “ 1600 включ.	7,4	7,0	6,5	3,5
	Св. 1600	7,7	7,4	7,0	4,3
<i>Примечание</i> — Для промежуточных значений скоростного напора ветра допустимую высоту свободно стоящих стен определяют с помощью интерполяции.					

**5.1.11** Элементы каменных и армокаменных конструкций, скрывающиеся в процессе производства последующих работ, должны быть приняты по актам, в том числе:

- места опирания ферм, прогонов, балок, плит перекрытий на стены, столбы и пилястры и их заделка в кладке;
- закрепление в кладке сборных железобетонных элементов: карнизов, балконов и других консольных конструкций; анкеровка кирпичных карнизов;
- закладные детали и их антикоррозионная защита;
- уложенная в конструкции арматура;
- осадочные и деформационные швы;
- гидро- и пароизоляция кладки.

**5.1.12** При возведении каменных и армокаменных конструкций необходимо соблюдать требования, приведенные в таблице 5.2.

Таблица 5.2

В миллиметрах

Наименование показателя качества	Значение для				
	стен	столбов	фундаментов	стен	столбов
	из кирпича, камней правильной формы, мелких блоков		из бута и бутабетона		
Отклонение от толщины конструкций	±15	±10	±30	±20	±20
Отклонение от отметок опорных поверхностей	–10	–10	–25	–15	–15
Отклонение ширины простенков	–15	—	—	—	—
Отклонение от ширины проемов	15	—	—	—	—
Отклонение центра оконных проемов, расположенных на одной вертикальной оси	Не допускается	—	—	—	—
Отклонение осей конструкции от разбивочных осей	10	10	20	15	10
Отклонения граней и углов кладки от вертикали:	на один этаж	10	—	20	15
	на здание высотой более двух этажей	30	—	—	—

Окончание таблицы 5.2

Наименование показателя качества	Значение для				
	стен	столбов	фундаментов	стен	столбов
	из кирпича, камней правильной формы, мелких блоков		из бута и бутобетона		
Отклонение от ширины швов кладки:					
	горизонтальных	—2; +3	—2; +3	—	—
	вертикальных	—2; +2	—2; +2	—	—
Отклонение рядов кладки от горизонтали на 10 м длины стены	15	—	30	20	—
Неровности на вертикальной поверхности кладки	10	5	—	—	—
Отклонение размеров сечения вентиляционных каналов	±5	—	—	—	—

**5.1.13** Опирающие сборные железобетонные и стальные конструкции на кладку необходимо производить через слой раствора толщиной от 10 до 15 мм или на монолитные опорные плиты толщиной, кратной толщине кладки, но не менее 140 мм, армированные двумя сетками.

Глубина опирания железобетонных и стальных конструкций на каменную кладку и способы их заделки в стенах должны соответствовать проектной документации. С учетом положений СП 5.02.01 глубина опирания должна составлять не менее 90 мм.

Пустотные плиты следует укладывать усиленными торцами по стенам, несущим более высокую нагрузку.

**(Измененная редакция, Изм. № 1, 2)**

**5.1.14** При опирании конструкций на пилястры следует предусматривать связь опорных плит на опорном участке каменной кладки с основной стеной.

Глубина заделки опорных плит в стену должна составлять не менее 120 мм. Выполнение кладки, расположенной над плитами перекрытий, следует производить непосредственно после их монтажа. Установка плит перекрытий в борозды, оставляемые при кладке стен, не допускается.

**5.1.15** Армирование опорных участков каменной кладки следует выполнять в соответствии с указаниями проектной документации сетками из стержней диаметром не менее 3 мм с размерами ячеек не более 60×60 мм, уложенными не менее чем в трех верхних горизонтальных швах.

При передаче местных нагрузок на пилястры участки кладки, расположенные в пределах 1 м ниже опорных подушек, следует армировать через три ряда кладки вышеуказанными сетками. Сетки должны соединять опорные участки пилястр с основной частью стены, их необходимо заделывать в стену на глубину не менее 120 мм.

**5.1.16** Каменные стены и столбы необходимо крепить к перекрытиям и покрытиям анкерами сечением не менее 0,5 см<sup>2</sup>.

**5.1.17** Самонесущие стены в каркасных зданиях должны быть соединены с колоннами гибкими связями, обеспечивающими устойчивость стен, в соответствии с указаниями проектной документации. Связи, устанавливаемые на высоте колонн, должны обеспечивать устойчивость стен и иметь шаг не более 1,2 м по высоте.

При шаге колонн 6 м и более стены должны быть заанкерены с перекрытиями с шагом не более 3 м.

**5.1.18** Устройство деформативных и осадочных швов в каменных и армокаменных конструкциях должно соответствовать требованиям проектной документации.

**5.1.19** Для обеспечения необходимой звукоизоляции перегородки из пустотелого кирпича необходимо выкладывать только с вертикальным направлением пустот. Между перегородками, перекрытиями и стенами необходимо оставлять зазоры, указанные в проектной документации.

**5.1.20** Номенклатура контролируемых показателей качества и порядок контроля качества работ при возведении каменных и армокаменных работ — с учетом положений СП 1.03.13.

**(Измененная редакция, Изм. № 2)**

## 5.2 Кладка из кирпича и изделий правильной формы для кирпичной кладки

**5.2.1** Кладку из кирпича и изделий для каменной кладки необходимо выполнять с соблюдением перевязки швов согласно проектной документации.

**5.2.2** Тычковые ряды необходимо выполнять из целых кирпичей и изделий для каменной кладки независимо от системы перевязки.

**5.2.3** Тычковые ряды обязательны в нижнем (первом) и верхнем (последнем) рядах кладки, на уровне горизонтальных обрезов стен и столбов, в выступающих рядах кладки, в качестве опорных поверхностей в местах опирания балок, прогонов, перекрытий и других конструкций при многорядной системе перевязки швов.

**5.2.4** При возведении стен тычковую перевязку следует осуществлять:

- для кладки из полнотелого кирпича толщиной 65 мм — один тычковый ряд на шесть рядов кладки;
- то же 88 мм — один тычковый ряд на четыре ряда кладки.

**5.2.5** Кирпичные цоколи зданий необходимо выполнять из полнотелого керамического кирпича. Применение для данных целей пустотелого керамического кирпича и силикатного кирпича не допускается.

**5.2.6** Кирпичные столбы, пилястры и простенки шириной в два с половиной кирпича и менее, рядовые кирпичные перемычки и карнизы следует выполнять из целого кирпича с обеспечением необходимой прочности и морозостойкости конструкций.

**5.2.7** Применение кирпича-половняка допускается только при выполнении забутовочных рядов и малонагруженных каменных конструкций (участки стен под окнами и т. п.) не более 10 % от размера кирпичной кладки.

**5.2.8** Толщина горизонтальных швов кладки из одинарного кирпича должна составлять 10 мм, кладки из утолщенного кирпича и камней правильной формы — 12 мм, толщина вертикальных швов — 10 мм. Указанные размеры швов относятся к стенам прямолинейного и криволинейного очертания.

**5.2.9** Горизонтальные и вертикальные швы в кирпичных стенах, перемышках, простенках и столбах следует полностью заполнять раствором.

**5.2.10** В случаях выполнения кладки с частично не заполненными раствором швами глубина незаполненной части шва с лицевой стороны не должна превышать 15 мм для стен, 10 мм — для столбов.

**5.2.11** Вертикальность граней и углов, горизонтальность кладки каждого этажа, а также соответствие отметки верха кладки подлежат инструментальному контролю.

**5.2.12** После выполнения кладки каждого этажа следует производить инструментальную проверку горизонтальности и отметок верха кладки, независимо от промежуточных проверок горизонтальности ее рядов.

**5.2.13** Возведение армокаменных конструкций необходимо осуществлять с соблюдением следующих требований, если другое не предусмотрено проектной документацией:

- арматурные сетки следует укладывать не реже чем через:
  - пять рядов — при кладке из обычного кирпича;
  - четыре ряда — при кладке из утолщенного кирпича;
  - три ряда — при кладке из керамических камней;
- диаметр арматуры сеток должен соответствовать требованиям проектной документации и быть не менее 3 мм;
- диаметр арматуры в горизонтальных швах кладки должен быть, мм, не более:
  - 6 — при пересечении арматуры в швах;
  - 8 — без пересечения арматуры в швах;
- расстояние между стержнями сетки должно быть не более 120 мм и не менее 30 мм;
- толщина швов в армированной кладке должна превышать сумму диаметров пересекающейся арматуры не менее чем на 4 мм и составлять не более 16 мм;
- при поперечном армировании стен, столбов и простенков следует изготавливать и укладывать сетки таким образом, чтобы не менее чем два арматурных стержня (из которых изготовлена сетка) выступали на 2–3 мм на внутреннюю поверхность стены и простенка или на две стороны столба;
- при продольном армировании каменной кладки стальные стержни арматуры следует соединять между собой сваркой по длине;
- при устройстве стыков арматуры без сварки концы гладких стержней должны заканчиваться крюками и связываться проволокой с перехлестом стержней на 20 диаметров;
- перехлест стержней из арматуры периодического профиля должен составлять не менее 250 мм.

**5.2.14** Возведение кирпичных стен облегченной конструкции необходимо выполнять с соблюдением следующих требований, если другое не предусмотрено проектной документацией:

- швы на фасаде должны быть расшиты;
- внутренняя отделка стен должна быть произведена с применением штукатурного покрытия, выполненного штукатурной растворной смесью;
- плитный утеплитель должен быть уложен с обеспечением плотного примыкания к кладке;
- металлические связи, устанавливаемые в кладку, должны иметь антикоррозионное покрытие;
- засыпной утеплитель или легкий бетон заполнения должен быть уложен слоями толщиной от 0,4 до 0,6 м с уплотнением (штыкованием) каждого слоя. В кладке с вертикальными поперечными кирпичными диафрагмами пустоты следует заполнять на высоту не более 1,2 м в смену;
- подоконные участки наружных стен, а также другие выступающие конструкции должны быть защищены от увлажнения в соответствии с требованиями проектной документации;
- при производстве работ необходимо принимать меры по защите утеплителя от увлажнения.

**5.2.15** Общий вынос кирпичного неармированного карниза, образованного напуском рядов кладки, должен соответствовать проектной документации и не должен превышать половины толщины стены, при этом вынос каждого ряда не должен превышать 1/3 длины кирпича.

**5.2.16** Карнизы и парапеты, при недостаточной их устойчивости, должны быть закреплены анкерами, заделанными в нижних участках кладки согласно проектной документации.

**5.2.17** Все консольные железобетонные элементы должны быть обеспечены временными креплениями до их защемления вышележащей кладкой. Срок снятия временных креплений следует принимать в соответствии с проектной документацией.

**5.2.18** Выступающие части кирпичной кладки после их устройства должны быть защищены от атмосферных осадков в соответствии с требованиями проектной документации, при отсутствии таких требований — путем устройства сливов из раствора марки по прочности на сжатие не ниже М100 и морозостойкостью не ниже F50, с уклоном, обеспечивающим сток атмосферной влаги.

**5.2.19** При облицовке кирпичных стен, выполняемой одновременно с кладкой, необходимо соблюдать следующие требования:

- сначала выполняют кладку на высоту ряда плиты, затем устанавливают облицовочную плиту;
- не допускается установка облицовочных плит любой толщины выше кладки.

### 5.3 Арки и перемычки

**5.3.1** Для возведения арок, арочных и клинчатых перемычек и их пят следует применять изделия для кирпичной кладки и растворы согласно проектной документации, при этом марка раствора по прочности на сжатие должна быть не ниже М50.

**5.3.2** Участки стен между рядовыми кирпичными перемычками при простенках шириной менее 1 м необходимо выкладывать на том же растворе, что и перемычки.

**5.3.3** Стальную арматуру рядовых кирпичных перемычек следует укладывать по опалубке в слое раствора под нижний ряд кирпичей. Количество стержней устанавливается проектной документацией и должно быть не менее трех. Гладкие стержни для армирования перемычек должны иметь диаметр не менее 6 мм, заканчиваться крюками и заделываться в простенки не менее чем на 250 мм. Стержни периодического профиля применяют без крюков.

**5.3.4** Кладку арок, арочных и клинчатых перемычек необходимо выполнять по опалубке соответствующей конструкции согласно проектной документации.

**5.3.5** Швы кладки должны быть полностью заполнены раствором. Ширина клинообразных швов должна быть не более 25 мм сверху и не менее 5 мм внизу.

### 5.4 Стены из мелких блоков

**5.4.1** Кладка выполняется на цементно-песчаных растворах, клеевых растворных смесях или пастах с полным заполнением горизонтальных и вертикальных швов.

Необходимость заполнения вертикальных швов в кладке стен из пазогребневых блоков устанавливается проектной документацией в зависимости от условий эксплуатации зданий.

**5.4.2** Под стены из мелких блоков в местах примыкания блоков к цоколю, полу первого этажа, подвалу здания необходимо устраивать горизонтальную гидроизоляцию из рулонных материалов, не подверженных гниению.

Первый ряд применяемых изделий рекомендуется укладывать на пояс, выполненный из железобетонных перемычек или керамического кирпича. Свес стены относительно цоколя должен составлять не более 50 мм.

**5.4.3** Возведение стен и перегородок выполняется с однорядной перевязкой. Сопряжения в углах и примыканиях выполняются перевязкой блоков, в примыканиях перегородок к стенам устанавливаются крепежные детали в соответствии с проектной документацией.

**5.4.4** Толщина швов между блоками на кладочном растворе должна соответствовать 5.2.8, на клеевых смесях — должна быть 2–3 мм.

**5.4.5** Глубина и способ опирания конструкций на несущие стены должны соответствовать проектной документации и 5.1.13.

**5.4.6** Закладываемые в стены и перегородки из блоков из ячеистого бетона стальные детали, арматурные изделия, а также примыкающие к поверхностям из ячеистого бетона стальные конструкции должны быть защищены от коррозии в соответствии с требованиями проектной документации.

## **5.5 Возведение каменных и армокаменных конструкций при отрицательных температурах**

**5.5.1** Состав строительных растворов заданной марки при отрицательных температурах, подвижность и сроки сохранения подвижности растворных смесей должны соответствовать проектной документации и устанавливаться в соответствии с ТНПА.

**5.5.2** На время перерыва в работе верх кладки следует накрывать для предохранения от обледенения и заноса снегом. Не допускается при перерывах в работе укладывать раствор на верхний ряд кладки.

**5.5.3** При приготовлении растворных смесей с противоморозными добавками необходимо выполнять требования ТНПА, устанавливающих правила применения соответствующих добавок.

**5.5.4** Не допускается применять растворы с противоморозными добавками при возведении зданий, эксплуатируемых в условиях повышенной влажности воздуха более 60 %, эксплуатируемых при температуре св. 40 °С или работающих в условиях агрессивной среды.

Емкости с растворной смесью следует укрывать и утеплять (подогревать).

**5.5.5** Все указания по выполнению каменной кладки способом замораживания должны содержаться в проектной документации. Возможность возведения конструкций способом замораживания определяется проектной организацией при соответствующем обосновании.

**5.5.6** Возведение каменной кладки здания способом замораживания допускается производить без проверки фактической прочности раствора в каменной кладке до тех пор, пока возведенная часть здания по расчету не вызовет перегрузки нижележащих конструкций в период оттаивания (что должно определяться проектной организацией). Дальнейшее возведение здания разрешается производить только после того, как раствор наберет прочность (подтвержденную данными лабораторных испытаний) не ниже требуемой по расчету и указанной в рабочих чертежах для возведения здания в холодный период.

**5.5.7** Во время естественного оттаивания следует обеспечить постоянные наблюдения за величиной и равномерностью осадок стен, развитием деформаций наиболее напряженных участков кладки, твердением раствора.

Наблюдения необходимо вести в течение всего периода твердения до набора раствором проектной прочности.

**5.5.8** Контроль качества работ по возведению каменных и армокаменных конструкций зданий при отрицательных температурах следует осуществлять на всех этапах строительства.

В журнале производства работ, кроме записей о составе выполняемых работ, следует фиксировать температуру наружного воздуха, количество добавок в растворе, температуру раствора в момент укладки.

## **5.6 Возведение каменных и армокаменных конструкций в условиях высокой температуры и низкой влажности воздуха**

При возведении каменных и армокаменных конструкций в жаркую и сухую погоду (при температуре воздуха 25 °С и выше и относительной влажности наружного воздуха ниже 50 %) необходимо соблюдать следующие дополнительные требования:

— возведенную каменную кладку следует поддерживать в увлажненном состоянии в течение жаркого времени суток;

— емкости с растворной смесью необходимо укрывать от воздействия солнечного излучения;

— водоудерживающую способность каждого из составов растворов необходимо устанавливать непосредственно на объекте не реже 1 раза в смену, при этом показатель водоудерживающей способности должен быть не менее 75 % от установленного в лабораторных условиях;



— расслаиваемость растворной смеси, перевозимой неспециализированным транспортом на расстояние более 5 км, следует проверять не реже 2 раз в смену непосредственно на строительной площадке; расслаиваемость должна быть не более 25 см<sup>3</sup> для растворных смесей с подвижностью от 10 до 12 см и не более 40 см<sup>3</sup> — с подвижностью от 12 до 14 см;

— керамический кирпич, а также все изделия для каменной кладки до укладки в конструкцию необходимо обильно смачивать водой;

— при перерывах в работе верхний ряд кладки не следует прикрывать раствором, а перед возобновлением работ следует поливать водой;

— с целью исключения высыхания раствора кирпичной кладки до набора требуемой прочности следует исключать ее высыхание.

## 6 Монтаж сборных бетонных и железобетонных конструкций

### 6.1 Общие положения

**6.1.1** Монтируемые сборные конструкции до расстроповки должны быть выверены по горизонтали, вертикали, в плоскости и из плоскости монтажных элементов и надежно закреплены. Для выверки и временного закрепления сборных конструкций необходимо применять фиксирующие и крепежно-выверочные устройства и приспособления, обеспечивающие жесткую фиксацию и надежное удержание монтируемой сборной конструкции в проектом положении.

**6.1.2** Монтаж сборных конструкций следует начинать с пространственно-устойчивой части (со связевого блока), согласно указаниям ПОС.

**6.1.3** Монтаж сборных конструкций каждого вышележащего этажа (яруса) многоэтажного здания или сооружения следует производить после проектного закрепления всех конструкций нижележащего этажа (яруса) и достижения бетоном замоноличенных стыков несущих конструкций прочности, указанной в проектной документации.

Допускается, при наличии соответствующих указаний в проектной документации, монтаж сборных конструкций вышележащего этажа (яруса) при одновременном замоноличивании стыков изделий нижележащего этажа (яруса).

**6.1.4** Не допускается изменение расчетной схемы работы конструкции на всех стадиях монтажа вследствие неправильной строповки, опирания, закрепления или нагружения другими конструкциями.

**6.1.5** Размещение на смонтированных перекрытиях (покрытиях) материалов и оборудования производится согласно указаниям ППР, с учетом несущей способности конструкций. Раскладка на перекрытиях и покрытиях конструкций не допускается.

### 6.2 Монтаж блоков фундаментов и стен подземной части зданий

**6.2.1** Фундаментные блоки следует устанавливать на выровненный до проектной отметки слой песка. Отклонение отметки выравнивающего слоя песка от проектной не должно превышать минус 15 мм.

**6.2.2** Установка блоков фундаментов на покрытое водой или снегом основания не допускается.

**6.2.3** Монтаж блоков стен следует выполнять с соблюдением перевязки в смежных рядах. Минимальный размер перевязки блоков принимают не менее ширины блока, если в проектной документации не установлено другое.

Вертикальные и горизонтальные швы между блоками должны быть заполнены раствором и расшиты с двух сторон.

**6.2.4** Монтаж блоков фундаментов выполняется на цементно-песчаном растворе в швах, вертикальные шпонки между торцами блоков замоноличивают бетоном. Марка раствора и класс бетона должны соответствовать указанным в проектной документации.

**6.2.5** В местах примыкания внутренних стен к наружным стенам горизонтальные швы армируются в соответствии с требованиями проектной документации.

**6.2.6** При монтаже блоков фундаментов и стен подземной части зданий предельные отклонения показателей качества не должны превышать значений, приведенных в таблице 6.1.

Таблица 6.1

В миллиметрах

Наименование показателя качества	Значение
Отклонение от совмещения установочных рисков фундаментных блоков и стаканов фундаментов с рисками разбивочных осей	12
Отклонение от совмещения установочных рисков фундаментных блоков с рисками разбивочных осей	10
Отклонение отметок опорной поверхности дна стаканов фундаментов от проектных значений: до устройства выравнивающего слоя по дну стакана после устройства выравнивающего слоя по дну стакана	–20 ±5
Отклонение от вертикали плоскостей блоков стен	12
Толщина швов между блоками	20
Отклонение толщины шва	±5
Отклонение от горизонтали рядов блоков стены на 10 м длины	±15
Перепад между смежными блоками	±10

### 6.3 Монтаж колонн, рам, полурам и диафрагм жесткости

**6.3.1** Монтаж колонн, рам, полурам необходимо производить после инструментальной проверки соответствия требованиям планового и высотного положения опорных элементов (фундаментов и нижестоящих колонн).

**6.3.2** Проектное положение колонн, стоек рам, полурам следует выверять в двух взаимно перпендикулярных направлениях, ригелей полурам — по поперечным осям, а также по высотным отметкам в коньке.

**6.3.3** При установке колонн, рам, полурам в стаканы фундаментов должно быть обеспечено закрепление низа конструкций от горизонтального перемещения на период до замоноличивания узлов.

Колонны устанавливаются в стакан фундамента на подстилающий слой из бетона на мелком заполнителе, стойки полурам укладывают насухо.

Фиксация проектного положения, выверка и временное закрепление колонн в фундаментах осуществляется расклиниванием, вышестоящих колонн на нижестоящих — кондукторами.

Фиксация проектного положения, выверка, временное закрепление и устойчивость рам (полурам) обеспечиваются набором элементов жесткости и переставными вышками-кондукторами.

**6.3.4** Диафрагмы жесткости устанавливают на слой раствора с обжатием его в горизонтальном стыке. Установка диафрагм на подкладки, петли и клинья с последующим заполнением стыка раствором не допускается. Полки диафрагм жесткости должны быть горизонтальными.

**6.3.5** Связи, распорки и диафрагмы жесткости следует устанавливать между колоннами симметрично в продольном и поперечном направлениях в соответствии с проектной документацией. Примыкание диафрагм жесткости вплотную к колоннам и друг к другу не допускается.

**6.3.6** При монтаже колонн, рам, полурам и диафрагм жесткости предельные отклонения показателей качества не должны превышать предельно допустимых значений, указанных в таблице 6.2.

Таблица 6.2

В миллиметрах

Наименование показателей качества	Значение
Отклонение от совмещения рисков геометрических осей, граней в нижнем сечении колонн, рам, полурам с установленными рисками разбивочных или геометрических осей	8

Окончание таблицы 6.2

Наименование показателей качества	Значение
Отклонение от вертикали осей колонн, стоек рам, полурам одноэтажного здания при их длине, м: до 4 включ. св. 4 “ 8 “ “ 8 “ 16 “ “ 16 “ 25 “	20 25 30 40
Разность отметок верха колонн или их опорных площадок (консолей) одноэтажного здания при их длине, м: до 4 включ. св. 4 “ 8 “ “ 8 “ 16 “ “ 16 “ 25 “	14 16 20 24
Отклонение от совмещения рисков геометрических осей в верхнем сечении колонн многоэтажного здания с рисками разбивочных осей при длине колонн, м: до 4 включ. св. 4 “ 8 “ “ 8 “ 16 “ “ 16 “ 25 “	12 15 20 25
Разность отметок верха колонн каждого яруса многоэтажного здания (сооружения) в пределах выверяемого участка при: контактной установке установке по маякам	$12 + 2n$ 10
Отклонение от вертикали плоскостей диафрагм жесткости	5
Отклонение от совмещения рисков геометрических осей в верхнем сечении диафрагм жесткости с рисками осей колонн	10
Отклонение от симметричности положения диафрагм жесткости между колоннами	5
Отклонение от проектной ширины горизонтального стыка между диафрагмами жесткости	10
<p><i>Примечания</i></p> <p>1 <math>n</math> — порядковый номер яруса колонн.</p> <p>2 Односторонняя направленность и суммирование отклонений не допускаются.</p>	

#### 6.4 Монтаж ригелей, балок, ферм, плит

**6.4.1** Монтаж ригелей, балок и ферм производится после проектного закрепления колонн и элементов жесткости каркаса и достижения бетоном замоноличенных стыков прочности, указанной в проектной документации, а также после приемки опорных элементов.

Монтаж плит перекрытий и покрытий производится после проектного закрепления ригелей, балок и ферм и монтажа элементов жесткости в межферменном пространстве.

**6.4.2** Монтаж элементов в направлении перекрываемого пролета необходимо выполнять с соблюдением установленных проектной документацией размеров глубины опирания их на опорные конструкции и зазоров между сопрягаемыми элементами. Глубина опирания устанавливается расчетом несущей способности опорных конструкций.

(Измененная редакция, Изм. № 2)

**6.4.3** Ригели, межколонные (связевые) плиты, фермы (стропильные балки), плиты покрытий по фермам (балкам) следует укладывать насухо на опорные поверхности несущих конструкций.

**6.4.4** Подкрановые балки монтируют до или одновременно с покрытием, с временным креплением к колоннам согласно ППР.

**6.4.5** Плиты покрытий по фермам и двускатным балкам монтируют поочередно по обоим скатам, начиная с конька, по рамам — в направлении от карниза к коньку.

**6.4.6** Ригели каркасов следует монтировать симметрично между колоннами в продольном и поперечном направлении. Полки ригелей должны быть горизонтальными. Примыкание торцов ригелей вплотную к колоннам не допускается.

**6.4.7** Плоские плиты перекрытий необходимо укладывать на слой раствора толщиной, указанной в проектной документации, но не более 20 мм, совмещая поверхности смежных плит вдоль шва со стороны потолка. Укладка плит без устройства слоя раствора не допускается.

Перепад отметок двух смежных опорных граней по ширине плиты не должен превышать 0,15 %. Отклонение плоскостей лицевой поверхности плит перекрытий от горизонтальности и (или) заданного уклона должно быть не более 0,2 % по длине.

**6.4.8** Требования к качеству лицевых поверхностей плит перекрытий в жилых домах, сдаваемых без выполнения отделочных работ, должны быть указаны в проектной документации к внешнему виду перекрытий в границах конкретных помещений (квартир) и должны быть не ниже категории бетонной поверхности А6 в соответствии с ГОСТ 13015.0, так как на качество лицевых поверхностей перекрытий оказывают влияние допустимые отклонения по толщине и по неплоскостности плит, а также допустимые отклонения при их монтаже.

В проектной документации должны быть указаны требования к лицевым поверхностям перекрытий, требующим дополнительной обработки (например, заделка монтажных отверстий, заделка или разделка швов в стыках, устройство выравнивающих стяжек, шлифование, затирка и т. д.).

**6.4.9** Замоноличивание стыков между плитами производят согласно проектной документации раствором марки не ниже М150 или бетоном класса по прочности на сжатие не ниже  $C^{8/10}$ .

**6.4.10** Глубина опирания, способ крепления и защемления при монтаже балконных, карнизных, парапетных плит, козырьков и плит лоджий должна соответствовать проектной документации.

Потолочные поверхности плит балконов, лоджий и козырьков должны быть горизонтальными в продольном и поперечном направлении. Карнизные и парапетные плиты также следует монтировать горизонтально. Уступы и изломы в сопряжениях карнизных и парапетных плит не допускаются.

**6.4.11** При монтаже ригелей, балок, ферм, плит отклонения показателей качества не должны превышать предельно допустимых значений, указанных в таблице 6.3.

Таблица 6.3

В миллиметрах

Наименование показателей качества	Значение
Отклонение от совмещения рисков геометрических осей, граней в нижнем сечении установленных элементов с установочными рисками	8
Отклонение от совмещения рисков геометрических осей, граней в верхнем сечении установленных ригелей, прогонов, балок, ферм с установочными рисками на опоре, м:	
до 1 включ.	6
св. 1 “ 1,6 “	8
“ 1,6 “ 2,5 “	10
“ 2,5 “ 4,0 “	12
Отклонение от симметричности (половина разности глубины опирания концов элемента) в направлении перекрываемого пролета при длине элемента, м:	
до 4 включ.	5
св. 4 “ 8 “	6
“ 8 “ 16 “	8
“ 16 “ 25 “	10
Отклонение от проектного значения расстояния между осями верхних поясов ферм и балок в середине пролета	60

Окончание таблицы 6.3

Наименование показателей качества	Значение
Перепад лицевых поверхностей двух смежных плит перекрытий в шве при длине плит, м:	
до 4 включ.	5
св. 4 “ 8 “	7
“ 8 “ 16 “	10
Разность отметок верхних полок подкрановых балок:	
на двух соседних колоннах вдоль ряда при расстоянии между ними $l$ , м:	
$l \leq 10$	10
$l > 10$	0,001 $l$ , но не более 15
в одном поперечном разрезе пролета:	
на колоннах	15
в пролете	20

## 6.5 Монтаж панелей стен

**6.5.1** Монтаж панелей стен зданий следует производить после проектного закрепления конструкций каркаса, перекрытий и опорных элементов и замоноличивания узлов и стыков каждого этажа.

**6.5.2** Монтаж панелей стен вышележащего этажа (ряда) следует производить после проектного закрепления панелей нижнего этажа (ряда).

**6.5.3** При монтаже панелей должны быть обеспечены горизонтальность (вертикальность) и ровность рядов. Внутри помещений в местах стыка перепад плоскостей двух смежных панелей не должен превышать 5 мм по всей длине шва.

При необходимости плоскости в местах стыков между панелями, выполненные в пределах установленных допусков, должны быть дополнительно обработаны (ошпаклеваны) при выполнении отделочных работ.

**6.5.4** При монтаже панелей стен отклонения показателей качества не должны превышать предельно допустимых значений, указанных в таблице 6.4.

Таблица 6.4

В миллиметрах

Наименование показателя качества	Значение
Отклонение от совмещения рисок геометрических осей, граней в нижнем сечении установленных панелей с установочными рисками геометрических осей или гранями нижележащих элементов:	
панелей и блоков несущих стен	8
панелей навесных стен	10
Отклонение от вертикали верха плоскостей:	
панелей несущих стен	10
крупных блоков несущих стен	12
панелей навесных стен	12
Отклонение отметок маяков относительно монтажного горизонта	$\pm 5$
Разность отметок верха панелей каркасных зданий в пределах выверяемого участка при:	
контактной установке	$12 + 2n$
установке по маякам	10
<i>Примечание</i> — $n$ — количество установленных по высоте панелей.	

## 6.6 Монтаж вентиляционных блоков, шахт лифтов, санитарно-технических кабин, лестничных маршей и площадок

**6.6.1** В процессе монтажа должна быть обеспечена устойчивость вентиляционных блоков. Проемы в стенах вентиляционных блоков и смежных санитарно-технических кабин должны быть совмещены.

При монтаже вентиляционных блоков необходимо обеспечивать их соосность и совмещение каналов.

Не допускается попадание раствора и строительных отходов в каналы в период монтажа всего здания.

Ширина горизонтальных швов между вентиляционными блоками должна составлять 20 мм, вертикальный зазор между вентиляционными блоками и санитарно-техническими кабинками — 10 мм. Горизонтальные швы должны быть полностью заполнены раствором для обеспечения герметичности каналов. Стыки блоков вентиляционных каналов должны быть очищены от раствора.

Для обеспечения герметизации вентиляционных блоков допускается применение резиновых уплотнительных плит при наличии соответствующих указаний в проектной документации.

**(Измененная редакция, Изм. № 2)**

**6.6.2** Объемные блоки шахт лифтов следует монтировать в соответствии с требованиями проектной документации с установленными в них кронштейнами для закрепления направляющих кабин и противовесов. По вертикали блоки выверяют в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Толщина швов между блоками должна составлять 20 мм. После выверки и фиксации положения блоков швы должны быть зачеканены.

**6.6.3** Санитарно-технические кабины необходимо устанавливать на выверенное по горизонтали основание толщиной от 10 до 15 мм. При монтаже санитарно-технических кабин должны быть совмещены стояки выше- и нижерасположенных кабин. Стены верхней и нижней кабин необходимо совмещать в стыке и устанавливать по одной вертикали. Отверстия в панелях перекрытия для пропуска стояков после установки кабин, монтажа стояков и проведения гидравлических испытаний должны быть заделаны. Использование строительных отходов для заделки отверстий не допускается.

**(Измененная редакция, Изм. № 2)**

**6.6.4** Между вентиляционными блоками, санитарно-техническими кабинками, блоками шахт лифтов и примыкающими элементами перекрытий (стен) необходимо выдерживать зазоры, указанные в проектной документации. Примыкание данных конструкций вплотную к перекрытиям или стенам не допускается.

**6.6.5** Монтаж лестничных маршей и площадок необходимо производить после приемки опорных элементов, включающей геодезическую проверку.

Монтаж лестничных маршей необходимо производить после полного заполнения смежных пролетов плитами перекрытий.

Лестничные марши следует укладывать на слой цементного раствора толщиной до 20 мм. Толщину подстилающего слоя и марку раствора принимают в соответствии с проектной документацией.

**6.6.6** При монтаже вентиляционных блоков, санитарно-технических кабин и лестничных маршей и площадок отклонения показателей качества не должны превышать предельно допустимых значений, указанных в таблице 6.5.

**Таблица 6.5**

В миллиметрах

Наименование показателя качества	Значение
Отклонение от совмещения рисок геометрических осей, граней в нижнем сечении установленных элементов с установочными рисками	8
Отклонение от вертикали плоскостей санитарно-технических кабин	10
Отклонение отметок опорных поверхностей санитарно-технических кабин в пределах выверяемого участка	10
Отклонение от вертикали плоскостей вентиляционных блоков:	
одного вентиляционного блока	3
на всю высоту здания	5

Окончание таблицы 6.5

Наименование показателя качества	Значение
Отклонение по высоте порога дверного проема объемного блока шахты лифта относительно посадочной площадки	$\pm 10$
Отклонение от симметричности оси дверного проема относительно вертикальной оси объемного блока шахты лифта	10
Отклонение от вертикали стен шахты лифта, при высоте подъема, м:	
до 45 включ.	15
св. 45 “ 75 “	20
“ 75 “ 150 “	30
Отклонение отметки верха лестничной площадки от проектной величины	5
Отклонение от горизонтали площадок и ступеней лестничных маршей	5
Отклонение от симметричности (половина разности глубины опирания концов марша, площадки) в направлении перекрываемого пролета	5
Отклонение ступеней от горизонтали	2
Глубина опирания площадок в направлении перекрываемого пролета	Согласно проектной документации
Отклонение от вертикали ограждений лестничных маршей и площадок	3

**6.6.7** При монтаже лестниц, вентиляционных блоков, объемных блоков шахт лифтов, санитарно-технических кабин не допускается отставание по высоте более чем на один этаж от монтажа перекрытий.

## 6.7 Сварка и антикоррозионная защита стальных элементов стыков

**6.7.1** Сварные арматурные и закладные изделия железобетонных конструкций, сварные, вязанные и механические соединения арматурных стержней должны соответствовать требованиям раздела настоящих строительных норм и изготавливаться по технологической документации, утвержденной в установленном порядке.

**6.7.2** Сварные соединения необходимо выполнять из арматуры, изготовленной в соответствии с ТНПА. Арматура, применяемая при монтаже сборных железобетонных конструкций должна соответствовать проектной документации и требованиям ТНПА.

**6.7.3** Основные конструктивные элементы и размеры сварных соединений и арматуры в закладных соединительных изделиях железобетонных конструкций, должны удовлетворять требованиям ТНПА.

**6.7.4** Отклонения размеров конструктивных элементов сварных соединений и их взаимного расположения, установленных проектной документацией, не должны превышать предельно допустимых значений, установленных в ТНПА.

**6.7.5** Сварку арматурных выпусков колонн необходимо выполнять по диагоналям. При закреплении колонн только сваркой снятие одиночного кондуктора с колонн не допускается.

**6.7.6** Сварку арматурных выпусков ригелей с колоннами следует выполнять после их закрепления на консолях электроприхватками. Выпуски сваривают сначала на одной колонне, затем на другой. При сварке арматурных выпусков необходимо принимать меры, предотвращающие отклонения колонн от вертикали, вызываемого сжатием остывающих стыков.

**6.7.7** Не допускается отгиб арматурных выпусков для обеспечения их соосности посредством ударов и других силовых воздействий.

**6.7.8** На строительной площадке защитные антикоррозионные покрытия следует наносить только лишь на сварочные швы и участки закладных деталей, поврежденных при сварке и монтаже. Нанесение лакокрасочных покрытий на стальные детали, подлежащие обетонированию, не допускается.

**6.7.9** Перед нанесением антикоррозионных покрытий защищаемые поверхности закладных деталей, связей и сварных соединений должны быть очищены от сварочного шлака, брызг металла, ржавчины, жиров и других загрязнений.

**6.7.10** Способ антикоррозионной защиты, вид и толщина наносимого слоя должны быть указаны в проектной документации и соответствовать ТКП 45-5.09-33.

**6.7.11** Перед нанесением антикоррозионных покрытий защищаемые поверхности закладных деталей, связей и сварных соединений должны быть очищены от сварочного шлака, брызг металла, ржавчины, жиров и других загрязнений.

**6.7.12** Данные о выполненной антикоррозионной защите соединений должны быть оформлены актами освидетельствования скрытых работ согласно СН 1.03.04.

(Измененная редакция, Изм. № 2)

## **6.8 Замоноличивание стыков и швов**

**6.8.1** Замоноличивание стыков следует производить после проверки правильности установки конструкций и приемки соединений элементов в узлах сопряжений.

**6.8.2** Стыкуемые поверхности должны быть очищены.

**6.8.3** Для замоноличивания стыков и швов применяют растворную или бетонную смесь согласно требованиям проектной документации. Класс бетона по прочности на сжатие должен быть не ниже  $C^{8/10}$ , марка раствора — не ниже М150.

Марки бетона и раствора по морозостойкости и водонепроницаемости должны соответствовать проектной документации, но быть не ниже принятых для стыкуемых элементов.

**6.8.4** При замоноличивании стыков следует выполнять уплотнение бетона (раствора), уход за ним, соблюдать режим выдерживания согласно требованиям ТНПА на выполнение бетонных работ.

**6.8.5** Прочность бетона (раствора) в стыках ко времени распалубки должна соответствовать указанной в проектной документации, а при отсутствии такого указания должна составлять не менее 50 % проектной прочности на сжатие.

**6.8.6** Если в распалубленном стыке обнаружится усадка бетона, щели, пустоты, неуплотненный бетон, стык должен быть замоноличен повторно. Ремонт или заделка дефектов не допускается.

## **6.9 Водо-, воздухо- и теплоизоляция стыков наружных стен**

**6.9.1** Поверхности панелей наружных стен, образующих стыки, перед выполнением работ по устройству водо-, воздухо- и теплоизоляции стыков должны быть очищены и просушены. Нанесение герметизирующих материалов на влажные, заиндевевшие или обледеневшие поверхности стыков не допускается.

**6.9.2** Панели в местах устройства стыков не должны иметь трещин, раковин и сколов. Грунтовочный слой должен быть сплошным.

**6.9.3** Защита стыков наружных стеновых панелей должна быть выполнена в соответствии с требованиями проектной документации.

**6.9.4** На весь комплекс работ по устройству изоляции стыков следует составлять акты освидетельствования скрытых работ.

**6.9.5** При применении для воздухоизоляции стыков воздухозащитных лент их следует соединять по длине внахлест с длиной участка нахлеста не менее 100 мм.

Места соединения лент в колодцах вертикальных стыков должны быть расположены на расстоянии не менее 0,3 м от пересечения вертикальных и горизонтальных стыков. Конец нижерасположенной ленты следует наклеивать поверх ленты, устанавливаемой в стыке монтируемого этажа.

Соединение ленты по высоте до замоноличивания стыков колодцев нижерасположенного этажа не допускается.

Наклеенная воздухозащитная лента должна плотно прилегать к изолируемой поверхности стыков, без пузырей, вздутий, складок.

**6.9.6** Теплоизоляционные вкладыши необходимо устанавливать в колодцы вертикальных стыков панелей наружных стен после устройства воздухоизоляции.

Влажность теплоизоляционных материалов должна соответствовать требованиям ТНПА на применяемые материалы. Увлажнение теплоизоляционных материалов вкладышей свыше нормативных требований не допускается.

Теплоизоляционные вкладыши должны плотно прилегать к поверхности колодца по всей высоте стыка и должны быть закреплены в соответствии с требованиями проектной документации.

В стыках вкладышей не должно быть зазоров.



**6.9.7** Уплотняющие прокладки следует устанавливать в соответствии с требованиями проектной документации. Не допускается их прибивать к поверхностям, образующим стыковые сопряжения панелей наружных стен.

Уплотняющие прокладки следует устанавливать без разрывов, располагая места соединения на расстоянии не менее 0,3 м от пересечения вертикального и горизонтального стыков.

Не допускается уплотнять стыки двумя вместе скрученными прокладками. Обжатие прокладок, установленных в стыки, должно составлять не менее 20 % диаметра (ширины) их поперечного сечения.

**6.9.8** Изоляцию стыков герметиками следует производить после установки уплотняющих прокладок. Температура герметика в момент нанесения должна соответствовать требованиям проектной документации и ТНПА на применяемые материалы.

Нанесенный слой герметика должен заполнять без пустот все устье стыка без разрывов и наплывов.

Толщина нанесенного слоя герметика должна соответствовать требованиям проектной документации. Отклонение толщины слоя герметика не должно превышать 2 мм.

Соппротивление отрыву от поверхности панелей нанесенных слоев герметика должно соответствовать требованиям ТНПА.

## **7 Возведение монолитных бетонных и железобетонных конструкций**

### **7.1 Общие положения**

**7.1.1** Возводить монолитные конструкции следует в соответствии с проектной документацией, требованиями настоящих строительных норм и других ТНПА.

**7.1.2** Любой применяемый тип опалубки должен отвечать следующим требованиям:

- иметь необходимую прочность, жесткость, устойчивость, геометрическую неизменяемость и достаточную герметичность при бетонировании;
- обеспечивать максимальную оборачиваемость;
- иметь минимальную адгезию и химическую нейтральность формообразующих поверхностей по отношению к бетону;
- обеспечивать безопасность работ.

**7.1.3** По ходу возведения монолитных конструкций необходимо производить геодезическую съемку с составлением исполнительных схем, составлять акты освидетельствования скрытых работ и промежуточной приемки ответственных конструкций.

**7.1.4** В течение всего периода строительства объекта должен быть установлен контроль внешним осмотром за состоянием монолитных конструкций, их узлов и сопряжений и геодезический контроль за перемещениями и деформациями.

**7.1.5** При разработке ППР должны быть предусмотрены, а при возведении монолитных конструкций обеспечены:

- устойчивость и неизменяемость положения опалубки, опорных лесов и самих монолитных конструкций;
- точность их положения с соответствии с требованиями проектной документации и ТНПА;
- прочность, жесткость и плотность бетона монолитных конструкций, недопущение образования трещин;
- надежность конструкций, зданий и их частей.

**7.1.6** Размещение на монолитных перекрытиях материалов и изделий должно определяться ППР с учетом несущей способности конструкций.

#### **7.1.7 (Исключен, Изм. № 1)**

### **7.2 Опалубочные работы**

**7.2.1** Опалубка должна соответствовать требованиям СТБ 1110 и обеспечивать проектную форму, геометрические размеры и качество поверхности возводимых конструкций в пределах установленных допусков.

**7.2.2** Опалубочные работы следует выполнять в соответствии с ППР и технологической документацией.

**7.2.3** Применение опорных элементов опалубки (башни, телескопические стойки, раскосы, клееные опалубочные балки и т. п.), при отсутствии у поставщика или изготовителя паспортных данных по их несущей способности и устойчивости, не допускается.

Для сложных конструкций или для конструкций с большими технологическими нагрузками и при высоте опорной системы более 5 м к ППР должны быть дополнительно представлены подтверждающие статические расчеты по несущей способности опалубки и опорной системы.

**7.2.4** Для сложных объектов технологию возведения опалубки должна разрабатывать проектная организация в составе проектной документации или, при необходимости, привлекать для ее разработки научно-исследовательские организации, специализирующиеся по данному виду работ.

**7.2.5** Опалубка должна обеспечивать устройство рабочих и температурно-осадочных (деформационных) швов в соответствии с проектной документацией и требованиями ТНПА. Монтаж опалубки перекрытия на основе телескопических стоек без временного раскрепления стоек треногами или другими элементами не допускается.

**7.2.6** Скорость бетонирования монолитных конструкций определяют в зависимости от несущей способности опалубки и бокового давления на нее бетонной смеси.

**7.2.7** Опорные элементы опалубки, такие как телескопические стойки, опорные башни, балки, тяжи, подкосы и т. п., устанавливают в соответствии с ППР. Точность установки в проектное положение каждого отдельного элемента определяется технической документацией на опалубку.

**7.2.8** Точность установки опалубки, а также допустимая прочность бетона при распалубке должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Наименование показателя качества	Значение
Точность укрупнительной сборки и установки опалубки: экспериментальных и специальных сооружений для конструкций, к поверхностям которых не предъявляются требования по точности сборки (классы В, Г) для конструкций, готовых под окраску со шпатлевкой (классы бетонной поверхности А, Б)  для конструкций, готовых под оклейку обоями (класс бетонной поверхности А)	В соответствии с проектной документацией То же  Перепады лицевых поверхностей палубы, в том числе стыковых поверхностей, — не более 2 мм. Зазор в стыковых соединениях — не более 2 мм Перепады лицевых поверхностей палубы, в том числе стыковых поверхностей, — не более 1 мм. Зазор в стыковых соединениях — не более 2 мм
Отклонение от вертикали плоскости щитов на всю высоту для: фундаментов стен и колонн	12 мм 10 мм
Отклонение от горизонтали плоскостей опалубки перекрытий, балок на всю длину выверяемой опалубки	10 мм
Отклонение от проектных расстояний между опорами изгибаемых элементов опалубки (балки, прогоны, балки-схватки и т. п.): на 1 м пролета на весь пролет	25 мм Не более 50 мм
Отклонение от проектного расстояния между тяжами	20 мм
Отклонение внутреннего размера поперечного сечения участка, блока, секции собранной опалубки	+5 мм –3 мм
Отклонение длины или пролета собранной опалубки, высоты опалубки при размере, м: до 6 св. 6	±12 мм ±20 мм

Окончание таблицы 7.1

Наименование показателя качества	Значение
Отклонение размеров собранной опалубки дверных и оконных проемов	+15 мм –12 мм
Точность установки арматурных фиксаторов опалубки колонн и стен: по поперечному сечению по высоте стены, колонны по длине стены	+4; –3 мм ±20 мм ±40 мм
Точность установки телескопических стоек, опорных башен: в горизонтальной плоскости опирания отклонение от вертикали	±50 мм В соответствии с техническими требованиями к несущим опорным системам опалубки
Отклонение от совмещения рисков геометрических осей в нижнем сечении опалубки с рисками разбивочных осей при установке опалубки	±8 мм
Точность установки несъемной опалубки, выполняющей функции внешнего армирования	В соответствии с проектной документацией
Прогиб собранной опалубки под нагрузкой при бетонировании: вертикальных поверхностей перекрытий	В соответствии с допусками класса бетонной поверхности
Минимальная прочность бетона незагруженных монолитных конструкций при распалубке: вертикальных горизонтальных и наклонных при пролете, м: до 2 включ. св. 2 “ 6 “ “ 6	0,2–0,3 МПа  50 % проектной 70 % “ 80 % “
Минимальная прочность бетона при распалубке горизонтальных поверхностей с применением страховочных стоек при пролете до 6 м	50 %–60 % (в соответствии с проектной документацией)
Минимальная прочность бетона при распалубке нагруженных конструкций, в том числе от вышележащего бетона	Определяется ППР по согласованию с проектной организацией

**7.2.9** Точность установки опалубки, а также допустимая прочность бетона при распалубке могут быть дополнительно указаны в ППР и могут отличаться от требований, изложенных в таблице 7.1, при условии соответствующего обоснования и обеспечения заданных показателей бетонных конструкций, удовлетворяющих требованиям таблицы 7.13 и проектной документации.

**7.2.10** Установка опалубки и наблюдение за ней до демонтажа должны сопровождаться геодезическим контролем. Установленная опалубка должна быть принята по акту согласно СН 1.03.02.

**7.2.11** Демонтаж опалубки производится только при достижении бетоном распалубочной прочности способом, исключающим образование дефектов в конструкции.

**7.2.12** Монтаж и демонтаж опалубки при скорости ветра более 15 м/с и применение элементов опорной системы опалубки с дефектами и повреждениями не допускается.

### 7.3 Арматурные работы

**7.3.1** Арматурная сталь и сортовой прокат, арматурные изделия и закладные элементы должны соответствовать проектной документации и требованиям ТНПА.

**7.3.2** Установка арматурных изделий в опалубку должна осуществляться в соответствии с проектной документацией.

**7.3.3** Соединение арматуры следует выполнять согласно проектной документации, разработанной с учетом СП 5.03.01 и ТКП EN 1992-1-1.

**(Измененная редакция, Изм. № 1)**

**7.3.4** Заготовку стержней мерной длины, изготовление ненапрягаемых арматурных изделий, а также заготовку, установку и натяжение напрягаемой арматуры следует выполнять в соответствии с проектной и технологической документацией и требованиями ТНПА.

**7.3.5** Бессварочные и сварные соединения следует выполнять в соответствии с проектной документацией и требованиями ТНПА.

**7.3.6** При вязке крестообразных соединений стержней арматуры вязальной проволокой стержни должны быть расположены во взаимно перпендикулярных направлениях. При этом типы применяемых узлов проволоки должны соответствовать ГОСТ 10922 (приложение Ж). Для крестообразных соединений стержней арматуры допускается применять соединительные элементы (пружинные фиксаторы, скрепки) промышленного изготовления.

**7.3.7** Для обеспечения проектной толщины защитного слоя бетона необходимо применять пластмассовые фиксаторы. Применение в качестве фиксаторов деревянных брусков, кусков бетона не допускается. Допускается применение специально изготовленных бетонных фиксаторов, которые должны надежно фиксироваться к рабочей арматуре. При этом размеры данных бетонных фиксаторов и их расположение должны соответствовать технологической документации на возведение соответствующих железобетонных конструкций.

Выполнение сварочных работ в построечных условиях вблизи опалубки допускается только при необходимости при условии обеспечения сохранности опалубки.

**7.3.8** При армировании конструкций отклонения показателей качества установки арматуры и толщины защитного слоя бетона не должны превышать предельно допустимых значений, установленных в таблице 7.2.

Таблица 7.2

В миллиметрах

Наименование показателя качества	Значение
Отклонение расстояний между отдельно установленными рабочими стержнями для: колонн и балок плит и стен фундаментов массивных конструкций	$\pm 10$ $\pm 20$ $\pm 30$
Отклонение расстояний между рядами арматуры для: плит и балок толщиной до 1 м включ. конструкций толщиной более 1 м	$\pm 10$ $\pm 20$
Отклонение толщины защитного слоя бетона от проектных значений: при толщине защитного слоя до 15 мм включ. и линейных размерах поперечного сечения конструкции, мм: до 100 включ. от 101 " 200 "	+4 +5
Отклонение толщины защитного слоя бетона от проектных значений при толщине защитного слоя св. 15 до 20 мм включ. и линейных размерах поперечного сечения конструкций, мм: до 100 включ. от 101 " 200 " " 201 " 300 " св. 300	+4; -3 +8; -3 +10; -3 +15; -5

Окончание таблицы 7.2

Наименование показателя качества	Значение
при толщине защитного слоя св. 20 мм и линейных размерах поперечного сечения конструкций, мм:	
до 100 включ.	+4; -5
от 101 " 200 "	+8; -5
" 201 " 300 "	+10; -5
св. 300	+15; -5

**7.3.9** Арматурные стержни и закладные изделия до укладки в опалубку должны быть очищены от ржавчины и загрязнений.

#### 7.4 Бетонные работы

**7.4.1** Подбор составов бетонных смесей, их приготовление, доставку, укладку и уход следует производить в соответствии с требованиями проектной и технологической документации и, при необходимости, с использованием соответствующих рекомендаций, разработанных и утвержденных в установленном порядке.

**7.4.2** Состав и порядок приготовления бетонной смеси на объекте строительства должны обеспечивать получение заданных в проектной документации показателей в каждом замесе. Правила приемки, методы контроля и способы транспортирования бетонной смеси должны соответствовать требованиям ТНПА.

**7.4.3** Перед укладкой бетонной смеси должны быть проверены и приняты по акту скрытых работ подготовленные основания, правильность установки и закрепления опалубки, проемообразователей, арматурных изделий, закладных деталей и фиксаторов защитного слоя, электрических коробок и пластмассовых трубок для прокладки электрических проводов. Необходимо обеспечить герметичность подсоединения пластмассовых трубок к опалубке для предотвращения попадания в них бетонной смеси.

**7.4.4** Бетонные основания, горизонтальные, вертикальные и наклонные поверхности рабочих швов, опалубка и арматура должны быть очищены от мусора, грязи, масел, снега и льда, цементной пленки, ржавчины. Непосредственно перед укладкой бетонной смеси очищенные поверхности, при необходимости, должны быть промыты водой и просушены струей воздуха.

**7.4.5** Подбор состава бетона, приготовление и доставку бетонных смесей на объект, уход за бетоном следует производить в соответствии с требованиями ТНПА.

**7.4.6** Для обеспечения качественной укладки и уплотнения бетонной смеси в армированных конструкциях применяются литые модифицированные бетонные смеси подвижностью от 15 до 20 с в соответствии с ТНПА. Для приготовления литых бетонных смесей следует применять пластифицирующие добавки и ускорители твердения.

**7.4.7** Транспортирование и подачу бетонной смеси на объекте строительства следует осуществлять специализированными средствами, обеспечивающими сохранение заданных показателей смеси. Выбор способа подачи и укладки бетонной смеси производится при разработке ППР или технологической документации. Добавление воды на месте укладки бетонной смеси для увеличения ее подвижности не допускается.

**7.4.8** Требования к составу бетонной смеси, транспортируемой по бетоноводам, приведены в таблице 7.3.

Таблица 7.3

Наименование показателя качества	Значение
Число фракций крупного заполнителя, не менее, при крупности зерен, мм:	
до 40 включ.	Две
св. 40	Три

Окончание таблицы 7.3

Наименование показателя качества	Значение
Наибольшая крупность заполнителей для: железобетонных конструкций  плит тонкостенных конструкций при перекачивании бетононасосом в том числе зерен наибольшего размера лещадной и игловатой формы	2/3 наименьшего расстояния между стержнями арматуры 1/2 толщины плиты 1/3–1/2 толщины изделия 1/3 внутреннего диаметра трубопровода 15 % по массе
Перекачивание бетонной смеси по бетоноводам: с содержанием песка крупностью менее, мм: 0,14 0,3 с содержанием цемента, не менее с подвижностью смеси, не менее	5 %–7 % по массе 15 %–20 % по массе 260 кг на 1 м <sup>3</sup> смеси 5–6 см по осадке стандартного конуса

**7.4.9** Транспортирование подвижных и литых смесей необходимо осуществлять в автобетоно-смесителях.

**7.4.10** При применении автобетононасосов с распределительной стрелой или стационарных бетононасосов следует предусматривать следующие мероприятия:

- доставку бетонной смеси осуществлять только в автобетоносмесителях;
- технологические перерывы при перекачивании не должны превышать 15–20 мин;
- при перерывах в работе более 20 мин осуществлять промывку и очистку бетононасоса и бетоноводов;
- при подготовке бетононасоса к работе следует осуществлять смазку бетоновода путем перекачивания первой порции высокоподвижной бетонной смеси или раствора;
- в зимних условиях бетононасос и бетоновод должны быть утеплены;
- бетонная смесь должна быть удобоперекачиваемой по бетоноводу и участкам местных сопротивлений (колена, сужающиеся конусы), без расслоения и пробкообразования. Подбор составов удобоперекачиваемых бетонных смесей производится строительной и заводской лабораториями.

При выборе материалов для приготовления смесей для бетононасосного транспорта и назначения рабочих составов следует учитывать следующее ограничение: не допускается применять цементы с ложным схватыванием. Время начала схватывания цемента должно быть не менее продолжительности бетонирования одной захватки.

**7.4.11** При применении ленточных конвейеров с целью исключения расслоения бетонной смеси необходимо соблюдать следующие требования:

- угол наклона конвейера не должен превышать 18° при подъеме и 12° при спуске бетонной смеси подвижностью до 4 см; 15° при подъеме и 10° при спуске бетонной смеси подвижностью 4–6 см;
- скорость движения ленты при подаче бетонной смеси не должна превышать 2,5 м/с;
- подвижность бетонной смеси не должна превышать 4–6 см по осадке стандартного конуса;
- для предотвращения расслаивания бетонной смеси на месте разгрузки необходимо, чтобы конвейер был оборудован отбойным щитом и устройством для удаления цементного геля с ленты.

**7.4.12** Бетонную смесь следует укладывать в конструкции горизонтальными слоями одинаковой толщины без разрывов, с последовательным направлением укладки в одну сторону во всех слоях. Толщина укладываемого слоя должна быть установлена в зависимости от степени армирования конструкции и применяемых средств уплотнения. Бетонную смесь в опалубку перекрытия укладывают одним слоем без перерывов.

**7.14.13** При уплотнении бетонной смеси не допускается опирание вибраторов на арматуру и закладные изделия, тяжи и другие элементы крепления опалубки.

Вибрирование бетонной смеси производят до появления на ее поверхности блеска и прекращения ее осадения. С особой тщательностью необходимо провибрировать первый (нижний) слой во всех конструкциях.

**7.4.14** Процесс бетонирования не должен прерываться, особенно для конструкций с требуемой категорией лицевой поверхности.

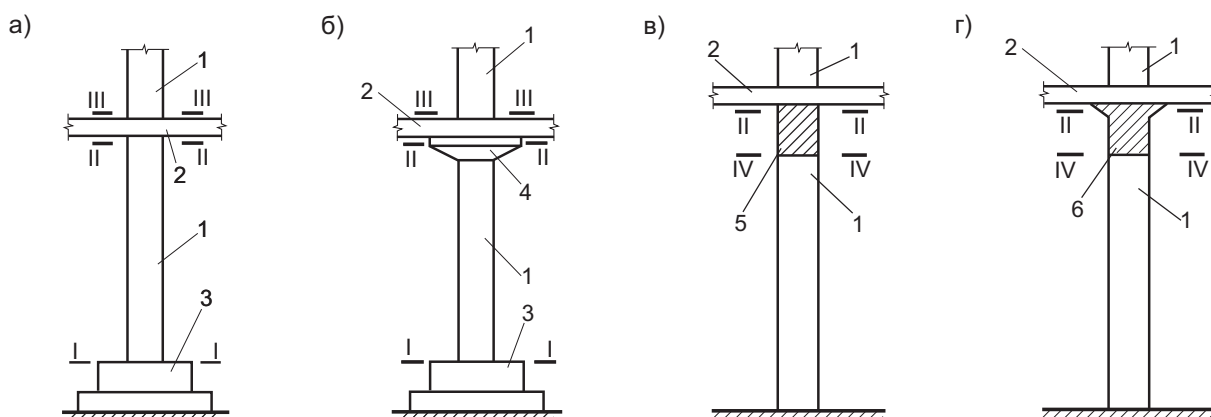
**7.4.15** Технологический перерыв при укладке допускается до начала схватывания бетонной смеси нижележащего слоя. При продолжительных перерывах необходимо устраивать рабочие швы в соответствии с ТНПА. Перед продолжением работ по бетонированию стен, колонн и перекрытий необходимо очистить стенки опалубки и арматуру от засохшего бетона, смочить водой поверхность бетона, который был залит ранее и уже затвердел. Это предохранит бетонную смесь от излишней потери воды и улучшит сцепление между старым и новым бетоном.

**7.4.16** Поверхность бетона на границе рабочих швов, устраиваемых при укладке бетонной смеси с перерывами, должна быть перпендикулярна оси бетонируемых колонн и балок, поверхности плит и стен. Возобновление бетонирования допускается производить по достижении бетоном прочности не менее 1,5 МПа. Рабочие швы, по согласованию с проектной организацией, допускается устраивать при бетонировании:

- колонн — на отметке верха фундамента, низа балок, верха капителей колонн и отметках нижней и верхней поверхностей плоских плит (рисунок 7.1 а), б));
- балок больших размеров, монолитно соединенных с плитами, — ниже отметки нижней поверхности плиты и балок, а при наличии в балке вутов — на отметке выше вута и нижней поверхности балок (рисунок 7.1 в), г));
- плоских многопролетных плит:
  - при опирании на стены — по стене, а также в любом месте параллельно меньшей стороне плиты или в 1/3 пролета от опоры параллельно большей стороне плиты (рисунок 7.2 а));
  - при опирании на колонны — в любом месте параллельно меньшей или большей стороне плиты в 1/3 пролета от опоры на колонну (рисунок 7.2 б));
- ребристых перекрытий:
  - в направлении, параллельном главным балкам, в 1/3 пролета балок и плиты от опоры (рисунок 7.3 а));
  - в направлении, параллельном второстепенным балкам, в пределах 1/3–1/4 пролета главной балки и плиты и опоры (рисунок 7.3 б));
- массивов, фундаментов, арок, сводов, резервуаров, бункеров и других сложных инженерных сооружений и конструкций — в местах, указанных в проектах.

В многоэтажных монолитных каркасных зданиях рабочие швы по монолитным стенам и плитам перекрытий следует сдвигать по каждому этажу, исключая их расположение в одной вертикальной плоскости.

Устройство вертикальных рабочих швов по перемычкам дверных и оконных проемов, а также горизонтальных швов на верхней отметке стены не допускается.



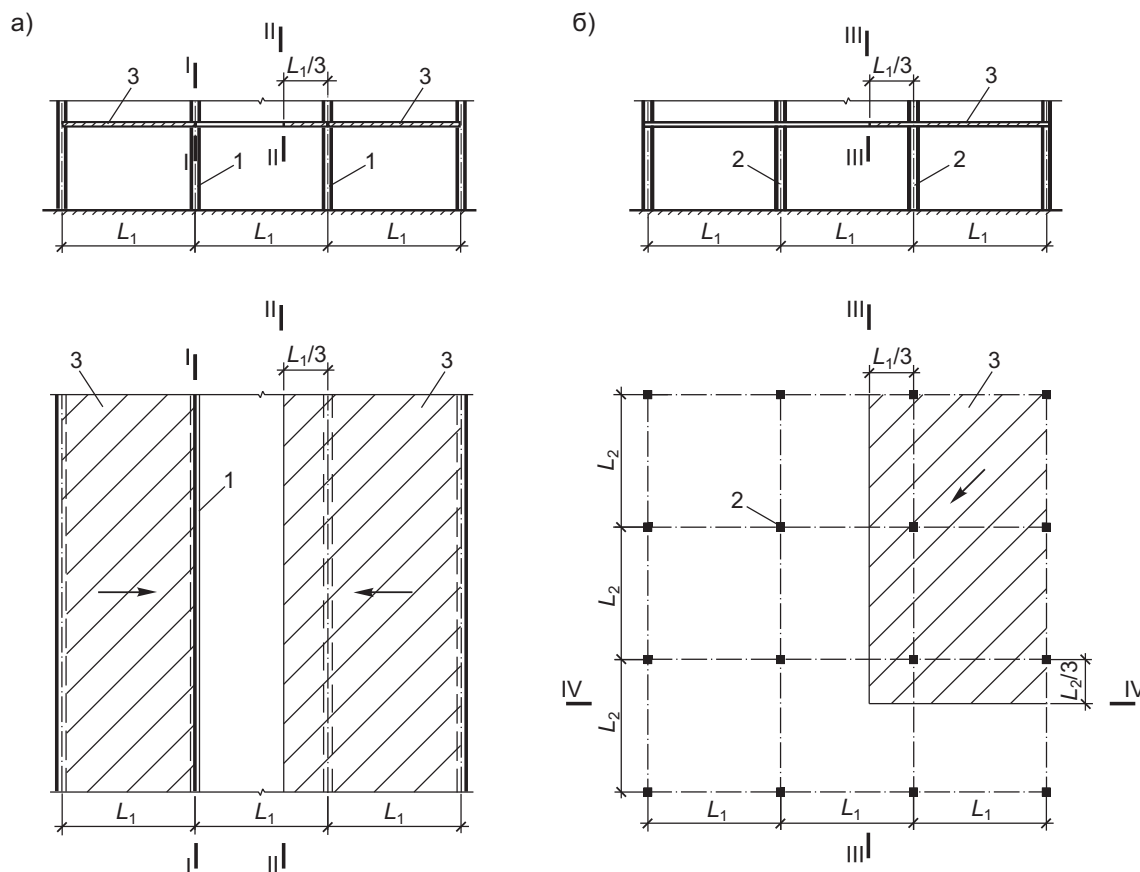
I–IV — места устройства рабочих швов

1 — колонна; 2 — плита перекрытия; 3 — фундамент;  
4 — капитель; 5 — балка; 6 — балка с вутами

**Рисунок 7.1 — Схемы расположения рабочих швов:**

**а, б — в колоннах;**

**в, г — в балках ребристого перекрытия по высоте**

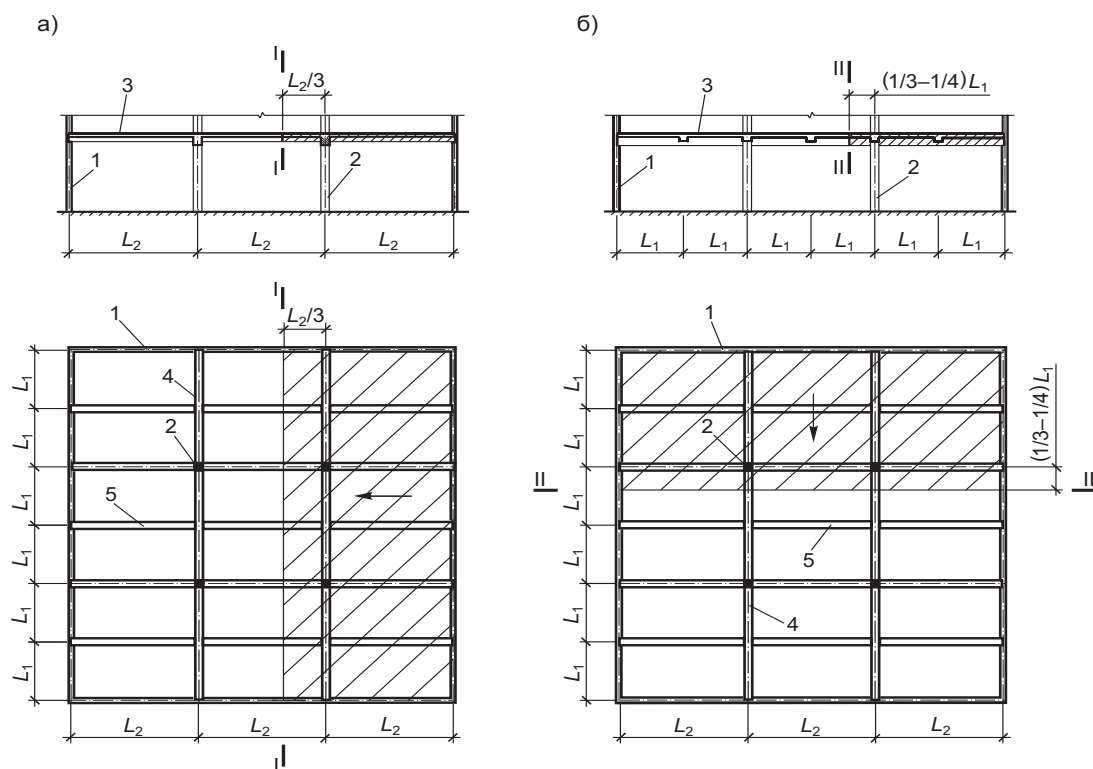


I-IV — места устройства рабочих швов

1 — стена;  
2 — колонна; 3 — перекрытие

**Рисунок 7.2 — Схемы расположения рабочих швов  
в монолитных плоских плитах перекрытия:  
а — опирающихся на стены;  
б — опирающихся на колонны**





I-II — места устройства рабочих швов

1 — стена; 2 — колонна; 3 — перекрытие; 4 — главная балка; 5 — второстепенная балка

**Рисунок 7.3 — Схемы расположения рабочих швов в монолитных ребристых перекрытиях:**  
**а — при бетонировании в направлении, параллельном главным балкам;**  
**б — при бетонировании в направлении, параллельном второстепенным балкам**

**7.4.17** Бетонирование предварительно напряженных конструкций необходимо производить без технологических перерывов, а устройство рабочих швов — в соответствии с указаниями проектной документации.

**7.4.18** При укладке в стеновую опалубку высокоподвижной литой смеси с осадкой конуса более 6 см возможно растекание смеси вдоль опалубки на большие расстояния. При этом принцип послойной укладки и уплотнения может нарушиться. Поэтому при проектировании опалубки для литых смесей необходимо предусматривать отсекатели из стальной сетки с мелкими ячейками, что предотвратит растекание смеси.

**7.4.19** Бетонирование балок и плит ребристых перекрытий следует производить одновременно. При больших размерах балок (при высоте более 800–1000 мм) их допускается бетонировать отдельно от плит с устройством рабочих швов в соответствии с 7.4.15 и 7.4.16 и технологической документацией.

**7.4.20** Укладку бетонной смеси в конструкции арок и сводов следует производить с соблюдением следующих требований:

- симметрично от пят к замку;
- плоскости рабочих швов, ограничивающих полосы бетонирования, должны быть перпендикулярны поверхности арки и свода.

**7.4.21** Уплотнение бетонной смеси в опалубке производят внутренними глубинными вибраторами.

**7.4.22** Размер вибратора определяется формой и размерами монолитных конструкций. Необходимый размер внутреннего вибратора зависит от требуемой степени уплотнения бетонной смеси и величины зазора для вибратора.

**7.4.23** При уплотнении бетонной смеси не допускается опирание вибраторов на арматуру и закладные изделия, тяжи и другие элементы крепления опалубки.

**7.4.24** При погружении вибратора в бетонную смесь должно обеспечиваться углубление его в ранее уложенный слой на 5–10 см.

Шаг перестановки вибраторов:

- глубинных — должен составлять не более полуторного радиуса их действия;
- поверхностных — должен обеспечивать перекрытие площадкой вибратора не менее чем на 100 мм границы провибрированного участка.

Вибрирование производится до появления на поверхности бетонной смеси блеска и прекращения ее оседания. С особой тщательностью необходимо провибрировать первый (нижний) слой во всех конструкциях.

**7.4.25** Продолжительность перерыва между укладкой смежных слоев бетонной смеси без образования рабочего шва не должна превышать срок начала схватывания бетонной смеси предыдущего слоя. Сроки начала схватывания бетонных смесей определяет строительная лаборатория.

**7.4.26** Расстояние между точками вибрации (таблица 7.4) выбирают таким образом, чтобы уплотняемые области бетонной смеси пересекались.

**Таблица 7.4 — Расстояние между точками вибрации**

Диаметр внутреннего вибратора, мм	Диаметр сферы действия вибратора $D$ , см	Расстояние между точками вибрации $S$ , см
До 40	30	25
От 40 до 60 включ.	50	40
Св. 60	80	70

**7.4.27** При уплотнении тонкого слоя бетонной смеси вибратор следует опускать под наклоном. Наклон и направление укладки бетонной смеси должны совпадать.

**7.4.28** Следует избегать контакта арматуры с вибратором более 5 с. В противном случае цементное молоко, насыщенное водой, собирается вокруг арматуры, что ухудшает сцепление арматуры и бетона. Кроме того, в этом случае в затвердевшем бетоне могут образоваться трещины над горизонтальными стержнями арматуры.

**7.4.29** При виброуплотнении бетонной смеси плит перекрытия толщину плиты контролируют стержневым шаблоном и поверхность разравнивают деревянной гладилкой.

**7.4.30** При укладке и уплотнении бетонной смеси необходимо соблюдать требования таблицы 7.5.

**Таблица 7.5**

Наименование показателя качества	Значение
Прочность поверхностей бетонных оснований при очистке от цементной пленки, МПа, не менее:	
водной и воздушной струей	0,3
механической металлической щеткой	1,5
гидропескоструйной или механической фрезой	5,0
Высота свободного сбрасывания бетонной смеси в опалубку конструкций, м, не более:	
колонн	5,0
перекрытий	1,0
стен	4,5
массивных неармированных конструкций	6,0
слабоармированных подземных конструкций в сухих и связных грунтах	4,5
густоармированных конструкций	3,0

Окончание таблицы 7.5

Наименование показателя качества	Значение
Толщина укладываемых слоев бетонной смеси:	
при уплотнении смеси тяжелыми подвесными вертикально расположенными вибраторами	На 5–10 см меньше длины рабочей части вибратора
при уплотнении смеси подвесными вибраторами, расположенными под углом к вертикали (до 30°)	Не более вертикальной проекции длины рабочей части вибратора
при уплотнении смеси ручными глубинными вибраторами	Не более 1,25 длины рабочей части вибратора
при уплотнении смеси поверхностными вибраторами в конструкциях, см, не более:	
неармированных	40
с одиночной арматурой	25
с двойной арматурой	12
при уплотнении навесными на опалубку вибраторами, см, не более	30

**7.4.31 Применение самоуплотняющихся бетонных смесей**

**7.4.31.1** При укладке СУБС в горизонтальные формы протяженность потока не должна превышать 10 м. При этом процесс укладки должен быть непрерывным.

Для обеспечения требуемого качества лицевых поверхностей конструкций, изготавливаемых в вертикальных формах, необходимо укладывать СУБС снизу вверх при помощи автобетононасоса, при этом шланг погружая на всю глубину опалубки и постепенно подымая вверх.

**7.4.31.2** Укладка СУБС производится устройствами, исключающими использование вибрационных средств. Формование следует производить непрерывно со скоростью, обеспечивающей удаление вовлеченного воздуха из СУБС, которую определяют в процессе освоения производства в зависимости от показателей удобоукладываемости.

**7.4.31.3** Скорость укладки СУБС должна соответствовать допустимой нагрузке на опалубку при заданных ее отклонениях нагрузки.

**7.4.31.4** Марки СУБС по удобоукладываемости принимают по таблице 7.6.

Таблица 7.6 — Марки СУБС по удобоукладываемости

Марка	Диаметр растекания конуса, см
P-1	От 46 до 55 включ.
P-2	Св. 55 до 65 включ.
P-3	Св. 65 до 75 включ.
P-4	Св. 76

**7.4.31.5** СУБС марки P-1 применяют, как правило, в неармированных бетонных изделиях и конструкциях.

**7.4.31.6** СУБС марки P-2 применяют в слабоармированных изделиях и конструкциях, которые изготавливают заполнением опалубочных полостей сверху с перемещением средств подачи СУБС вдоль опалубки, а также при заполнении опалубочных полостей с помощью бетононасоса и при возведении конструкций небольшой протяженности, например свай, глубоких фундаментов и т. п.

**7.4.31.7** СУБС марки P-3 применяют при возведении большинства конструкций (стен, колонн и др.).

**7.4.31.8** СУБС марки P-4 с использованием крупного заполнителя с размером зерен до 20 мм применяют для возведения тонкостенных конструкций сложной формы.

Для СУБС допускается только кратковременное вибрирование (от 5 до 10 с) глубинными или площадочными вибраторами с обязательным контролем процесса уплотнения и при отсутствии распадаемости СУБС.

**7.4.31.9** Процесс выдерживания и ухода за бетоном должен обеспечивать достижение в заданные сроки распалубочной и проектной прочности.

**7.4.31.10** Расчет режимов прогрева бетона производится для различных монолитных конструкций в зависимости от температуры наружного воздуха, кинетики набора прочности бетона и заданного времени достижения распалубочной прочности бетона при разработке ППР или технологической документации.

**7.4.31.11** Движение людей по забетонированным конструкциям и установка опалубки вышележащих конструкций, кроме перекрытий, допускается после достижения бетоном прочности не менее 1,5 МПа, а для перекрытий прочность бетона устанавливается ППР, но должна составлять не менее 5,0 МПа.

**7.4.31.12** Обработку поверхностей монолитных конструкций, прорезку деформационных швов, технологических борозд, проемов, отверстий, если данные виды работ предусмотрены проектной документацией, необходимо производить при прочности бетона не менее 10 МПа. Прочность бетона устанавливается проектной документацией.

**7.4.31.13** Проектную и распалубочную прочность, морозостойкость, плотность, водонепроницаемость и другие показатели бетона, устанавливаемые в проектной документации, следует определять в соответствии с требованиями ТНПА.

## **7.5 Специальные методы бетонирования**

**7.5.1** Применяют следующие специальные методы бетонирования:

- ВПТ;
- ВР;
- инъекционный;
- вибронагнетательный;
- напорный;
- вакуумирование;
- цементирование бурсмесительным способом;
- торкретирование и другие технологически обоснованные способы бетонирования.

**7.5.2** Метод ВПТ следует применять при возведении заглубленных конструкций при их глубине от 1,5 м и более, при этом используется бетон класса до  $C^{20}/_{25}$ .

**7.5.3** Бетонирование методом ВР, с заливкой наброски из крупного камня цементно-песчаным раствором, следует применять при укладке под водой бетона на глубине до 20 м для получения прочности бетона, соответствующей прочности бутовой кладки.

Метод ВР, предусматривающий заливку наброски из щебня цементно-песчаным раствором, допускается применять на глубине до 20 м для возведения конструкций из бетона класса до  $C^{20}/_{25}$ .

При глубине бетонирования от 20 до 50 м, а также при ремонтных работах для усиления конструкций и восстановительного строительства следует применять заливку щебеночного заполнителя цементным раствором без песка.

**7.5.4** Инъекционный и вибронагнетательный методы следует применять для бетонирования подземных, преимущественно тонкостенных конструкций, из бетона класса  $C^{20}/_{25}$  на заполнителе максимальной фракции от 10 до 20 мм.

**7.5.5** Напорное бетонирование путем непрерывного нагнетания бетонной смеси при избыточном давлении следует применять при возведении подземных конструкций в обводненных грунтах и сложных гидрогеологических условиях, при устройстве подводных конструкций на глубине более 10 м и возведении ответственных густоармированных конструкций, а также при бетонировании конструкций в несъемной металлической опалубке.

**7.5.6** Метод вакуумирования применяют при возведении монолитных бетонных полов и полов с износостойким покрытием. Процесс заглаживания отвакуумированной бетонной поверхности следует начинать при достижении бетоном прочности не менее 0,1–0,2 МПа.

**7.5.7** Для устройства цементно-грунтовых конструкций фундаментов в буровых скважинах при глубине заложения до 10 м допускается использование бурсмесительной технологии бетонирования путем смешивания расчетного количества цемента, грунта и воды в скважине с помощью бурового стандартного оборудования.

**7.5.8** При подводном (в том числе под глинистым раствором) бетонировании необходимо обеспечивать:

- изоляцию бетонной смеси от смешивания с водой в процессе ее транспортирования под воду и укладки в бетонируемую конструкцию;

- плотность опалубки (или другого ограждения);

- непрерывность бетонирования в пределах элемента (блока, захватки);

- контроль за состоянием опалубки (ограждения) в процессе укладки бетонной смеси (при необходимости — с помощью водолазов и установок подводного телевидения).

**7.5.9** Сроки распалубливания и загрузки подводных бетонных и железобетонных конструкций устанавливаются по результатам испытаний контрольных образцов, твердевших в условиях, аналогичных условиям твердения бетона в конструкции.

**7.5.10** Бетонирование способом ВПТ после аварийного перерыва допускается возобновлять только при условии:

- достижения бетоном верхнего слоя прочности от 2,0 до 2,5 МПа;

- удаления с поверхности бетона шлама и слабого бетона;

- обеспечения надежной связи вновь укладываемого бетона с затвердевшим бетоном (штрабы, анкера и т. д.).

При бетонировании под глинистым раствором перерывы продолжительностью более срока схватывания бетонной смеси не допускаются; при превышении указанного ограничения конструкцию следует считать бракованной и не подлежащей ремонту с применением ВПТ.

**7.5.11** При устройстве конструкций типа «стена в грунте» бетонирование траншеи следует выполнять секциями длиной не более 6 м с применением инвентарных межсекционных разделителей.

При наличии в траншее глинистого раствора бетонирование секции производится не позднее чем через 6 ч после заливки раствора в траншею. В противном случае следует заменить глинистый раствор с одновременной выработкой шлама, осевшего на дно траншеи.

Арматурный каркас перед погружением в глинистый раствор следует смачивать водой. Продолжительность погружения от момента опускания арматурного каркаса в глинистый раствор до момента начала бетонирования секции не должна превышать 4 ч.

Расстояние от бетонолитной трубы до межсекционного разделителя следует принимать не более 1,5 м при толщине стены до 40 см и не более 3 м — при толщине стены более 40 см.

**7.5.12** Метод укладки бетонной смеси бункерами следует применять при бетонировании конструкций из бетона класса  $C^{16}/_{20}$  на глубине более 20 м.

**7.5.13** При подаче бетонной смеси под воду бункерами не допускается свободное сбрасывание смеси через слой воды, а также разравнивание уложенного бетона горизонтальным перемещением бункера.

**7.5.14** Бетонирование методом трамбования бетонной смеси следует применять на глубине менее 1,5 м для конструкций с большой площадью, бетонируемых до отметки, расположенной выше уровня воды, при классе бетона до  $C^{20}/_{25}$ .

**7.5.15** Бетонирование путем укатки малоцементной жесткой бетонной смеси следует применять при возведении плоских протяженных конструкций из бетона класса до  $C^{16}/_{20}$ . Толщина укатываемого слоя принимается в пределах от 20 до 50 см.

**7.5.16** При бетонировании методом трамбования бетонной смеси с островка необходимо трамбование вновь поступающих порций бетонной смеси производить на расстоянии не ближе 200–300 мм от уреза воды, не допуская сплыва смеси поверх откоса в воду.

**7.5.17** Требования к бетонным смесям при их укладке специальными методами в соответствии с таблицей 7.7.

**Таблица 7.7**

Наименование показателя качества	Значение
Подвижность бетонных смесей, см, при методе бетонирования:	
ВПТ без вибрации	От 16 до 20 включ.
ВПТ с вибрацией	“ 6 “ 10 “
напорное бетонирование	“ 14 “ 24 “
вакуумированием	“ 10 “ 16 “
бункерами	“ 1 “ 5 “
трамбованием	“ 5 “ 7 “

Окончание таблицы 7.7

Наименование показателя качества	Значение
Растворы при бетонировании методом ВР: подвижность водоотделение	От 12 до 15 см по эталонному конусу Не более 2,5 %
Заглубление трубопровода в бетонную смесь, м, при методе бетонирования: для всех подводных, за исключением напорного для напорного	Не менее 0,8 и не более 2 Не менее 0,8 Максимальное заглубление принимают в зависимости от величины давления нагнетательного оборудования

**7.5.18** Работы по торкретированию производят при температуре наружного воздуха не ниже 0 °С. При использовании противоморозных добавок допускается производство работ при температуре воздуха до минус 5 °С. Температура основания, на которое укладывают бетонную смесь, и способы укладки должны исключать возможность замерзания смеси в зоне контакта с основанием.

**7.5.19** Поверхность для торкретирования должна быть очищена, продута сжатым воздухом или промыта струей воды под давлением, не должна иметь разрушенных мест и обладать шероховатостью. Не допускаются наплывы высотой более 1/2 толщины торкретируемого слоя.

**7.5.20** При торкретировании опалубка должна быть прочно закреплена во избежание избыточной вибрации.

Устанавливаемая арматура должна соответствовать требованиям проектной документации и должна быть защищена и закреплена от смещения и колебаний.

**7.5.21** Торкретирование необходимо производить в один или несколько слоев толщиной от 3 до 5 см. Количество и толщина слоев должны соответствовать проектной документации. Каждый последующий слой следует наносить после отвердевания предыдущего.

**7.5.22** Для ухода за слоями торкрета в период твердения должны быть разработаны мероприятия, обеспечивающие достижение бетоном заданных проектных показателей.

**7.5.23** Слои торкрета должны иметь прочное сцепление с основанием. На лицевой поверхности не допускается наличие высолов, трещин, следов выхода арматуры, механических повреждений.

## **7.6 Производство бетонных работ при высокой температуре воздуха и низкой влажности**

**7.6.1** При производстве бетонных работ при температуре воздуха выше 25 °С и относительной влажности менее 50 % необходимо применять материалы для приготовления бетонной смеси, обеспечивающие получение показателей, указанных в проектной документации. Бетонная смесь должна быть укрыта от воздействия солнечного излучения.

**7.6.2** Температура бетонной смеси при бетонировании конструкций с модулем поверхности более трех не должна превышать 30 °С–35 °С, а для массивных конструкций с модулем поверхности менее трех — 20 °С.

**7.6.3** Для ухода за бетоном следует разработать мероприятия, обеспечивающие твердение бетона и получение в заданные сроки показателей, указанных в проектной документации.

**7.6.4** При появлении на поверхности уложенного бетона трещин вследствие пластической усадки допускается его повторное поверхностное вибрирование не позднее чем через 0,5–1,0 ч после окончания укладки.

**7.6.5** Уход за бетоном следует начинать сразу после окончания укладки бетонной смеси и осуществлять до достижения, как правило, 70 % проектной прочности, а при соответствующем обосновании — 50 %. В начальный период ухода бетонная смесь должна быть защищена от обезвоживания в соответствии с ППР.

**7.6.6** При достижении бетоном прочности 0,5 МПа уход за ним должен заключаться в обеспечении влажного состояния поверхности. При этом периодический полив водой открытых поверхностей твердеющих бетонных и железобетонных конструкций не допускается.

## 7.7 Производство бетонных работ при отрицательных температурах воздуха

**7.7.1** Производство бетонных работ при ожидаемой средней суточной температуре ниже 5 °С и минимальной суточной температуре ниже 0 °С (зимние условия) осуществляется в соответствии с технологической документацией с проведением мероприятий, обеспечивающих набор прочности бетона и получение в заданные сроки показателей согласно проектной документации, при условии соблюдения требований настоящего подраздела.

**7.7.2** Способы выдерживания бетона монолитных конструкций в зависимости от температурных условий и вида конструкций — в соответствии с таблицей 7.8.

**Таблица 7.8 — Способы выдерживания бетона**

Вид конструкций	Минимальная температура воздуха, °С, до	Способ выдерживания
Массивные бетонные и железобетонные фундаменты, блоки и плиты с модулем поверхности до 3 м <sup>-1</sup>	–15 –25	Термос Термос с применением ускорителей твердения бетона Термос с применением противоморозных добавок
Фундаменты под конструкции зданий и оборудование, массивные стены и т. п. с модулем поверхности от 3 до 6 м <sup>-1</sup>	–15 –25	Термос, в том числе с применением противоморозных добавок и ускорителей твердения Обогрев в греющей опалубке Предварительный разогрев бетонной смеси Периферийный электропрогрев
Колонны, балки, прогоны, элементы рамных конструкций, свайные ростверки, стены и перекрытия с модулем поверхности от 6 до 10 м <sup>-1</sup>	–15	Обогрев в греющей опалубке, греющими проводами с применением ускорителей твердения Предварительный разогрев бетонной смеси, индукционный обогрев и инфракрасный нагрев
Колонны, балки, прогоны, элементы рамных конструкций, свайные ростверки, стены и перекрытия с модулем поверхности от 6 до 10 м <sup>-1</sup>	–25	Обогрев в греющей опалубке, греющими проводами и ТАГП с применением противоморозных добавок и ускорителей твердения
Полы, перегородки, плиты перекрытий, тонкостенные конструкции с модулем поверхности от 10 до 20 м <sup>-1</sup>	–25	Обогрев в греющей опалубке, греющими проводами и ТАГП с применением противоморозных добавок и ускорителей твердения
<i>Примечание</i> — Противоморозные добавки, как правило, следует применять в комплексе с пластифицирующими добавками.		

**7.7.3** Бетонные работы следует выполнять в соответствии с требованиями, установленными в таблице 7.9.

Таблица 7.9 — Требования к производству бетонных работ

Наименование показателя, технические требования	Значение показателя
<p>Прочность бетона монолитных и сборно-монолитных конструкций к моменту замерзания (критическая прочность):</p> <p>для бетона без противоморозных добавок:</p> <p>конструкций, эксплуатирующихся внутри зданий; фундаментов под оборудование, не подвергающихся динамическим воздействиям; подземных конструкций</p> <p>конструкций, подвергающихся атмосферным воздействиям в процессе эксплуатации, для классов прочности на сжатие:</p> <p><math>C^{8/10}</math></p> <p>от <math>C^{12/15}</math> до <math>C^{20/25}</math></p> <p>от <math>C^{25/30}</math></p> <p>конструкций, подвергающихся по окончании выдерживания переменному замораживанию и оттаиванию в водонасыщенном состоянии или к бетону которых предъявляют требования по водонепроницаемости более W4</p> <p>в преднапряженных конструкциях</p> <p>для бетона с противоморозными добавками</p>	<p>Не менее 5 МПа</p> <p>От проектной прочности, %, не менее:</p> <p>50</p> <p>40</p> <p>30</p> <p>70</p> <p>80</p> <p>К моменту охлаждения бетона до температуры, на которую рассчитано количество добавок, — не менее 20 % от проектной прочности</p>
Загружение конструкций расчетной нагрузкой допускается после достижения бетоном прочности	Не менее проектной прочности
<p>Температура воды и бетонной смеси на выходе из смесителя, приготовленной °С, не выше:</p> <p>на портландцементе, шлакопортландцементе, пуццолановом портландцементе марок ниже М600</p> <p>на быстротвердеющем портландцементе и портландцементе марки М600 и выше</p> <p>на глиноземистом портландцементе</p>	<p>воды 0 — 70; смеси — 35</p> <p>воды — 60; смеси — 30</p> <p>воды — 40; смеси — 25</p>
<p>Температура бетонной смеси, уложенной в опалубку, к началу выдерживания или термообработки:</p> <p>методом термоса</p> <p>с противоморозными добавками</p> <p>при тепловой обработке</p>	<p>Устанавливается расчетом, но не ниже 5 °С</p> <p>Не менее чем на 5 °С выше температуры замерзания раствора затворения</p> <p>Не ниже 0 °С</p>
<p>Температура в процессе выдерживания и тепловой обработки для бетона на:</p> <p>портландцементе</p> <p>шлакопортландцементе</p>	<p>Определяется расчетом, но не выше, °С:</p> <p>80</p> <p>90</p>
<p>Скорость подъема температуры при тепловой обработке бетона:</p> <p>для конструкций с модулем поверхности, <math>m^{-1}</math>:</p> <p>до 4</p> <p>от 5 “ 10 включ.</p> <p>св. 10 и скользящих опалубок</p> <p>для стыков</p>	<p>°С/ч, не более:</p> <p>5</p> <p>10</p> <p>15</p> <p>20</p>



Окончание таблицы 7.9

Наименование показателя, технические требования	Значение показателя
Скорость остывания бетона по окончании тепловой обработки для конструкций с модулем поверхности, м <sup>-1</sup> : до 4 от 5 “ 10 включ. св. 10	Определяется расчетом 5 °С/ч 10 °С/ч
Разность температур наружных слоев бетона и воздуха при распалубке с коэффициентом армирования соответственно до 1 % включ., св. 1 % до 3 % включ. и св. 3 % для конструкций с модулем поверхности, м <sup>-1</sup> : от 2 до 5 включ. св. 5	°С, не более:  20, 30, 40 30, 40, 50

**7.7.4** Основание, на которое укладывают бетонную смесь, а также температура основания, температура арматуры и способ укладки должны исключать возможность замерзания смеси в зоне контакта с основанием и арматурой.

**7.7.5** При выдерживании бетона в конструкции методом термоса, при предварительном разогреве бетонной смеси, а также при применении бетона с противоморозными добавками допускается укладывать смесь на неотогретое непучинистое основание (подготовку) или на бетон, если по расчету в зоне контакта на протяжении расчетного периода выдерживания бетона не произойдет его замерзания.

**7.7.6** При несоблюдении требований 7.7.5 основание отогревают на глубину промерзания либо на 300 мм, если глубина промерзания более 300 мм.

**7.7.7** Пучинистые основания отогревают во всех случаях на глубину промерзания либо на 500 мм, если глубина промерзания более 500 мм.

**7.7.8** Бетонирование густоармированных конструкций с арматурой диаметром более 24 мм, арматурой из жестких прокатных профилей или с крупными металлическими закладными частями следует выполнять с предварительным отогревом металла до положительной температуры или местным вибрированием смеси в арматурной и опалубочной зонах, за исключением случаев укладки предварительно разогретых бетонных смесей (при температуре смеси выше 45 °С). Продолжительность вибрирования бетонной смеси должна быть увеличена не менее чем на 25 % по сравнению с летними условиями.

**7.7.9** Перед укладкой бетонной смеси поверхности стыков рабочих швов монолитных конструкций, арматура, закладные изделия и опалубка должны быть очищены от снега и наледи.

**7.7.10** Неопалубленные поверхности конструкций следует укрывать паро- и теплоизоляционными материалами непосредственно по окончании бетонирования.

Выпуски арматуры забетонированных конструкций должны быть укрыты и утеплены на высоту (длину) не менее 0,5 м.

**7.7.11** Подготовку оснований и укладку бетонной смеси в конструкцию при отрицательных температурах производят с учетом следующих требований:

— состояние оснований, на которые укладывают бетонную смесь, а также способ укладки должны исключать возможность деформации основания и замерзания бетона в контакте с основанием до приобретения им требуемой прочности;

— снимать наледь с опалубки арматуры с помощью пара или горячей воды не допускается. При температуре ниже минус 10 °С арматуру диаметром более 25 мм, а также арматуру прокатных профилей и крупные металлические закладные детали следует отогревать до положительной температуры;

— укладку бетонной смеси следует производить непрерывно, без перепадов, средствами, обеспечивающими минимальное охлаждение смеси при ее подаче;

— температура бетонной смеси, уложенной в опалубку, должна быть не ниже 5 °С.

**7.7.12** До установки опалубки необходимо определить глубину отогрева замороженного основания, если это предусмотрено технологической документацией, и состояние теплоизоляции опалубки.

**7.7.13** Температура прогрева бетона, °С, должна составлять не выше:

- 40 — для конструкций со значительными площадями неопалубленных поверхностей (перекрытия) при наличии повышенных требований к бетону по эксплуатационным характеристикам (морозостойкости, водонепроницаемости, водопоглощению, истираемости и др.), а также при обогреве периферийных слоев бетона массивных конструкций;
- 50 — для балок, ригелей, прогонов;
- 60 — для колонн, стоек, опор;
- 70 — для стеновых конструкций.

**7.7.14** Температура прогрева бетона с химическими добавками, ускоряющими его твердение, или комплексными добавками составляет не выше 40 °С.

**7.7.15** Температурный режим твердения бетона, а также конечную температуру бетона к началу снятия опалубки определяют в контрольных точках, расположенных на глубине 50 мм от поверхности бетона. Данные точки должны быть расположены в местах наиболее неблагоприятного разогрева бетона с учетом фактических захваток бетонирования и зон прогрева в соответствии с технологической документацией.

В случаях, когда разность температур наружных слоев бетона и воздуха к моменту распалубки превышает допустимые значения, указанные в таблице 7.9, или требуемая прочность бетона достигнута за меньший отрезок времени, допускается переводить твердение бетона в режим естественного остывания, не снимая опалубки. Допускается отсоединять опалубку от поверхности бетона, не снимая ее, или заменять на теплоизоляционное укрытие с равнозначным коэффициентом теплопередачи для обеспечения постепенного охлаждения бетона.

**7.7.16** Бетонные работы при отрицательных температурах воздуха и прогрев бетона следует производить по утвержденному ППР и технологической документации.

**7.7.17** Контроль температуры бетона с отражением в журнале по форме, приведенной в приложении Ж, выполняет строительная лаборатория или уполномоченный представитель организации.

## 7.8 Уход за бетоном и контроль качества

**7.8.1** Выдерживание бетона и уход за ним должны соответствовать требованиям ППР и технологической документации.

**7.8.2** Во избежание высыхания открытых поверхностей монолитных конструкций уход за бетоном следует начинать сразу после укладки смеси и отделки поверхностей конструкций с целью минимизации риска трещинообразования на поверхности и образования усадочных трещин. Требования по уходу за бетоном — в соответствии с таблицей 7.10.

**Таблица 7.10 — Виды и режимы ухода за бетоном монолитных конструкций**

	Температура окружающей среды, °С			
	до 5 включ.	св. 5 до 15 включ.	св. 15 до 25 включ.	св. 25
Вид ухода	Укрытие теплоизоляционными материалами	Влажностный уход	Влажностный уход с укрытием влагоемкими или пленочными материалами. Нанесение пленкообразующих составов	Влажностный уход с укрытием влагоемкими или пленочными материалами. Нанесение пленкообразующих составов
Материалы, применяемые для ухода	Пенополиэтилен («Этафом») и другие теплоизоляционные материалы	Полиэтиленовая пленка, брезент	Полиэтиленовая пленка, брезент, пленкообразующие составы «Sika», «Stahema» и др.	Полиэтиленовая пленка, брезент, пленкообразующие составы «Sika», «Stahema» и др.

Окончание таблицы 7.10

	Температура окружающей среды, °С			
	до 5 включ.	св. 5 до 15 включ.	св. 15 до 25 включ.	св. 25
Режим ухода	Укрытие после отделки поверхности и выдерживание до достижения распалубочной прочности бетона	Влажностный уход 2 раза в сутки в течение 5–6 дней	Влажностный уход 1–2 раза в сутки до распалубки с дальнейшим нанесением эмульсии пленкообразующих составов на поверхность элемента. Расход эмульсии — 0,15–0,2 кг на 1 м <sup>2</sup> поверхности	Влажностный уход 3–4 раза в сутки до распалубки с дальнейшим нанесением эмульсии пленкообразующих составов на поверхность элемента. Расход эмульсии — 0,15–0,2 кг на 1 м <sup>2</sup> поверхности

**7.8.3** При электротермообработке бетона в конструкции в случае невозможности выдерживания образцов при аналогичном температурно-влажностном режиме контроль распалубочной и критической прочности допускается осуществлять путем контроля температурного режима твердения бетона с отражением в журнале контроля температуры бетона. Соблюдение заданного режима обеспечивает приобретение бетоном прочности, полученной в результате расчета при составлении технологической карты.

В случае если фактический температурный режим электротермообработки отличается от заданного, продолжительность прогрева должна быть соответственно скорректирована строительной лабораторией.

**7.8.4** Контроль качества монолитных конструкций осуществляют согласно требованиям ТНПА и проектной документации.

## 7.9 Распалубка монолитных конструкций

**7.9.1** Решение о распалубке следует принимать по результатам испытаний контрольных образцов или по результатам определения прочности забетонированной конструкции неразрушающими методами по СТБ 2264 и ГОСТ 17624.

**7.9.2** Распалубочную прочность бетона в конструкциях допускается определять неразрушающими методами. При этом испытываемую поверхность в зимних условиях необходимо отогреть до положительной температуры.

**7.9.3** Распалубку монолитных и сборно-монолитных конструкций необходимо производить при достижении бетоном распалубочной прочности, значения которой устанавливают в проектной документации или принимают в соответствии с ТНПА.

**7.9.4** Демонтаж опалубки монолитных конструкций производят в последовательности обратной монтажу опалубки согласно технологической документации.

## 7.10 Требования к качеству поверхностей и внешнему виду монолитных бетонных и железобетонных конструкций

**7.10.1** Для оценки качества поверхности монолитных бетонных и железобетонных конструкций применяют четыре класса, определяемые по предельным допускам прямолинейности в соответствии с таблицей 7.11 и рисунком 7.4. Классы распространяются на перекрытия, стены, колонны, фундаменты и другие конструкции с прямолинейными поверхностями. Основное назначение бетонных поверхностей приведено в таблице 7.12, но данные не распространяются на торкретированные поверхности конструкций. Класс бетонной поверхности монолитных конструкций должен быть указан в проектной документации.

Таблица 7.11 — Классы бетонных поверхностей в зависимости от допусков прямолинейности

Класс бетонной поверхности	Допуски прямолинейности, мм, для измеряемых расстояний, м, до				
	0,1	1	2	4	10
А	2	3	5	8	15
Б	3	5	7	10	20
В	5	10	12	15	25
Г	10	20	25	35	—

**Примечания**  
 1 Промежуточные значения определяют по графику, представленному на рисунке 4, и округляют.  
 2 Допуски прямолинейности применяют при условии сохранения проектной толщины защитного слоя.

Таблица 7.12 — Основное назначение бетонных поверхностей монолитных конструкций

Класс бетонной поверхности	Требования к внешнему виду поверхностей конструкций
А	Лицевые поверхности стен, колонн и нижние поверхности перекрытий с повышенными требованиями к внешнему виду
Б	Лицевые поверхности стен, колонн и нижние поверхности перекрытий без повышенных требований к внешнему виду
В	Лицевые поверхности стен, колонн, нижние и верхние поверхности перекрытий, требующих отделки
Г	Минимальные требования к качеству поверхности бетона, когда прямолинейность поверхности не является определяющим параметром, главной. Как правило, данный класс принимается для скрытых бетонных поверхностей

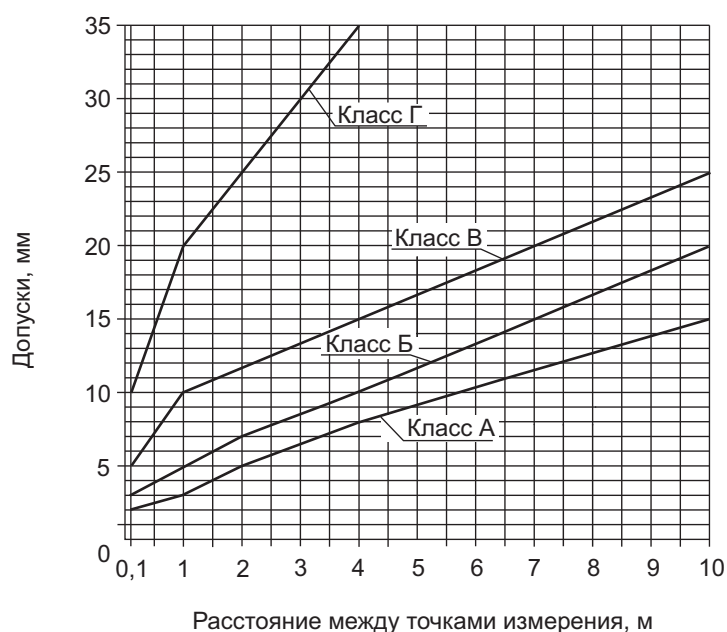


Рисунок 7.4 — Классы бетонной поверхности в зависимости от допусков прямолинейности поверхности

**7.10.2** Для бетонных поверхностей классов В и Г выбор вида применяемой опалубки производится подрядной организацией.

**7.10.3** Качество бетонных поверхностей с особыми требованиями к внешнему виду должно быть оговорено в проектной документации, так как на качество бетонной поверхности оказывает влияние расположение щитов опалубок, тяжей, рабочих швов бетонных конструкций.

**7.10.4** В проектной документации должны быть установлены требования к бетонным поверхностям и местам сопряжения монолитных бетонных конструкций со сборными железобетонными конструкциями, требующим дополнительной обработки, например промывка, заделка швов от щитовых опалубок, заделка усадочных трещин, заделка отверстий под тяжи, отесывание, пескоструйная обработка, шлифовка, затирка, заполнение пор и т. п., а также требования к изогнутым криволинейным поверхностям.

**7.10.5** В проектной документации должны быть установлены дополнительные требования к бетонным поверхностям, подвергаемым постоянному воздействию движущейся воды или другим воздействиям.

**7.10.6** На бетонных поверхностях всех классов не допускаются участки неуплотненного бетона.

**7.10.7** На бетонных поверхностях классов А–В не допускаются жировые пятна и пятна ржавчины.

**7.10.8** На бетонных поверхностях монолитных конструкций не допускается обнажение арматуры, кроме рабочих выпусков арматуры и монтажных крепежных элементов опалубки; открытых поверхностей стальных закладных изделий.

**7.10.9** На поверхности бетонных конструкций допускаются местные выступы или впадины, размеры которых определяются по допускам для классов поверхности бетона согласно таблице 7.11 или рисунку 7.4 при измеряемом расстоянии, равном 0,1 м.

**7.10.10** В бетоне монолитных конструкций не допускаются трещины, за исключением усадочных и других поверхностных технологических трещин, ширина раскрытия которых не должна превышать, мм:

0,1 — для класса А;

0,2 — для остальных классов.

**7.10.11** На бетонной поверхности не допускаются:

— для класса А — раковины, околы бетона ребер глубиной более 2 мм и длиной более 20 мм на 1 м длины ребра;

— для классов Б и В — раковины диаметром более 4 и 10 мм соответственно и околы бетона ребер глубиной более 5 мм и длиной более 50 мм на 1 м длины ребра;

— для класса Г — раковины диаметром более 20 мм и околы ребер глубиной более 20 мм, длина околлов не регламентируется.

**7.10.12** На бетонной поверхности монолитных конструкций, соприкасающейся с опалубкой, допускаются:

— для стеновых конструкций — отверстия под тяжи с оставляемыми в них пластмассовыми защитными трубками тяжа, отверстия под анкеры;

— отпечатки щитов и элементов опалубки;

— обнажение арматурных фиксаторов в нижней зоне стены, колонны, оговоренное в технологической документации на опалубочные работы, кроме поверхностей с предъявляемыми к ним требованиями согласно 7.10.3;

— для нижней поверхности перекрытий — отпечатки щитов и элементов палубы (фанера и т. п.), элементы крепления пластмассовых конструкций, электрической разводки и т. п.

Способы заделки отверстий под тяжи должны быть оговорены в технологической документации.

**7.10.13** На бетонной поверхности, предназначенной под оклейку обоями, местные наплывы (выступы) или впадины соответственно высотой и глубиной более 1 мм не допускаются. Для достижения требуемых показателей для бетонных поверхностей классов А и Б производится шлифовка местных выступов и шпаклевка местных впадин.

**7.10.14** Требования, предъявляемые к готовым монолитным бетонным и железобетонным конструкциям, приведены в таблице 7.13.

Таблица 7.13

Наименование показателя качества	Значение
Отклонение линий пересечения плоскостей от вертикали или проектного наклона на всю высоту конструкций, мм: для фундаментов для стен и колонн, поддерживающих монолитные покрытия и перекрытия для стен и колонн, поддерживающих сборные балочные конструкции для стен зданий и сооружений, возводимых в скользящей опалубке, при отсутствии промежуточных перекрытий для стен зданий и сооружений, возводимых в скользящей опалубке, при наличии промежуточных перекрытий	20 15 10 1/500 высоты сооружения, но не более 100 1/1000 высоты сооружения, но не более 50
Отклонение плоскостей от горизонтали на всю длину выверяемого участка, м: до 6 включ. св. 6	10 мм 20 мм
Отклонение длины или пролета элементов, размера в свету в горизонтальной плоскости, высоты или размера в свету в вертикальной плоскости при размере, м: до 6 включ. св. 6	±10, мм ±20, мм
Отклонение размеров оконных, дверных и других проемов, мм	20
Отклонение размера поперечного сечения элементов, мм	+10; -3
Отклонение отметок поверхностей бетона и закладных изделий, служащих опорами для стальных или сборных элементов, мм	-5
Уклон опорных поверхностей фундаментов при опирании стальных колонн без подливки	0,0007
Отклонение расположения фундаментных и анкерных болтов, мм: в плане внутри контура опоры в плане вне контура опоры по высоте	5 10 20
Перепад в стыке двух смежных поверхностей, мм	5

**7.10.15** Требования к монолитным конструкциям лифтовых шахт, монолитных лестниц, конструкций под технологическое оборудование, а также криволинейным поверхностям должны быть оговорены в проектной документации.

## 8 Монтаж стальных конструкций

### 8.1 Общие положения

**8.1.1** Монтаж стальных конструкций следует осуществлять в соответствии с требованиями проектной документации, рабочими чертежами КМ и КМД, настоящих строительных норм и другими ТНПА.

**8.1.2** Монтаж стальных конструкций следует начинать с пространственно-устойчивой части: связевой ячейки, ядра жесткости и т. д.

**8.1.3** Монтаж стальных конструкций (сооружений большой протяженности или высоты) следует производить пространственно-устойчивыми секциями (пролеты, этажи, температурные блоки и т. д.).

**8.1.4** При монтаже стальных конструкций работы по резке, правке, гибке, выполнению отверстий необходимо производить в соответствии с требованиями ТНПА.

**8.1.5** При производстве монтажных работ запрещаются ударные воздействия на сварные конструкции из сталей:

- с пределом текучести 390 МПа (40 кгс/мм<sup>2</sup>) и менее — при температуре ниже минус 25 °С;
- с пределом текучести св. 390 МПа (40 кгс/мм<sup>2</sup>) — при температуре ниже 0 °С.

**8.1.6** В проектное положение конструкции следует устанавливать по принятым ориентирам (рискам, штырям, упорам, граням и т. п.), а конструкции с фиксирующими устройствами — по этим устройствам.

**8.1.7** Проектное закрепление конструкций (отдельных элементов и блоков), установленных в проектное положение, с монтажными соединениями на болтах следует выполнять сразу после инструментальной проверки точности положения и выверки конструкций, кроме случаев, оговоренных в дополнительных правилах монтажа или в ППР.

Количество болтов и пробок для временного крепления конструкций следует определять расчетом; во всех случаях болтами должно быть заполнено 1/3 и пробками — 1/10 всех отверстий, но не менее двух.

**8.1.8** Конструкции с монтажными сварными соединениями необходимо закреплять в два этапа: сначала — временно, затем — в соответствии с проектной документацией.

Способ временного закрепления должен быть указан в проектной документации и ППР.

**8.1.9** Инструментальную проверку, выверку и закрепление стальных конструкций необходимо производить в процессе монтажа согласно последовательности.

**8.1.10** До окончания выверки и надежного (временного или проектного) закрепления установленного элемента не допускается опирать на него вышележащие конструкции, если такое опирание не предусмотрено ППР. Отклонения от проектного положения смонтированных конструкций не должны превышать значений, установленных в настоящих строительных нормах, если в рабочих чертежах не предусмотрены специальные требования.

**8.1.11** Отклонения от проектного положения монтажных элементов при установке, положение которых может измениться в процессе их постоянного закрепления и нагружения последующими конструкциями, устанавливаются в ППР и не должны превышать предельно допустимых значений от проектного положения, установленных для смонтированных конструкций. В случае отсутствия в ППР специальных указаний отклонения от проектного положения монтажных элементов при установке не должны превышать 0,4 значений предельно допустимых отклонений смонтированных конструкций.

**8.1.12** Использование установленных конструкций для прикрепления к ним грузовых полиспасов, отводных блоков и других грузоподъемных приспособлений допускается только в случаях, предусмотренных ППР и согласованных, при необходимости, с организацией, выполнившей рабочие чертежи конструкций.

**8.1.13** Контроль качества монтажа стальных конструкций должен осуществляться в соответствии с требованиями ТНПА.

**8.1.14** Данные о производстве работ следует ежедневно вносить в журнал работ по монтажу строительных конструкций в соответствии с приложением А, журнал сварочных работ — в соответствии с приложением Г, а также необходимо фиксировать по ходу монтажа конструкций их положение на геодезических исполнительных схемах.

## 8.2 Подготовительные работы

**8.2.1** Проектное положение колонн в плане необходимо обеспечивать правильным расположением и креплением фундаментных болтов, а точность установки колонн по высоте — соответствующей подготовкой опорных поверхностей фундаментов.

**8.2.2** Приемку фундаментов следует производить для всего здания или его части (захватки), обеспечивающей при монтаже пространственно-жесткий блок смонтированных конструкций.

Приемка отдельных фундаментов выборочным путем не допускается.

**8.2.3** Перед подачей на монтаж все деформированные металлические конструкции должны быть выправлены холодным или термическим способом. Правка в холодном состоянии с помощью клиньев, рычагов и домкратов допустима при радиусе кривизны прогиба не менее 50 толщин поперечного сечения элементов — толщины листа, высоты двутавра, высоты швеллера, ширины полки двутавра, а для несимметричных профилей (уголков, швеллеров) радиус кривизны допустим не менее 90 величин ширины полки.

Допустимую кривизну следует определять по стреле прогиба, которая должна быть не более следующих:

- для симметричных сечений —  $f = l^2/400h$ ;
- для несимметричных сечений —  $f = l^2/720b$ ,

где  $l$  — длина хорды, мм;

$h$  — толщина листа, высота балки, швеллера, ширина полки двутавра, мм;

$b$  — ширина полки уголка, швеллера, мм.

**8.2.4** При значениях кривизны, превышающих указанные в 8.2.3, правку следует производить в горячем состоянии при нагреве до температуры 900 °С–1100 °С. Правка конструкций при температуре ниже 720 °С не допускается.

**8.2.5** В соответствии с ППР следует закрепить на поднимаемые конструкции лестницы, ограждения, подмости, нанести риски осей элементов, по которым их будут устанавливать. Риски следует наносить у монтажных стыков масляной краской, прочерчиванием или кернением.

**8.2.6** В сварных соединениях следует очистить места стыка от грязи, наледи, снега, краски и продуктов коррозии.

**8.2.7** В ряде случаев до начала монтажа следует временно усилить конструкции, имеющие недостаточную жесткость в одной из плоскостей в период монтажа (фермы, колонны многоэтажных зданий, монтируемые целиком или крупными блоками, и другие аналогичные по гибкости конструкции). Усиление конструкций следует выполнять в соответствии с ППР.

### 8.3 Укрупнительная сборка конструкций

**8.3.1** При отсутствии в рабочих чертежах специальных требований предельные отклонения размеров, определяющих собираемость конструкций (длина элементов, расстояние между группами монтажных отверстий), при сборке отдельных конструктивных элементов и блоков не должны превышать предельно допустимых значений, указанных в таблице 8.1.

Таблица 8.1

В миллиметрах

Номинальные размеры	Предельное отклонение (±)	
	линейного размера	равенства диагоналей
Св. 2500 до 4000 включ.	5	12
“ 4000 “ 8000 “	6	15
“ 8000 “ 16 000 “	8	20
“ 16 000 “ 25 000 “	10	25
“ 25 000 “ 40 000 “	12	30

**8.3.2** Укрупнению на объекте подлежат конструкции, габариты которых в укрупненном виде превышают габариты и грузоподъемность транспортных средств.

**8.3.3** Укрупнительную сборку конструкций необходимо производить в соответствии с требованиями ППР по чертежам КМД.

При больших объемах укрупнительную сборку конструкций выполняют на приобъектном складе, при малых объемах и технологической необходимости — непосредственно на монтажной площадке.

**8.3.4** Укрупнению подлежат колонны длиной более 13,5 м, стропильные фермы и подкрановые балки с тормозными конструкциями и крановыми рельсами, поставляемые без укрупнения их на заводе, элементы покрытий вместе с настилом, если это предусмотрено проектной документацией.

**8.3.5** Для укрупнения колонну следует уложить на горизонтальную плоскость и совместить сборочные риски на концах частей. Затем следует проверить ее горизонтальность и отсутствие переломов, совместить монтажные отверстия и выполнить монтажные соединения способами, предусмотренными в проектной документации.

**8.3.6** В соответствии с проектной документацией в многоэтажных зданиях конструкции следует укрупнять в рамы из двух колонн в одном ряду со связями, ригелями.

**8.3.7** Принимать укрупненные конструкции следует перед выполнением стыков и после завершения работ по сборке. Перед выполнением стыков проверяют размеры и геометрическую форму укрупненной конструкции, а также качество сборки стыков, совпадение отверстий, формы разделок и зазоров в сварных стыках и др.



После завершения укрупнительной сборки следует проверять укрупненную конструкцию в целом, а также качество выполнения стыков.

**8.3.8** Блоки покрытий из конструкций типа структур следует собирать по специальным инструкциям.

#### **8.4 Монтаж колонн**

**8.4.1** Поступающие на монтаж колонны следует устанавливать в проектное положение с транспортных средств или производить их предварительную раскладку у мест установки с таким расчетом, чтобы колонну было удобно застропить и установить в проектное положение без дополнительных строповок и перемещений.

**8.4.2** Способ монтажа колонны (перевод из горизонтального положения в вертикальное, подача к месту установки и установка на опору) должен быть указан в ППР вместе со схемами раскладки колонн. При этом должны быть разработаны мероприятия, исключающие деформацию элементов конструкции, обеспечивающие ее прочность при монтажных нагрузках и предусматривающие безопасные условия монтажа с совмещением осевых рисков на опорной поверхности фундамента и колонны.

**8.4.3** Фундаментные болты следует предохранять от ударов при наводке и посадке колонны на опорную поверхность фундамента, а резьбу болтов — от повреждений.

**8.4.4** При монтаже колонны частями (из отправочных элементов) и при монтаже колонн последующего яруса многоэтажных зданий для наводки, стыковки, сборки и временного закрепления стыкуемых монтажных элементов следует применять приспособления (фиксаторы-ловители, сборочные планки со стяжными болтами, кондукторы и др.).

Установка вышерасположенного монтажного элемента допускается только после выверки и проектного закрепления опорной конструкции.

Расчалки для временного закрепления колонн должны быть прикреплены к надежным опорам (фундаментам, якорям и т. п.) и расположены за пределами габаритов движения транспорта и строительных машин.

**8.4.5** Установленные на фундамент колонны следует временно закреплять:

- к фундаментам — затяжкой фундаментных болтов;
- в плоскости наименьшей жесткости — расчалками, если другое не предусмотрено в ППР.

#### **8.5 Монтаж подкрановых балок**

**8.5.1** Подкрановые балки пролетом 12 м следует устанавливать элементами, укрупненными согласно ППР. Допускается поэлементный монтаж подкрановых конструкций (подкрановых балок, тормозных конструкций, крановых рельсов).

**8.5.2** Установку подкрановых балок в проектное положение следует производить с совмещением отверстий в нижнем поясе балки с фиксирующими болтами в консолях колонн. Положение балки в плане при выверке должно выправляться за счет разницы диаметров отверстий и болтов.

**8.5.3** Выверку крановых путей (мостовых и подвесных кранов) каждого пролета, а также их проектное закрепление следует выполнять после проектного закрепления несущих конструкций каркаса каждого пролета здания на всей длине или участке между температурными швами.

#### **8.6 Монтаж конструкций покрытия**

**8.6.1** Первую пару стропильных ферм, монтируемых отдельно, следует временно закреплять расчалками и сразу же связями и распорками, а в последующем — каждую очередную ферму расчалками или монтажными распорками в соответствии с ППР.

Оставлять фермы, закрепленные проектными болтами к опорам и расчалками (без связей), после окончания рабочей смены не допускается. В таком случае необходимо закрепить верхний пояс временными жесткими связями.

Снимать расчалки и монтажные распорки разрешается только после закрепления и выверки положения ферм, установки и закрепления в связевых панелях вертикальных и горизонтальных связей, в рядовых панелях — распорок по верхним и нижним поясам стропильных ферм, а при отсутствии связей — после крепления стального настила.

**8.6.2** При монтаже укрупненных блоков покрытия их следует стропить не менее чем за четыре узла с применением траверс. При этом длина стропов должна обеспечить проектное положение блока при его установке на опоры независимо от положения его центра тяжести.

Расстроповку блока следует выполнять после его закрепления на опорах в соответствии с проектным решением.

**8.6.3** Укладку стальных листов профилированного настила при полистовой сборке кровли необходимо производить по разметке, обеспечивающей фиксацию расчетной ширины профилированного листа (расстояние между осями крайних гофров), в соответствии со значениями, установленными в ТНПА, с точностью до  $\pm 10$  мм на ширину профилированного листа.

**8.6.4** Крепление профилированных листов несущего настила кровли к несущим элементам покрытия следует осуществлять с помощью самонарезающих винтов либо пристрелкой дюбелями в соответствии с указаниями проектной документации. Если в документации не оговорен шаг между крепежными элементами, листы следует крепить к несущим элементам покрытия в поперечном направлении через волну на промежуточных опорах и в каждой волне — по периметру и в углах здания на участках шириной 1,5 м, на крайних опорах и в стыках листов.

В продольном направлении листы следует крепить между собой с помощью комбинированных заклепок или самонарезающих винтов с шагом крепежа 500 мм, если другое не указано в проектной документации.

## **8.7 Сборка и закрепление монтажных соединений конструкций на болтах без контролируемого натяжения**

**8.7.1** Перед сборкой следует производить контроль состояния поверхностей, соприкасающихся в стыках монтажных соединений.

Стыкуемые поверхности должны быть очищены от загрязнений, льда, снега, наплывов грунтовки и краски, ржавчины, просушены (при необходимости) и не должны иметь неровностей, препятствующих плотному соединению поверхностей.

**8.7.2** Заусенцы на стыкуемых кромках деталей и краях отверстий необходимо удалить без снятия фасок. Заусенцы на нестыкуемых кромках деталей допускается удалять зачисткой абразивным кругом. При обработке абразивным кругом следы зачистки должны быть направлены вдоль кромок.

**8.7.3** При сборке соединений отверстия в деталях конструкций должны быть совмещены и детали зафиксированы от смещения сборочными пробками (не менее двух), а пакеты плотно стянуты болтами. В соединениях с двумя отверстиями сборочную пробку устанавливают в одно из них.

Затяжку болтов необходимо производить, начиная от середины поля болтов к краям. Другой порядок затяжки болтов должен быть предусмотрен в проектной документации.

**8.7.4** Для совмещения отверстий следует использовать проходные оправки. При совмещении отверстий запрещается применять инструменты и приспособления, использование которых может привести к искажению формы и размеров отверстий. После установки сборочных пробок оправки выбивают. Диаметр сборочных пробок должен соответствовать диаметру отверстий.

**8.7.5** В собранном пакете болты заданного в проектной документации диаметра должны пройти в 100 % отверстий. Допускается прочистка 20 % отверстий сверлом, диаметр которого равен диаметру отверстия, указанному в чертежах. При этом в соединениях с работой болтов на срез и соединенных элементов на смятие допускается чернота (несовпадение отверстий в смежных деталях собранного пакета) до 1 мм — в 50 % отверстий, до 1,5 мм — в 10 % отверстий.

В случае несоблюдения данного требования с разрешения организации-разработчика проектной документации отверстия следует рассверлить на ближайший больший диаметр с установкой болта соответствующего диаметра.

В соединениях с работой болтов на растяжение, а также в соединениях, где болты установлены конструктивно, чернота не должна превышать разность диаметров отверстия и болта.

**8.7.6** Под гайку болта рекомендуется устанавливать одну круглую шайбу по ГОСТ 11371. Допускается установка не более двух круглых шайб под гайку болта и одной такой же шайбы под головку болта.

В местах примыкания головки болта и гайки к наклонным поверхностям следует устанавливать выравнивающие косые шайбы по ГОСТ 10906.

Резьба болтов не должна входить вглубь отверстия более чем на половину толщины крайнего элемента пакета со стороны гайки.

**8.7.7** Решение по предупреждению самоотвинчивания гаек — постановка пружинной шайбы по ГОСТ 6402 или контргайки — следует указать в рабочих чертежах. Не допускается применение пружинных шайб при овальных отверстиях, при разнице в диаметре болта и отверстия более 3 мм, при работе болтов на растяжение, а также при совместной установке с круглой шайбой по ГОСТ 11371.

Запрещается стопорение гаек путем забивки резьбы болта или приварки их к стержню болта.

**8.7.8** Гайки и контргайки следует закручивать стандартным ключом до отказа от середины соединения к его краям.

**8.7.9** Головки и гайки болтов, в том числе фундаментных, после затяжки должны плотно (без зазоров) соприкасаться с плоскостями шайб или элементов конструкций, а стержень болта — выступать из гайки не менее чем на 3 мм.

**8.7.10** Плотность стяжки собранного пакета следует проверять щупом толщиной 0,3 мм, который в пределах зоны, ограниченной шайбой, не должен проходить между собранными деталями на глубину более 20 мм.

**8.7.11** Качество затяжки постоянных болтов следует проверять обстукиванием их молотком массой до 0,4 кг, при этом болты не должны смещаться.

**8.7.12** В процессе эксплуатации зданий и сооружений необходимо периодически производить осмотр монтажных соединений и подтягивать ослабевшие гайки на болтах.

## **8.8 Сборка и закрепление монтажных соединений конструкций на высокопрочных болтах с контролируемым натяжением**

**8.8.1** В соединениях на высокопрочных болтах с контролируемым натяжением соприкасающиеся поверхности деталей должны быть подготовлены в соответствии с указаниями в проектной документации.

**8.8.2** Способ обработки соприкасающихся поверхностей деталей сдвигоустойчивых соединений должен быть указан в чертежах КМ и КМД. С поверхностей необходимо предварительно удалить масляные загрязнения.

Соприкасающиеся поверхности фланцевых соединений, при отсутствии в проектной документации указаний по их подготовке, следует очищать аналогично соприкасающимся поверхностям элементов в соединениях на болтах без контролируемого натяжения.

Состояние поверхности, независимо от способа обработки или очистки, следует контролировать и фиксировать в журнале выполнения монтажных соединений на болтах с контролируемым натяжением непосредственно после обработки или очистки и перед сборкой соединений.

**8.8.3** До сборки соединений обработанные поверхности необходимо предохранять от загрязнений, увлажнения, образования льда, попадания на них масла и краски. Если это требование не соблюдено или сборка пакета осуществляется по прошествии более 3 сут после обработки или очистки поверхности, их обработку (очистку) следует повторить.

**8.8.4** Способы обработки и соответствующие им коэффициенты трения приведены в таблице 8.2.

**Таблица 8.2 — Коэффициенты трения для расчета соединений на высокопрочных болтах**

Способ обработки соединяемых поверхностей	Регулирование натяжения болтов по	Коэффициент трения $\mu$
Дробеметный или дробеструйный двух поверхностей без консервации	M $\alpha$	0,58 0,58
Дробеметный или дробеструйный двух поверхностей с консервацией (металлизацией распылением цинка или алюминия)	M $\alpha$	0,5 0,5
Одна поверхность — дробью с консервацией полимерным клеем и посыпкой карборундовым порошком, другая — стальными щетками без консервации	M $\alpha$	0,5 0,5
Газопламенный двух поверхностей без консервации	M $\alpha$	0,42 0,42
Стальными щетками двух поверхностей без консервации	M $\alpha$	0,35 0,35
Без обработки	M $\alpha$	0,25 0,25
<i>Примечание</i> — M означает регулирование по моменту закручивания, $\alpha$ — по углу поворота гайки.		

**8.8.5** В соединениях, где число высокопрочных болтов принято конструктивно, в проектной документации допускается предусматривать соединение без специальной обработки. Соприкасающиеся поверхности таких соединений следует очищать аналогично очистке соприкасающихся поверхностей соединений на болтах нормальной прочности без контролируемого натяжения.

**8.8.6** Обработку соприкасающихся поверхностей стальными щетками (вручную или с помощью ручных электрических машин) следует применять в тех случаях, когда проектной документацией предусматривается коэффициент трения  $\mu \leq 0,35$ . Перед обработкой щетками с поверхности следует удалить маслянистые загрязнения при помощи растворителя. Обработку следует производить без полировки поверхности.

**8.8.7** Газопламенная (огневая) обработка допускается при толщине металла не менее 5 мм. Газопламенную (огневую) обработку соприкасающихся поверхностей деталей конструкции следует производить специальными многопламенными ацетиленовыми горелками. Перегрев металла при огневой обработке не допускается.

После огневой обработки отставшая окалина и продукты сгорания (шлак) должны быть удалены с поверхности мягкой проволочной, а затем волосной щетками. Применение ветоши для очистки не допускается из-за возможности засаливания поверхности. Очищенная поверхность должна быть темной, без металлического блеска.

**8.8.8** При сборке соединений перепад поверхностей (депланация) стыкуемых деталей не должен превышать 0,5 мм.

Перепад поверхностей св. 0,5 до 3 мм должен быть ликвидирован механической обработкой путем образования плавного скоса с уклоном не круче 1:10.

При перепаде св. 3 мм необходимо устанавливать прокладки требуемой толщины, обработанные тем же способом, что и детали соединения. Применение прокладок необходимо согласовать с организацией-разработчиком проектной документации.

**8.8.9** Соединения на высокопрочных болтах с контролируемым натяжением собирают аналогично соединениям на болтах без контролируемого натяжения. Число фиксирующих пробок определяют расчетом на действие монтажных нагрузок, но их должно быть не менее 10 % при количестве отверстий 20 и более и не менее двух — при меньшем количестве отверстий.

Разность номинальных диаметров отверстий и болтов указывают в чертежах КМ и КМД. В собранном пакете, зафиксированном пробками, допускается чернота (несовпадение отверстий), не препятствующая свободной, без перекоса, установке болтов. Калибр диаметром на 0,5 мм больше номинального диаметра болта должен пройти в 100 % отверстий каждого соединения.

Допускается прочистка отверстий плотно стянутых пакетов сверлом, диаметр которого равен номинальному диаметру отверстия, при условии, что чернота не превышает разницы номинальных диаметров отверстия и болта.

Применение воды, эмульсий и масла при прочистке отверстий запрещается.

**8.8.10** К выполнению соединений на высокопрочных болтах с контролируемым натяжением допускаются рабочие, прошедшие специальное обучение, подтвержденное соответствующим удостоверением.

Подготовку, сборку и закрепление монтажных соединений на высокопрочных болтах с контролируемым натяжением следует производить под руководством лица, назначенного приказом организации, производящей монтаж, ответственным за выполнение этого вида соединения на объекте.

**8.8.11** Перед установкой болты, гайки и шайбы должны быть подготовлены.

При всех способах подготовки на таре, куда уложены подготовленные болты, гайки и шайбы, должны быть указаны:

- их типоразмер и количество;
- дата обработки и срок хранения;
- номера сертификатов и партий.

**8.8.12** Под головку высокопрочного болта и высокопрочную гайку должно быть установлено по одной шайбе по ГОСТ 22355. Допускается при разности диаметров отверстия и болта не более 4 мм установка одной шайбы только под элемент (гайку или головку болта), вращение которого обеспечивает натяжение болта.

**8.8.13** Порядок натяжения болтов сдвигоустойчивых соединений должен исключать образование неплотностей в стягиваемых пакетах и осуществляется от середины соединения к его краям, если другой порядок не предусмотрен в проектной документации.

Натяжение болтов фланцевых соединений следует выполнять от наиболее жесткой зоны (жестких зон) соединения к его краям.

**8.8.14** Заданное в проектной документации натяжение болтов следует обеспечивать затяжкой гайки, вращением головки болта до расчетного момента закручивания либо поворотом гайки на определенный угол.

Допускается применение других способов натяжения болтов, гарантирующих получение заданного усилия натяжения. Способ натяжения болтов должен быть указан в специальных технических условиях, в чертежах металлических конструкций (марки КМ).

**8.8.15** Динамометрические ключи для натяжения и контроля натяжения высокопрочных болтов необходимо тарировать не реже 1 раза в смену при отсутствии механических повреждений, а также после каждой замены контрольного прибора или ремонта ключа. Ключи должны быть пронумерованы, а результаты тарировки занесены в журнал.

**8.8.16** Расчетный момент закручивания  $M$ , Н·м (кгс·м), необходимый для натяжения болта, следует определять по формуле

$$M = KPd, \quad (8.1)$$

где  $K$  — среднее значение коэффициента закручивания, установленное для каждой партии болтов в сертификате изготовителя либо определяемое на монтажной площадке с помощью контрольных приборов в соответствии с требованиями ГОСТ 22356;

$P$  — расчетное натяжение болта, заданное в рабочих чертежах, Н (кгс);

$d$  — номинальный диаметр болта, м.

**8.8.17** Натяжение болтов с регулировкой усилий по величине крутящего момента следует осуществлять поэтапно. Сначала болты необходимо затянуть на 50 %–80 % расчетного усилия для обеспечения плотности пакета. Затем болты должны быть дотянуты до полного расчетного усилия динамометрическими ключами статического действия с контролем натяжения по величине прикладываемого крутящего момента.

**8.8.18** Натяжения болтов фланцевых соединений следует осуществлять вращением гайки до расчетного момента закручивания. Болты должны быть натянуты до усилий, указанных в рабочих чертежах.

**8.8.19** Гайки, затянутые до расчетного крутящего момента или поворотом на определенный угол, дополнительно ничем закреплять не следует.

**8.8.20** Фактический момент закручивания должен быть не менее расчетного, определенного по формуле (8.1), и не превышать его более чем на 20 % для сдвигустойчивых соединений и на 10 % для фланцевых соединений. Отклонение угла поворота гайки допускается в пределах  $\pm 30^\circ$ .

**8.8.21** Щуп толщиной 0,3 мм не должен входить в зазоры между деталями соединения. Щуп толщиной 0,1 мм не должен проникать в зону радиусом 40 мм от оси болта после затяжки всех болтов фланцевого соединения до проектного усилия.

**8.8.22** После окончания натяжения всех болтов в соединении старший рабочий-сборщик (бригадир) обязан в предусмотренном месте поставить клеймо (присвоенный ему номер или знак), и соединение предъявляется для контроля.

**8.8.23** После контроля натяжения и приемки соединения все наружные поверхности стыков, включая головки болтов, гайки и выступающие из них части резьбы болтов должны быть очищены, огрунтованы, окрашены, а щели в местах перепада толщин и зазоры в стыках зашпатлеваны.

**8.8.24** Все работы по натяжению и его контролю следует регистрировать в журнале выполнения соединений на болтах с контролируемым натяжением согласно приложению В.

## **8.9 Сборка и закрепление монтажных соединений на высокопрочных дюбелях и самонарезающих винтах**

**8.9.1** К выполнению монтажных соединений на высокопрочных дюбелях и руководству работами допускаются лица, прошедшие обучение, подтвержденное соответствующим удостоверением.

**8.9.2** При выполнении монтажных соединений на высокопрочных дюбелях следует соблюдать инструкции по эксплуатации пороховых монтажных инструментов, регламентирующие порядок ввода их в эксплуатацию, правила эксплуатации, технического обслуживания, требования безопасности, хранения, учета и контроля пистолетов и монтажных патронов к ним.

**8.9.3** Перед началом работ по монтажу соединений на высокопрочных дюбелях следует осуществлять контрольную пристрелку для уточнения мощности выстрела (номера патрона).

**8.9.4** Расстояние от оси дюбеля до края опорного элемента должно быть не менее 10 мм в любом направлении.

При установке рядом двух дюбелей минимальное расстояние между ними определяется условием расположения стальных шайб впритык друг к другу.

**8.9.5** Установленный дюбель должен плотно прижимать шайбу к закрепляемой детали, а закрепляемую деталь — к опорному элементу. Цилиндрическая часть стержня дюбеля не должна выступать над поверхностью стальной шайбы.

**8.9.6** При выполнении соединений на самонарезающих винтах под их головки следует устанавливать металлические уплотнительные шайбы.

**8.9.7** Самонарезающие винты должны быть завернуты так, чтобы их головки плотно прилегали к шайбам, а нарезная цилиндрическая часть (стержень) выступала с тыльной стороны опорного элемента не менее чем на одну нитку резьбы.

**8.9.8** В случае некачественной постановки самонарезающего винта (срез стержня, обрыв головки, неплотная посадка и т. п.) рядом, на расстоянии не менее пяти диаметров стержня и не более 60 мм, устанавливают новый винт. В тех случаях, когда можно рассверлить старое отверстие, ставится винт большего диаметра.

## **8.10 Предварительное напряжение конструкций**

**8.10.1** Стальные канаты, применяемые в качестве натягающих элементов, должны быть перед изготовлением элементов вытянуты усилием, равным 0,6 разрывного усилия каната в целом, указанным в соответствующем ТНПА, и выдержаны под этой нагрузкой в течение 20 мин.

**8.10.2** Предварительное напряжение гибких элементов следует выполнять не менее чем в два этапа: напряжение до 50 % проектного с выдерживанием в течение 10 мин для осмотра и контрольных замеров и напряжение до 100 % проектного.

Предельные отклонения напряжений на каждом этапе —  $\pm 5\%$ .

В предусмотренных проектной документацией случаях напряжение может быть выполнено до проектного значения с большим числом этапов.

**8.10.3** Значения усилий и деформаций, предельные отклонения конструкций, натягаемых гибкими элементами, должны быть приведены в проектной документации.

**8.10.4** В предварительно напряженных конструкциях запрещается приварка деталей в местах, не предусмотренных в рабочих чертежах, в том числе сварка около мест примыкания натягающих элементов.

**8.10.5** Для натяжения гибких элементов и их испытания следует использовать стенды с якорями или балкой.

Натяжные приспособления для гибких элементов должны иметь паспорт изготовителя с данными об их тарировке.

**8.10.6** Проверку напряженного состояния конструкций следует проводить во время монтажа при всех промежуточных и окончательном положениях конструкций.

**8.10.7** Контроль предварительного напряжения конструкций, выполняемого методом предварительного выгиба (поддомкрачивание, изменение положения опор и др.), необходимо осуществлять нивелированием положения опор и геометрической формы конструкции. Предельные отклонения должны быть указаны в проектной документации.

**8.10.8** Значения предварительного напряжения конструкций и результаты контроля необходимо регистрировать в журнале по монтажу строительных конструкций.

## **8.11 Монтаж стальных конструкций одноэтажных и многоэтажных зданий**

**8.11.1** При возведении каркасов зданий необходимо соблюдать следующую очередность установки конструкций:

— установить первыми в каждом ряду на участке между температурными швами колонны, между которыми расположены вертикальные связи, закрепить их фундаментными болтами, а также расчалками, если они предусмотрены в ППР;

— раскрепить первую пару колонн связями и подкрановыми балками (в зданиях без подкрановых балок — связями и распорками);

— в случаях, когда такой порядок невыполним, первую пару монтируемых колонн следует раскрепить согласно ППР;

— установить после каждой очередной колонны подкрановую балку или распорку, а в связевой панели — предварительно связи;

— разрезные подкрановые балки пролетом 12 м следует устанавливать блоками, неразрезные — элементами, укрупненными согласно ППР;

— начинать установку конструкций покрытия с панели, в которой расположены горизонтальные связи между стропильными фермами, а при их отсутствии очередность установки должна быть указана в ППР.

**8.11.2** Укладка стального настила допускается только после приемки работ по установке, проектному закреплению всех элементов конструкций на закрываемом настилом участке покрытия и окраски поверхностей, к которым примыкает настил.

Листы профилированного настила следует укладывать и осаживать без повреждения покрытия и искажения формы.

Места установки самонарезающих винтов для крепления профилированного настила к замкнутым профилям (трубам) должны быть защищены от проникновения влаги внутрь профилей прокладками или герметизирующими составами.

**8.11.3** При поэлементном способе монтажа балки путей подвешного транспорта, а также монтажные балки для подъема мостовых кранов следует устанавливать вслед за конструкциями, к которым они должны быть закреплены, до укладки настила или плит покрытия.

**8.11.4** Отклонения фактического положения смонтированных конструкций одноэтажных зданий не должны превышать предельных допустимых значений, приведенных в таблице 8.3.

Таблица 8.3

В миллиметрах

Наименование показателя качества	Значение
<b>Колонны и опоры</b>	
Отклонение отметок опорных поверхностей колонны и опор от проектных	5
Разность отметок опорных поверхностей соседних колонн и опор в продольном и поперечном направлениях	3
Отклонение осей колонн и опор от разбивочных осей в опорном сечении	5
Отклонение осей колонн от вертикальности в верхнем сечении при длине колонн, мм:	
от 4000 до 8000 включ.	10
св. 8000 “ 16 000 “	12
“ 16 000 “ 25 000 “	15
“ 25 000 “ 40 000 “	20
Стрела прогиба (кривизна) колонны, опоры и связи по колоннам	0,0013 расстояния между точками закрепления, но не более 15
Односторонний зазор между фрезерованными поверхностями в стыках колонн	0,0007 поперечного размера сечения колонны; при этом площадь контакта должна составлять не менее 65 % площади поперечного сечения
<b>Фермы, ригели, балки, прогоны</b>	
Отклонение отметок опорных узлов от проектных	10
Отклонение осей ферм, балок, ригелей от осей на оголовках колонн из плоскости рамы	15
Стрела прогиба (кривизна) между точками закрепления сжатых участков пояса фермы, балки и ригеля	0,0013 длины закрепленного участка, но не более 15
Расстояние между осями ферм, балок, ригелей по верхним поясам между точками закрепления	15

Продолжение таблицы 8.3

Наименование показателя качества	Значение
Отклонение осей нижнего и верхнего поясов ферм относительно друг друга (в плане)	0,004 высоты фермы
Отклонение стоек фонаря и фонарных панелей от вертикальности	8
Расстояние между прогонами	5
Отклонение от симметричности опирания фермы, балки, ригеля (при длине площадки опирания 50 мм и более)	10
<b>Подкрановые балки</b>	
Отклонение оси подкрановой балки от продольной разбивочной оси	5
Отклонение опорного ребра балки от оси колонны	20
Перегиб стенки в сварном стыке	5
<b>Крановые пути<sup>1)</sup> мостовых кранов</b>	
Расстояние между осями рельсов одного пролета (по осям колонн, но не реже чем через 6 м)	10
Отклонение оси рельса от оси подкрановой балки	15
Отклонение оси рельса от прямолинейности на длине 40 м	15
Разность отметок головок рельсов в одном поперечном разрезе пролета здания: на опорах в пролете	15 20
Разность отметок подкрановых рельсов на соседних колоннах при $L$ , м ( $L$ — расстояние между колоннами): до 10 от 10	10 0,001 $L$ , но не более 15
Взаимное смещение торцов стыкуемых рельсов в плане и по высоте	2
Зазор в стыках рельсов (при температуре 0 °С и длине рельса 12,5 м); при изменении температуры на 10 °С допуск на зазор изменяется на 1,5 мм	4
<b>Крановые пути<sup>1)</sup> подвесных кранов</b>	
Разность отметок нижнего ездового пояса на смежных опорах (вдоль пути) независимо от типа крана ( $L$ — расстояние между опорами)	0,0007 $L$
Разность отметок нижних ездовых поясов соседних балок в пролетах в одном поперечном сечении двух- и многоопорных подвесных кранов: на опорах в пролете	6 10



Окончание таблицы 8.3

Наименование показателя качества	Значение
Разность отметок нижних ездовых поясов соседних балок в пролетах в одном поперечном сечении двух- и многоопорных подвесных кранов со стыковыми замками на опорах и в пролете	2
Отклонение оси балки от продольной разбивочной оси пути (для талей ручных и электрических не ограничивается)	3
<b>Профилированный настил</b>	
Отклонение длины опирания настила на прогоны в местах поперечных стыков	0; –5
Отклонение положения центров: высокопрочных дюбелей, самонарезающих винтов комбинированных заклепок:	5
вдоль настила	20
поперек настила	5
1) В соответствии с действующими правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.	

**8.11.5** При монтаже многоэтажных зданий конструкции следует устанавливать поярусно. Работы на следующем ярусе следует начинать только после проектного закрепления всех конструкций нижележащего яруса.

Бетонирование монолитных перекрытий может отставать от установки и проектного закрепления конструкций не более чем на пять ярусов при условии обеспечения прочности и устойчивости смонтированных конструкций.

**8.11.6** Отклонения фактического положения элементов конструкций и блоков многоэтажных зданий не должны превышать предельно допустимых значений, указанных в таблице 8.4.

Таблица 8.4

В миллиметрах

Наименование показателя качества	Значение
Отклонение отметок опорной поверхности колонн от проектной отметки	5
Разность отметок опорных поверхностей соседних колонн	3
Отклонение осей колонн в нижнем сечении от разбивочных осей при опирании на фундамент	5
Отклонение совмещения рисков геометрических осей колонн в верхнем сечении с рисками разбивочных осей при длине колонн, мм:	
до 4000 включ.	12
св. 4000 “ 8000 “	15
“ 8000 “ 16 000 “	20
“ 16 000 “ 25 000 “	25
Разность отметок верха колонн каждого яруса	$0,5n + 9$
Отклонение оси ригеля, балки от оси колонн	8
Отклонение расстояния между осями ригелей и балок в середине пролета	10

Окончание таблицы 8.4

Наименование показателя качества	Значение
Разность отметок верха смежных ригелей	15
Разность отметок верха ригеля по его концам	0,001L, но не более 15
Отклонение зазора между фрезерованными поверхностями в стыке колонн	По таблице 7.2
<i>Примечание</i> — Обозначения, принятые в таблице: <i>n</i> — порядковый номер яруса колонн; <i>L</i> — длина ригеля.	

## 8.12 Монтаж конструкций транспортерных галерей

**8.12.1** Предельные отклонения размеров собранных блоков не должны превышать значений, указанных в таблице 8.1.

**8.12.2** Эллиптичность цилиндрических оболочек (труб) при наружном диаметре  $D$  не должна превышать  $0,005D$ .

**8.12.3** Пролетные строения транспортерных галерей следует устанавливать блоками, включающими по возможности ограждающие конструкции и рамы для транспортеров.

Установку блоков пролетных строений необходимо осуществлять в такой последовательности, чтобы в любой период монтажа была обеспечена устойчивость (неизменяемость) смонтированной части галереи в продольном направлении.

**8.12.4** Многопролетные транспортерные галереи следует устанавливать в направлении от анкерной (неподвижной) опоры к качающейся (подвижной).

**8.12.5** Предельные отклонения положения колонн и пролетных строений не должны превышать значений, приведенных в таблице 8.5.

Таблица 8.5

В миллиметрах

Наименование показателя качества	Значение
Отклонение отметок опорных поверхностей колонн от проектных	5
Отклонение осей колонн в нижнем сечении от разбивочных осей на фундаменте	5
Отклонение отметок поверхностей опорных плит пролетных строений	15
Отклонение оси пролетного строения от осей колонн:	
в плоскости	20
из плоскости	8

## 8.13 Монтаж конструкций резервуаров

**8.13.1** Требования настоящего подраздела распространяются на монтаж конструкций вертикальных сварных цилиндрических резервуаров для нефти и нефтепродуктов объемом до  $50\,000\text{ м}^3$  и высотой стенки до 18 м и резервуаров водонапорных башен с баками объемом до  $3600\text{ м}^3$ .

**8.13.2** До начала монтажа конструкции резервуаров должны быть проведены контроль и приемка:

- разбивка осей с обозначением центра основания;
- разбивка отметок поверхностей основания и фундамента, соответствие толщин и технологического состава гидроизоляционного слоя проектным, а также степень его уплотнения;
- обеспечение отвода поверхностных вод от основания;
- обеспечение отвода фундаментов под шахтную лестницу.

**8.13.3** Отклонения фактических размеров оснований и фундаментов для резервуарных конструкций от проектных не должны превышать значений, приведенных в таблице 8.6.

Таблица 8.6

В миллиметрах

Наименование показателя качества	Значение для			
	резервуаров объемом, м <sup>3</sup>			водонапорных башен
	100–700	1000–5000	10 000–50 000	
Отклонение отметки центра основания при:				
плоском основании	0; +20	0; +30	0; +50	—
с подъемом к центру	0; +40	0; +50	0; +60	—
с уклоном к центру	0; –40	0; –50	0; –60	—
Отклонение отметок поверхности основания по периметру, определяемых в зоне расположения крайков	±10	±15	—	—
Разность отметок любых несмежных точек основания	20	25	—	—
Отклонение отметок поверхности кольцевого фундамента	—	—	±8	—
Разность отметок любых несмежных точек кольцевого фундамента	—	—	15	—
Отклонение ширины кольцевого фундамента (по верху)	—	—	+50; 0	—
Отклонение наружного диаметра кольцевого фундамента	—	—	+60; –40	—
Отклонение толщины гидроизоляционного слоя на бетонном кольце в месте расположения стенки резервуара	—	—	±5	—
Отклонение расстояний между разбивочными осями фундаментов под ветви опор:				
смежными	—	—	—	±3
любыми другими	—	—	—	±5
Разность отметок опорных поверхностей колонн	—	—	—	В соответствии с таблицей 8.3
Отклонение центра опоры в верхнем сечении относительно центра уровня фундаментов при высоте опоры, м:				
до 25 включ.	—	—	—	25
св. 25	—	—	—	0,001 высоты, но не более 50
Отклонение отметок опорного контура водонапорного бака от горизонтали до заполнения водой:				
смежных точек на расстоянии до 6 м	—	—	—	±5
любых других точек	—	—	—	±10

**8.13.4** Монтаж резервуаров с днищем, состоящим из центральной рулонизированной части и крайков, следует начинать со сборки и сварки кольца крайков. Раскладку крайков следует производить на заранее размеченное песчаное основание.

При монтаже резервуаров объемом более 20 000 м<sup>3</sup> крайки следует укладывать по радиусу, превышающему проектный радиус на 15 мм (величину усадки кольца крайков после сварки). В местах опирания стенки радиальные сопряжения крайков следует сваривать встык.

**8.13.5** Собранное кольцо крайков не должно иметь изломов в стыках крайков, прогибов и выпуклостей, перепадов по горизонтали.

**8.13.6** Сборка и сварка центральной части днища производится после окончания работ по сборке и сварке крайков.

**8.13.7** Центр резервуара следует зафиксировать приваркой шайбы после окончания сборки и сварки днища, а также нанести на днище разбивочные оси резервуара.

**8.13.8** При монтаже рулонированных стенок следует обеспечить их устойчивость, а также не допускать деформирования днища и нижней кромки полотнища стенок.

**8.13.9** Развертывание рулонов высотой 18 м следует производить участками длиной не более 2 м; высотой менее 18 м — участками длиной не более 3 м.

На всех этапах развертывания рулона необходимо исключить возможность самопроизвольного перемещения витков рулона под действием сил упругости.

**8.13.10** Вертикальность стенки резервуара, не имеющего верхнего кольца жесткости, в процессе развертывания следует контролировать не реже чем через 6 м, а резервуара, имеющего кольцо жесткости, — при установке каждого очередного монтажного элемента кольца. Промежуточные кольца жесткости по высоте стенки, предусмотренные рабочими чертежами, следует поэлементно устанавливать с опережением установки элементов верхнего кольца на 5–7 м.

**8.13.11** Стенку резервуара водонапорной башни из отдельных листов следует собирать поярусно с обеспечением ее устойчивости к действию ветровых нагрузок.

**8.13.12** Геометрические параметры и отклонения фактических геометрических параметров и формы стальных конструкций резервуаров для нефти и нефтепродуктов, а также баков водонапорных башен от проектных после сборки и сварки не должны превышать значений, указанных в таблицах 8.7–8.9.

Таблица 8.7

В миллиметрах

Наименование показателя качества	Значение
<b>Днище</b>	
Отклонение отметок наружного контура в зависимости от резервуара	По таблице 7.7
Высота хлопунгов при диаметре днища, м:	
до 12 включ. (предельная площадь хлопунга 2 м <sup>2</sup> )	150
св.12 (предельная площадь хлопунга 5 м <sup>2</sup> )	180
<b>Стенка</b>	
Отклонение внутреннего диаметра на уровне днища, м:	
до 12 включ.	±40
св.12	±60
Отклонение высоты при монтаже:	
из рулонных заготовок высотой, м, до:	
12	±20
18	±25
из отдельных листов	±30
Разность отметок верхней кромки наружного вертикального кольцевого листа коробов плавающей крыши или понтона:	
для соседних коробов	30
для любых других коробов	40
Отклонение направляющих плавающей крыши или понтона от вертикали на всю высоту в радиальном и тангенциальном направлениях	25
Отклонение зазора между направляющей и патрубком плавающей крыши или понтона (при монтаже на днище)	20

Окончание таблицы 8.7

Наименование показателя качества	Значение
<b>Плавающая крыша и понтон</b>	
Отклонение наружного кольцевого листа плавающей крыши или понтона от вертикали на высоту листа	10
Отклонение зазора между наружным вертикальным кольцевым листом короба плавающей крыши или понтона и стенкой резервуара (при монтаже на днище)	10
Отклонение трубчатых стоек от вертикали при опирании на них плавающей крыши	30
<b>Крыша стационарная</b>	
Разность отметок смежных узлов верха радиальных балок и ферм на опорах	20

Таблица 8.8

Объем резервуара, м³	Разность отметок наружного контура днища, мм			
	при незаполненном резервуаре		при заполненном резервуаре	
	смежных точек на расстоянии 6 м по периметру	любых других точек	смежных точек на расстоянии 6 м по периметру	любых других точек
До 700	10	25	20	40
От 700 " 1000	15	40	30	60
" 2000 " 5000	20	50	40	80
" 10 000 " 20 000	15	45	35	75
" 30 000 " 50 000	30	60	50	100

Таблица 8.9

Объем резервуара, м³	Предельное отклонение от вертикали образующих стенки из рулонов и отдельных листов, мм											
	Номера поясов											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
От 100 до 700	10	20	30	40	45	50	—	—	—	—	—	—
От 1000 до 5000	15	25	35	45	55	60	65	70	75	80	—	—
От 10 000 до 20 000	20	30	40	50	60	70	75	80	85	90	90	90
От 30 000 до 50 000	30	40	50	60	70	75	80	85	90	90	90	90

**Примечания**

- 1 Предельные отклонения даны для стенок из листов шириной 1,5 м. В случае применения листов другой ширины предельные отклонения образующих стенки от вертикали на уровне всех промежуточных поясов следует определять интерполяцией.
- 2 Измерения следует производить для каждого пояса на расстоянии до 50 мм от верхнего горизонтального шва.
- 3 Отклонения следует проверять не реже чем через 6 м по окружности резервуара.
- 4 Результаты 75 % приведенных замеров должны удовлетворять указанным в таблице предельным значениям. Для остальных 25 % замеров допускаются предельные отклонения на 30 % больше с учетом их местного характера. При этом зазор между стенкой резервуара и плавающей крышей или понтоном должен находиться в пределах, обеспечиваемых конструкцией затвора.

**8.14 Монтаж конструкций антенно-мачтовых сооружений связи и башен вытяжных труб**

**8.14.1** Требования настоящего подраздела распространяются на монтаж мачт высотой до 500 м и башен высотой до 250 м.

**8.14.2** До начала монтажных работ следует произвести приемку фундаментов комплектно для каждой мачты или башни. Значения фактических отклонений показателей качества не должны превышать предельно допустимых значений, указанных в таблице 8.10.

Таблица 8.10

Наименование показателя качества	Значение
Отклонение расстояния между центрами фундаментов одной башни	10 мм + 0,001 проектного расстояния, но не более 25 мм
Отклонение фактического угла наклона к горизонту оси тяги анкера от проектного положения	0°; –4°
Угол между фактическим направлением оси тяги анкера и направлением оси мачты	1°
Отклонение отметок плиты центрального фундамента мачты и фундамента башни от проектных отметок	10 мм
Разность отметок опорных плит под пояса башни	0,0007 базы, но не более 5 мм
Отклонение расстояния между центром мачты и осью проушины анкерного фундамента	150 мм
Отклонение отметки оси проушины анкерного фундамента мачты	50 мм
Угол между разбивочной осью и направлением центра проушины тяги анкера	1°

**8.14.3** Наличие и геометрическое положение закладных деталей для крепления монтажных устройств также подлежит проверке при приемке фундаментов.

**8.14.4** Опорные башмаки следует бетонировать после установки, выверки и закрепления первого яруса башни.

Опорные фундаментные плиты и опорные секции мачт должны быть забетонированы после их выверки и закрепления до установки первой секции ствола мачты.

Работы по бетонированию следует оформлять актами приемки работ.

**8.14.5** Монтаж мачт и установку секций башен следует начинать после достижения бетоном прочности, указанной в проектной документации.

**8.14.6** Стальные канаты оттяжек должны сопровождаться сертификатами изготовителя, а изоляторы, в том числе входящие в состав оттяжек, — актами механических испытаний.

**8.14.7** В случае изготовления и испытания оттяжек на монтажной площадке перемещение оттяжек от испытательного стенда следует выполнять без их сворачивания.

Оттяжки, изготовленные и испытанные изготовителем, к месту монтажа при диаметре каната до 42 мм и длине до 50 м допускается перевозить в бухтах с внутренним диаметром 2 м, при длине более 50 м — намотанными на барабаны диаметром 2,5 м, а при диаметре канатов более 42 мм — на барабаны диаметром 3,5 м.

**8.14.8** Поступающие на объект конструкции башен и мачт должны пройти контрольную сборку на заводе-изготовителе, что должно быть отражено в сертификате изготовителя.

**8.14.9** Мачты с опорными изоляторами необходимо монтировать на временной опоре (предусмотренной чертежами КМ) с последующим подведением изоляторов после монтажа всей мачты.

**8.14.10** С целью проверки прямолинейности или проектного угла перелома осей сопрягаемых секций, а также совпадения плоскостей фланцев и отверстий в них для болтов следует предварительно, до подъема секций башен и мачт, производить последовательную сборку смежных монтажных элементов.

В стянутом болтами фланцевом стыке щуп толщиной 0,3 мм не должен доходить до наружного диаметра трубы пояса на 20 мм по всему периметру, а местный зазор у наружной кромки по окружности фланцев не должен превышать 3 мм.

**8.14.11** До подъема очередной секции башни или мачты заглушки труб в верхних концах должны быть залиты битумом Б4 в уровень с плоскостью фланца. После закрепления секций в проектном положении все наружные поверхности стыков фланцевых соединений должны быть очищены, огрунтованы, окрашены, а щели в местах перепада толщины и зазоры в стыках зашпатлеваны.

Выполнение данных работ должно быть оформлено актом освидетельствования скрытых работ.

**8.14.12** Натяжные приспособления для оттяжек в мачтовых сооружениях и преднапряженные раскосы решетки в башнях должны сопровождаться паспортами с документами о тарировке измерительного прибора.

**8.14.13** Для придания мачтовой конструкции устойчивости в процессе монтажа следует между ярусами постоянных оттяжек устанавливать временные расчалки в соответствии с ППР.

Установка секций ствола мачты, расположенных выше места крепления постоянных оттяжек и временных расчалок, допускается только после полного проектного закрепления и монтажного натяжения оттяжек нижележащего яруса.

**8.14.14** Все постоянные оттяжки и временные расчалки каждого яруса необходимо подтягивать к анкерным фундаментам и натягивать до заданной величины одновременно с одинаковой скоростью и усилием.

**8.14.15** Усилие монтажного натяжения в оттяжках мачтовых опор (сооружений)  $N$  при температуре воздуха во время производства работ следует определять по формулам:

$$N = N_c - \frac{(N_c - N_1) \cdot (T - T_c)}{40} \text{ при } T > T_c, \quad (8.2)$$

$$N = N_c + \frac{(N_2 - N_c) \cdot (T_c - T)}{40} \text{ при } T < T_c, \quad (8.3)$$

где  $N_1$  — натяжение при температуре на 40 °С выше среднегодовой температуры;

$N_2$  — натяжение при температуре на 40°С ниже среднегодовой температуры;

$N_c$  — натяжение при среднегодовой температуре воздуха в районе установки мачты;

$T_c$  — среднегодовая температура воздуха в районе установки мачты; определяют по данным гидрометеорологической службы;

$T$  — температура воздуха во время натяжения оттяжек мачты.

#### Примечания

1  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_c$  необходимо указать в чертежах КМ.

2 В чертежах КМ за среднегодовую температуру условно принимают  $t = 0$  °С.

**8.14.16** Выверку мачт следует производить после демонтажа монтажного крана, без подвешенных антенных полотен, при скорости ветра не более 10 м/с в уровне верхнего яруса оттяжек.

**8.14.17** При монтаже башен вытяжных труб методом подрачивания совместная выдвигка призматической части башни с газоотводящим стволом производится только в том случае, если это оговорено в проектной документации.

**8.14.18** Скорость ветра при выдвигке не должна превышать 7 м/с на отметке 10 м.

**8.14.19** Отклонения смонтированных конструкций мачт и башен от проектного положения не должны превышать предельно допустимых значений, указанных в таблице 8.11.

Таблица 8.11

Наименование показателя качества	Значение
Отклонение оси ствола от проектного положения, мм: башни объектов связи	0,001 высоты выверяемой точки над фундаментом
башни вытяжных труб (одно- и многоствольные)	0,003 высоты выверяемой точки над фундаментом
Отклонение оси ствола мачты, мм	0,0007 высоты выверяемой точки над фундаментом

Окончание таблицы 8.11

Наименование показателя качества	Значение
Монтажное натяжение оттяжек мачт, %	8
Разница между максимальным и минимальным значениями натяжения оттяжек одного яруса после демонтажа монтажного крана, %	10

## 9 Монтаж деревянных конструкций

### 9.1 Общие положения

#### 9.1.1 При сборке конструкций необходимо соблюдать следующие требования:

- отверстия под крепежные изделия — сверлить только в предварительно закрепленном пакете; места сверления следует размечать по шаблону;
- диаметры отверстий под рабочие болты и нагели — не более диаметра стержней; диаметры отверстий под стяжные болты и шпильки не должны превышать диаметры стержней более чем на 1 мм;
- диаметры отверстий под шурупы — 0,7 диаметра резьбы;
- длина защемления шурупа в древесине — не менее четырех диаметров; заворачивать шурупы в древесину следует до отказа, забивка шурупов не допускается;
- в гвоздевых соединениях диаметр гвоздей должен составлять не более 0,25 толщины пробиваемого элемента; под гвозди диаметром 6 мм и более необходимо сверлить отверстия диаметром, не превышающим 0,8 диаметра гвоздя; забивать гвозди следует по шаблону, под прямым углом к древесине (за исключением Т-образных соединений); при встречной забивке гвозди не должны пробивать соединяемый пакет насквозь, при сквозной забивке выступающие концы гвоздей необходимо загнать поперек волокон древесины; шляпки гвоздей должны быть заподлицо с поверхностью древесины;
- количество гвоздей и шурупов в соединении должно соответствовать требованиям проектной документации и должно быть не менее двух; расстояние от крайнего гвоздя или шурупа до торца любого элемента в соединении вдоль волокон должно быть не менее 15 диаметров, расстояние до кромки элемента поперек волокон — не менее четырех диаметров; не допускается забивка гвоздей и заворачивание шурупов в увлажненную и мерзлую древесину, а также в сучки и трещины;
- не допускается ослабление кромок стыкуемых элементов за счет смятия и других повреждений;
- металлические зубчатые пластины необходимо устанавливать в узлах конструкций симметрично по отношению ко всем стыкуемым элементам; площади, перекрываемые пластинами на каждом из соединяемых элементов, должны составлять не менее 50 см<sup>2</sup>; расстояние от кромок и обреза торцов элементов до крайних зубьев пластин должно составлять не менее 10 мм, вдавливание зубьев пластин в древесину должно быть на всю их глубину, примыкание пластин к древесине должно быть плотным по всей площади.

**9.1.2** Соединение элементов в пакетах должно быть плотным по всей площади примыкания, зазоры между элементами не допускаются.

**9.1.3** При производстве работ в зимний период необходимо тщательно очищать конструкции, элементы, опоры, сопряжения и стыки от снега, инея и наледи.

**9.1.4** Особенности выполнения работ в холодный период должны быть указаны в проектной документации и ППР.

**9.1.5** Стальные изделия, применяемые для сборки и крепления конструкций, должны быть предварительно защищены от коррозии по всей поверхности в соответствии с ТНПА, гвозди и проволока должны быть оцинкованными.

**9.1.6** Сведения о производстве работ необходимо ежедневно вносить в журнал работ по монтажу строительных конструкций в соответствии с СН 1.03.04. В процессе монтажа конструкций необходимо выполнять исполнительную геодезическую съемку с составлением исполнительных схем, составлять акты освидетельствования скрытых работ и акты промежуточной приемки ответственных конструкций.

**(Измененная редакция, Изм. № 2)**

**9.1.7** При монтаже конструкций следует соблюдать требования по технике безопасности в строительстве и пожарной безопасности, установленные в ТНПА.

**9.1.8** В течение монтажа конструкций до окончания возведения здания следует осуществлять контроль за их состоянием, в частности образование трещин, влажность древесины, состояние защитных покрытий.



## 9.2 Производство монтажных работ

**9.2.1** Монтаж зданий и сооружений следует осуществлять по захваткам, включая последовательное возведение несущих и ограждающих конструкций.

**9.2.2** Монтаж конструкций зданий или сооружений следует начинать с пространственно устойчивой части (связевой ячейки), что должно быть указано в проектной документации, ПОС и ППР.

**9.2.3** Монтаж конструкций каждого вышележащего этажа (яруса) многоэтажного здания следует производить после проектного закрепления всех монтажных элементов нижележащего этажа.

**9.2.4** Несущие конструкции зданий следует монтировать в максимально укрупненном виде. Укрупнительную сборку конструкций с затяжкой необходимо производить только в вертикальном положении, без затяжки — в горизонтальном положении.

**9.2.5** Смонтированные конструкции должны иметь изоляцию при контакте с грунтом основания, кирпичной кладкой, монолитным бетоном и т. п., предусмотренную проектной документацией.

**9.2.6** Допуски и отклонения, характеризующие точность монтажа конструкций, точность геометрических параметров зданий и их элементов назначаются в проектной документации в зависимости от заданного класса точности.

**9.2.7** Монтаж конструкций необходимо производить с соблюдением требований, приведенных в таблице 9.1.

Таблица 9.1

В миллиметрах

Наименование показателя качества	Значение
Отклонение нижних граней балок перекрытий от горизонтальности: на 1 м длины балки на всю длину	$\pm 2$ $\pm 10$
Отклонение от прямолинейности поясов ферм и балок	$\pm 10$
Отклонение расстояний между осями конструкций	$\pm 20$
Отклонение несущих конструкций от вертикальности	$\pm 5$ % высоты конструкции
Отклонение осей колонн, стоек, полурам, полуарок от разбивочных осей в опорном сечении	$\pm 10$
Отклонение глубины врубок от указанной в проектной документации	$\pm 2$
Отклонение расстояний между центрами болтов, нагелей, шпонок в соединениях относительно проектных: для входных отверстий то же поперек волокон то же вдоль волокон	$\pm 2$ 2 % толщины пакета, но не менее 5 4 % толщины пакета, но не более 10
Отклонение расстояний между центрами гвоздей со стороны забивки в гвоздевых соединениях	$\pm 2$
Отклонение граней венцов рубленых стен от горизонтальности на 1 м длины и стен перегородок от вертикальности на 1 м высоты	$\pm 3$

**9.2.8** При установке деревянных колонн, стоек, стропильных конструкций, балок перекрытий и т. п. и при стыковке их элементов торцы сопрягаемых конструкций должны плотно примыкать друг к другу. Величина зазора в стыках не должна превышать 1 мм. Сквозные щели не допускаются.

**9.2.9** Конструкции должны быть защищены от увлажнения, гниения, коррозии и возгорания составами, указанными в проектной документации.

**9.2.10** Способы и средства крепления конструкций (хомуты, болты, нагели, гвозди и др.) принимают в соответствии с проектной документацией и с учетом положений СП 5.05.01.

**9.2.11** Диаметры отверстий для крепления конструкций принимают с учетом положений СП 5.05.01 и в соответствии с требованиями настоящих строительных норм.

**9.2.10, 9.2.11 (Измененная редакция, Изм. № 2)**

**9.2.12** При использовании электросварки для средств крепления деревянных конструкций сварку закладных деталей необходимо производить циклами продолжительностью не более 1,5 мин с последующим полным охлаждением металла.

**9.2.13** При монтаже колонн, стоек, рам и арок необходимо соблюдать следующие требования:

— монтаж колонн, стоек, рам и арок производится после измерительного контроля соответствия планового и высотного положения фундаментов и нанесения изоляционных покрытий на опорные части деревянных конструкций согласно проектной документации;

— проектное положение конструкций следует выверять по продольным и поперечным осям здания или сооружения, а также по нивелировочным отметкам;

— ригели полурам и концы полуарок следует временно опирать на передвижную монтажную вышку, которая остается под коньковыми узлами до окончания монтажа и проектного закрепления всей рамы или арки;

— связи и прогоны, соединяющие колонны, стойки, рамы и арки, следует монтировать вслед за конструкциями каркаса, если другая очередность не указана в проектной документации и ППР.

**9.2.14** При монтаже стропильных ферм и балок необходимо соблюдать следующие требования:

— стропильные фермы и балки монтируют только после проектного закрепления и обеспечения пространственной устойчивости колонн или подготовки в соответствии с проектной документацией мест опирания в стенах здания и их приемки. На опорные части ферм и балок должны быть нанесены изоляционные покрытия согласно проектной документации;

— первая смонтированная в пролете стропильная конструкция крепится в коньке расчалками, последующие конструкции крепятся к ранее смонтированным конструкциям временными распорками. Расчалки и временные распорки снимаются после монтажа проектных элементов жесткости, обеспечивающих пространственную устойчивость стропильных конструкций;

— стропильные фермы собираются со строительным подъемом нижнего пояса, значение которого должно быть указано в проектной документации и должно составлять не менее 1/200 пролета фермы;

— фермы и балки необходимо сразу перекрывать плитами покрытия;

— глубина опирания стропильных конструкций на колонны и другие опоры должна быть указана в проектной документации. Торцы ферм и балок должны отстоять от каменных и бетонных стен не менее чем на 30 мм и должны быть отделены от стен теплоизоляционными вкладышами. Глухая заделка опорных частей стропильных ферм и балок в каменные и бетонные стены не допускается.

**9.2.15** При монтаже плит покрытия необходимо соблюдать следующие требования:

— плиты покрытия необходимо монтировать в одном потоке со стропильными конструкциями;

— глубина опирания плит на несущие конструкции должна соответствовать требованиям проектной документации и должны быть 55 мм. Расстроповка плит допускается только после закрепления обоих концов на опорах;

— между уложенными плитами должны быть выдержаны зазоры, указанные в проектной документации, заполняемые в процессе монтажа. При монтаже плит покрытия не допускается смятие, загрязнение и увлажнение утеплителя.

**9.2.16** При монтаже стеновых панелей необходимо соблюдать следующие требования:

— стеновые панели устанавливают по отметкам, наносимым на конструкции каркаса здания;

— наружные поверхности стеновых панелей должны быть в одной плоскости, перепады между панелями не допускаются.

**9.2.17** При монтаже междуэтажных и чердачных перекрытий необходимо соблюдать следующие требования:

— перед монтажом балок и брусьев перекрытий необходимо выполнить разбивку осей на опорах и обеспечить проектное положение опор в стенах здания;

— балки и брусья необходимо укладывать по стенам с опиранием концов согласно требованиям проектной документации с обязательной анкерровкой, при этом длина участка опирания должна составлять не менее 200 мм. Торцы элементов должны отстоять от стен не менее чем на 30 мм и отделяться от стен теплоизоляционными вкладышами. Глухая заделка концов балок и брусьев не допускается. Концы балок и брусьев, опирающиеся на каменные стены, должны быть обработаны антисептирующим составом на длину не менее 750 мм со всех сторон и обернуты изоляционным материалом на негниющей основе;

— настил по балкам и брусьям следует укладывать после их выверки и закрепления.

**9.2.18** Монтаж зданий с каркасными стенами выполняется в следующей последовательности:

- устройство цокольного перекрытия по гидроизоляции с элементами обвязки под каркасные стены; углы обвязки должны быть 90 °;
- монтаж каркасов продольных наружных стен;
- устройство обвязки внутренних стен;
- монтаж каркасов торцевых наружных стен;
- крепление стен к нижней обвязке и между собой;
- устройство верхней обвязки;
- сборка междуэтажных и чердачного перекрытий;
- обшивка каркасов досками и закладка утеплителя в стены;
- устройство крыши.

**9.2.19** При монтаже бревенчатых и брусчатых срубов необходимо соблюдать следующие требования:

- бревна и брусья укладывают в стены срубов горизонтальными рядами (венцами) с соединением в углах врубками «в чашку» или «в лапу». Венцы соединяют между собой в паз, а также с применением вставных нагелей (шипов);
- нижние (окладные) венцы срубов антисептируются по всей поверхности бревен и брусьев;
- для получения венцов одинакового размера по толщине бревна следует укладывать попеременно комлями в разные стороны;
- пазы между бревнами и брусьями в смежных венцах должны быть плотно законопачены;
- привязка и размеры проемов и простенков должны соответствовать проектной документации;
- в процессе возведения срубов необходимо контролировать горизонтальность венцов, вертикальность стен и простенков;
- брусчатые и бревенчатые стены следует возводить с запасом на осадку, вызванную усыханием древесины и усадкой материала для заделки швов. Запас должен составлять от 3 % до 5 % проектной высоты здания;
- все бревна и брусья в венцах стен должны быть замаркированы краской.

**9.2.20** При монтаже стропил следует соблюдать следующие требования:

- первоначально укладывают по продольным стенам мауэрлаты. При укладке по каменным стенам мауэрлаты должны быть антисептированы и изолированы от стен рулонными материалами на негниющей основе. Мауэрлаты укладывают по уровню и выверяют по горизонтали;
- нижние продольные прогоны, при контакте с каменными стенами, также должны быть обработаны и изолированы аналогично мауэрлатам;
- при монтаже центральных стоек для создания жесткости их следует временно соединять связями из досок;
- по прогонам необходимо произвести монтаж стропильных ног с врезкой торцевым упором в мауэрлат;
- первыми монтируют стропила по торцам здания, по конькам которых выверяют остальные стропила;
- способы соединения элементов стропил должны соответствовать проектной документации. При соединении на скобах их следует забивать в древесину на всю глубину. Проволочные скрутки в креплениях стропил к стенам должны охватывать стропильные ноги под прямым углом и должны быть туго натянуты;
- по стропилам следует уложить обрешетку с шагом, соответствующим требованиям проектной документации или шагу крепления материалов кровли;
- поверхности стропильных ног, являющиеся основаниями под обрешетку, должны быть ровными, без выступов. Стыковку брусков обрешетки следует выполнять вплотную и на стропильных ногах, если другие условия не оговорены в проектной документации.

## 10 Монтаж легких ограждающих конструкций

### 10.1 Общие положения

**10.1.1** Устанавливаемые конструкции до расстроповки должны быть надежно закреплены. Изделия, монтируемые вручную, также должны удерживаться в устойчивом положении до их надежного закрепления.

**10.1.2** Выверка и временное закрепление конструкций должны выполняться с помощью фиксирующих, соединительных и крепежных изделий, предназначенных для фиксации и удержания монтируемой конструкции в проектном положении.

**10.1.3** Стальные изделия, применяемые для крепления конструкций, должны быть защищены от коррозии в соответствии с ТНПА.

**10.1.4** Между верхом смонтированных перегородок и перекрытиями (покрытиями) должен оставаться зазор от 10 до 30 мм, заполняемый уплотнителем.

## **10.2 Монтаж гипсобетонных перегородок**

**10.2.1** При монтаже гипсобетонных перегородок основание и примыкающие поверхности должны быть очищены от строительных отходов, наплывов бетона и раствора.

**(Измененная редакция, Изм. № 2)**

**10.2.2** Крепление панелей перегородок к стенам и перекрытиям должно осуществляться в соответствии с требованиями проектной документации.

**10.2.3** Установку панелей перегородок следует производить на выверенные относительно монтажного горизонта маяки, изготовленные из раствора проектной марки.

**10.2.4** Постоянное закрепление панелей перегородок в проектном положении должно осуществляться после временного закрепления и проверки правильности их установки.

**10.2.5** Отклонение от совмещения продольной оси панелей перегородок в нижнем сечении с рисками разбивочных осей не должно превышать 4 мм.

**10.2.6** Отклонение от вертикали верха плоскости панелей перегородок не должно превышать 5 мм.

**10.2.7** Швы между панелями, стыки между перегородками и примыкающими поверхностями должны быть заделаны в соответствии с требованиями проектной документации.

**10.2.8** Ширина горизонтальных швов должна составлять 15 мм, вертикальных швов — 20 мм.

**10.2.9** На поверхности гипсобетонных перегородок не должно быть трещин, околлов и других повреждений.

**10.2.10** Влажность воздуха в помещении при монтаже гипсобетонных перегородок должна быть не более 70 %.

## **10.3 Монтаж каркасно-обшивных перегородок**

**10.3.1** Монтаж перегородок следует осуществлять после выполнения строительных работ, связанных с мокрыми процессами, и очистки помещений от строительных отходов.

**(Измененная редакция, Изм. № 2)**

**10.3.2** Температура воздуха в помещениях, где монтируются перегородки, должна быть не ниже 10 °С, влажность воздуха — не более 70 %. В холодное время года в помещениях, где монтируются перегородки, должно быть подключено постоянное или временное отопление.

**10.3.3** Листы обшивки должны быть без пятен, загрязнений и повреждений. Кромки листов должны быть прямоугольными и по линии реза зачищены.

**10.3.4** Стыки листов обшивки следует выполнять только на элементах каркаса.

При двухслойной обшивке каркаса стыки между листами должны располагаться вразбежку.

**10.3.5** Каркас перегородок должен быть устойчивым, листы обшивки — надежно закреплены.

**10.3.6** Способ крепления каркаса перегородок к плитам перекрытия и между собой, вид соединительных и крепежных элементов, расстояния между ними должны соответствовать проектной документации.

Крепежные элементы в местах крепления двух смежных листов необходимо располагать вразбежку.

**10.3.7** Шаг крепления нижней и верхней направляющих каркаса — от 400 до 600 мм при отсутствии соответствующих указаний в проектной документации.

**10.3.8** Расстояние между стойками каркаса должно быть не более 600 мм, при отсутствии соответствующих указаний в проектной документации.

**10.3.9** Каркас перегородок из деревянных брусков должен быть антисептирован составами, указанными в проектной документации.

**10.3.10** Крепление листов обшивки к каркасу следует производить начиная от центра и далее к краям. Винты (шурупы) необходимо устанавливать, соблюдая перпендикулярность положения их стержня к поверхности листов.

**10.3.11** При устройстве перегородок из гипсокартонных листов крепление листов обшивки к стойкам каркаса должно производиться винтами (шурупами) на расстоянии 20 мм от края обшивки, обеспечивающем сохранность кромок.

Головки крепежных винтов (шурупов) должны быть утоплены на глубину от 0,8 до 1,0 мм.

Для крепления гипсокартонных листов к деревянному каркасу применяются шурупы с потайной головкой с цинковым покрытием.

**10.3.12** Швы между листами обшивки должны быть заделаны в соответствии с проектной документацией.

**10.3.13** При монтаже каркасно-обшивных перегородок предельные отклонения показателей качества не должны превышать предельно допустимых значений, приведенных в таблице 10.1.

Таблица 10.1

В миллиметрах

Наименование показателей качества	Значение
Отклонение направляющих каркаса от разбивочных осей	3
Отклонение от проектного расстояния между осями стоек	±2
Минимальный нахлест листа обшивки на стойку: в металлическом каркасе	10
в деревянном каркасе	20
Отклонение расстояния между деталями крепления направляющих к несущим конструкциям	±5
Зазоры между звукоизоляционными плитами, а также между ними и элементами каркаса, не более	2
Отклонение размера шва между стыкуемыми листами	–1; +2
Размер углубления головки винта или шурупа в обшивку каркаса	0,5–1
Размер уступа между смежными листами обшивки вдоль шва	1
Отклонение от прямолинейности (ровность) поверхности перегородки не более двух неровностей глубиной или высотой	3
Отклонение от вертикали плоскости перегородки: на 1 м высоты	2
на всю высоту	10

#### 10.4 Монтаж стен из металлических панелей с утеплителем или способом полистовой сборки

**10.4.1** Трехслойные стены с обшивками из стального профилированного листа с утеплителем монтируются из панелей заводского изготовления типа сэндвич (далее — панелей) или способом полистовой сборки.

**10.4.2** Монтаж стен допускается выполнять с применением отдельных панелей или картами. Геометрические размеры карт должны соответствовать размерам, указанным в проектной документации.

**10.4.3** Укрупнительную сборку карт необходимо выполнять в зоне действия монтажного крана на стендах с амортизирующими подкладками для предотвращения повреждения лицевых поверхностей панелей. Предельные отклонения размеров карт должны быть указаны в проектной документации.

**10.4.4** Для строповки панелей, карт и листов обшивки следует применять траверсы с мягкими стропами, обеспечивающими геометрическую неизменяемость панелей, карт и листов при подъеме и перемещении и исключающими их повреждение.

**10.4.5** Уплотнительные прокладки и горизонтальные сливы следует крепить к панелям до их монтажа. Детали сливов стыкуют между собой с нахлесткой 50 мм.

**10.4.6** Монтаж панелей следует производить в соответствии с проектной документацией, где должны быть указаны их места расположения и маркировка. Монтаж панелей производят с их горизонтальным или вертикальным расположением.

Монтаж панелей целесообразно начинать с угла здания. Направление монтажа должно быть указано в плане раскладки панелей с учетом направления преобладающего ветра. Монтаж стен осуществляют поярусно, в направлении снизу вверх.

**10.4.7** Основание, на которое устанавливают панели, должно быть ровным и очищено от мусора и пыли.

**10.4.8** На подготовленное основание, при необходимости, по всей длине опирания панелей укладывают слой герметизирующих и теплоизоляционных материалов в соответствии с проектной документацией.

**10.4.9** Для обеспечения герметичности стыковых соединений в углубление паза панели по всей ее длине должен быть нанесен слой уплотняющего герметизирующего материала.

**10.4.10** Панели и листы должны быть надежно закреплены в соответствии с требованиями проектной документации и не иметь зыбкости. Места расположения крепежных деталей и их количество должно соответствовать проектной документации.

Крепежные детали следует устанавливать перпендикулярно поверхности панелей и чрезмерно не затягивать.

**10.4.11** На поверхности панелей и листов не должно быть трещин, вмятин, царапин и пятен, а также заметного прогиба обшивки под крепежными деталями.

**10.4.12** Стыки между панелями, стыки панелей со столярными изделиями, края технологических отверстий и проемов должны быть своевременно заделаны теплоизоляционными материалами и закрыты нащельниками.

**10.4.13** Нащельники крепят к панелям крепежными деталями, количество и места расположения которых должны соответствовать проектной документации.

**10.4.14** Все наружные нащельники должны быть уплотнены герметизирующими материалами, при этом пропуски и щели между нащельником и панелью не допускаются.

**10.4.15** Полистовую сборку стен выполняют в следующем порядке:

— крепление к фахверку внутренней обшивки;

— крепление к обшивке стенового каркаса и укладка утеплителя, с составлением акта освидетельствования скрытых работ;

— монтаж листов наружной обшивки.

Между рядами листов должна обеспечиваться ровная горизонтальная линия.

**10.4.16** Не допускается подвешивание к панелям сантехнических и электротехнических разводов и арматуры или какого-либо оборудования.

**10.4.17** Предельные отклонения показателей качества при монтаже стен из металлических панелей с утеплителем и полистовой сборки не должны превышать допустимых значений, указанных в таблице 10.2.

**Таблица 10.2**

В миллиметрах

Наименование показателей качества	Значение
Отклонения размеров карт: по длине и ширине разность длин диагоналей	$\pm 6$ 15
Отклонение от вертикали продольных кромок панелей и листов	$0,001L$
Разность отметок концов установленных панелей и листов при длине, м: до 6 включ. св. 6 " 12 "	5 10
Отклонение от вертикали плоскости панелей, карт, листов	$0,002H$
<p><i>Примечание</i> — Обозначения, принятые в таблице:  <math>L</math> — длина панели;  <math>H</math> — высота ограждений.</p>	

## 10.5 Монтаж конструкций из асбестоцементных экструзионных панелей и плит

**10.5.1** Монтаж наружных стен и перегородок следует производить после возведения несущих конструкций здания на захватке. Размеры захватки устанавливаются в ППР.

**10.5.2** Поставка панелей и плит на объект должна осуществляться комплектно с соединительными изделиями.

**10.5.3** Конструкции стен и перегородок монтируют поэлементно. Нижний ряд панелей устанавливают по высотным отметкам, нанесенным на конструкции каркаса здания.

**10.5.4** На стеновых панелях и плитах покрытия до установки необходимо произвести очистку и огрунтовку боковых поверхностей (в случае если эта операция не была выполнена изготовителем).

**10.5.5** Постоянное закрепление панелей и плит в проектном положении должно осуществляться после временного закрепления и проверки правильности их монтажа.

**10.5.6** Способы крепления плит и панелей должны соответствовать указанным в проектной документации.

**10.5.7** К стеновым панелям до монтажа необходимо прикрепить уплотняющие прокладки в соответствии с требованиями проектной документации. Не допускается укладывать скрученные между собой уплотняющие прокладки.

Стыки уплотняющих прокладок должны быть расположены на расстоянии не менее 0,4 м от торца панели.

**10.5.8** Изоляцию стыков панелей и плит следует производить способами и с применением материалов в соответствии с проектной документацией и требованиями ТНПА на применяемые материалы.

**10.5.9** При отсутствии в проектной документации соответствующих указаний отклонения показателей качества панелей и плит не должны превышать предельно допустимых значений, указанных в таблице 10.3.

Таблица 10.3

В миллиметрах

Наименование показателей качества	Значение
Уступ между смежными гранями панелей из плоскости	4
Отклонение панелей от вертикали	5
Отклонение толщины шва между смежными панелями по длине	±4

**10.5.10** На поверхности асбестоцементных экструзионных панелей и плит не должно быть трещин и других повреждений.

## 11 Сварочные работы

### 11.1 Общие положения

**11.1.1** Сварочные работы необходимо выполнять в соответствии с указаниями ППР. Для объектов, на которых предусматривается значительный объем сварочных работ, необходимо разрабатывать ППСР. В состав ППР и ППСР должна входить технологическая документация, которая включает карту технологического процесса по [4] и рабочие инструкции на квалификационные процессы сварки (WPS) по СТБ ISO 15607 и ГОСТ ISO 15609-1.

**11.1.2** К производству сварочных работ допускаются сварщики, прошедшие аттестацию в соответствии с СТБ 1063, СТБ 2350 или СТБ ISO 9606-1; выполняемые ими сварочные работы должны соответствовать области распространения, указанной в удостоверении сварщика.

#### 11.1.1, 11.1.2 (Измененная редакция, Изм. № 2)

**11.1.3** Для каждого процесса сварки, независимо от места его выполнения, изготовитель должен иметь достаточное количество аттестованных сварщиков и не менее одного сертифицированного инженерно-технического работника на один производственный участок, имеющего сертификат компетентности по СТБ 1063 и назначенного и действующего в соответствии с требованиями СТБ ISO 14731 или аттестованного в соответствии с требованиями ТКП 45-1.01-221. При руководстве сварочными работами более чем одним лицом ответственность каждого должна быть установлена персонально.

**11.1.4** Применяемое оборудование должно обеспечивать выполнение сварных соединений с требуемыми показателями качества в соответствии с проектной документацией и соответствовать требованиям СТБ 2349.

**11.1.5** Отклонение размеров швов сварных соединений от проектных не должно превышать значений, указанных в ГОСТ 5264, ГОСТ 8713, ГОСТ 11533, ГОСТ 14771, ГОСТ 23518. Размеры сварного шва должны обеспечивать его рабочее сечение, определяемое величиной проектного значения катета с учетом предельно допустимой величины зазора между свариваемыми элементами; при этом для расчетных угловых швов превышение указанного зазора не допускается.

**11.1.6** В зависимости от конструктивных решений, условий эксплуатации и степени ответственности сварные соединения стальных конструкций делят на I, II, III категории, которые определяют соответственно высокий, средний и низкий уровни качества. Характеристики категорий и требования к качеству сварных соединений — по ГОСТ 23118.

**11.1.7** В проектной документации должны быть указаны:

— сварные соединения, для которых требуется контроль с использованием ультразвуковых, радиографических и других методов, а также механические испытания;

— методы и объемы контроля;

— требуемый уровень качества сварных соединений при монтаже стальных и железобетонных конструкций;

— ТНПА, в соответствии с которыми осуществляется монтаж, контроль и приемка объектов.

**11.1.8** Сварные элементы конструкций должны быть стойкими по отношению к температурным и другим видам расчетных воздействий, которым их допускается подвергать в процессе эксплуатации.

**11.1.9** Сварные соединения конструкций должны быть защищены от коррозии способами, установленными в проектной документации, в соответствии с требованиями СН 2.01.07.

Нанесение покрытий непосредственно при монтаже конструкций допускается:

— после выполнения сварочных работ;

— после исправления брака и мест повреждений металла.

**(Измененная редакция, Изм. № 2)**

**11.1.10** Подлежащие сварке изделия и конструкции должны удовлетворять установленным при проектировании требованиям по несущей способности и жесткости, а в случаях, предусмотренных стандартами, — выдерживать контрольные нагрузки при испытаниях.

**11.1.11** Качество очистки от жировых загрязнений свариваемых кромок конструкций должно соответствовать второй степени обезжиривания поверхности согласно ГОСТ 9.402.

**11.1.12** Возле шва сварного соединения должно быть поставлено клеймо сварщика, выполнившего данный шов. Клеймо проставляют на расстоянии от 40 до 60 мм от границы шва, если нет других указаний в проектной или технологической документации.

При невозможности нанесения клейма из-за конструктивных особенностей сварных соединений допускается регистрация клейма сварщика по выполненным соединениям в журнале сварочных работ в соответствии с приложением Г.

**11.1.13** Подготовку, сборку и сварку в условиях монтажа стальных конструкций заводского изготовления, а также сборных железобетонных изделий в условиях монтажа следует выполнять в соответствии с технологической документацией. Состав технологической документации включает карту технологического процесса и инструкции на технологические процессы сварки (WPS).

**11.1.14** Предельные отклонения геометрических параметров элементов конструкций, изделий, сборочных единиц должно соответствовать значениям, указанным в проектной документации, в стандартах или технических условиях на конструкции конкретного вида и настоящих строительных норм.

Контроль качества выполнения сварочных работ должен осуществляться с учетом СП 1.03.08 или в соответствии с СТБ 2349.

**(Измененная редакция, Изм. № 2)**

**11.1.15** Результаты выполнения сварочных работ необходимо вносить в журнал сварочных работ по форме в соответствии с приложением Г.

## **11.2 Подготовка и сборка конструктивных элементов при монтаже стальных конструкций**

**11.2.1** Способы подготовки и сборки элементов конструкций, геометрические параметры кромок, зазоры между кромками, режимы и технология выполнения сборочных прихваток указывают в ППР, ППСР, технологической карте и инструкции (WPS).

**11.2.2** Конструктивные элементы подготовки кромок, размеры зазоров при сборке и предельные отклонения размеров сечения сварных швов должны соответствовать требованиям ТНПА.



**11.2.3** Защита от коррозии поверхностей строительных конструкций должна осуществляться с учетом требований ТКП 45-2.02-110 и СН 2.01.07 с учетом пределов огнестойкости и ТНПА по огнезащите строительных конструкций.

(Измененная редакция, Изм. № 2)

### **11.3 Требования к производству сварочных работ**

**11.3.1** В проектной документации на металлоконструкции должны быть указаны:

- сварочные материалы;
- требования к механическим свойствам сварных соединений в зависимости от уровня расчетных напряжений и условий работы;
- объем контроля сварных соединений;
- требуемый уровень качества сварных соединений.

**11.3.2** В ППР или ППСР должны быть предусмотрены способы, режимы и технологический процесс сварки металлоконструкций для обеспечения требуемой геометрической точности металлоконструкций, включая меры по компенсации или подавлению термдеформационных процессов усадки сварных швов, способных привести к потере устойчивости конструкций или изменению геометрической формы.

**11.3.3** К сварке металлоконструкций следует приступать после приемки сборочных работ руководителем сварочных работ.

**11.3.4** Сварные швы необходимо выполнять в определенной последовательности с целью обеспечения минимальных деформаций конструкций и предотвращения появления трещин в сварных соединениях.

Сварку всех узлов металлоконструкций, в том числе особо сложных (двухавровых балок большого сечения, монтажных стыков подкрановых балок, узлов соединения балок с колоннами), следует выполнять в соответствии с ППСР и технологической картой, в которых должны быть указаны последовательность и способы выполнения швов, обеспечивающие минимальные деформации и остаточные напряжения в конструкциях.

**11.3.5** Подключение постов автоматической и механизированной сварки, а также однопостовых источников питания сварочной дуги, должно быть произведено к распределительным шкафам (сборкам), соединенным с трансформаторной подстанцией отдельным фидером. Подключение к данным шкафам грузоподъемных и иных механизмов не допускается. Источник питания подключается к сети через индивидуальную пусковую аппаратуру (рубильник).

**11.3.6** В зоне производства сварочных работ следует систематически измерять скорость ветра. Допустимую скорость ветра в зоне сварки необходимо указывать в ППР или ППСР. При превышении допустимой скорости ветра более чем на 2 м/с сварка должна быть прекращена или устроены соответствующие защитные укрытия.

**11.3.7** Сварку необходимо производить в стабильном режиме. Колебания напряжения в сети, к которой подключается сварочное оборудование, не должны превышать  $\pm 5\%$ .

Последовательность выполнения сварных соединений металлоконструкций и схема выполнения непосредственно каждого сварного шва должны соблюдаться в соответствии с указаниями ППР или ППСР, исходя из условий обеспечения минимальных сварочных деформаций и перемещений элементов конструкций.

**11.3.8** Не допускается выполнение сварочных работ в условиях дождя, снега, если кромки элементов, подлежащих сварке, не защищены от попадания влаги в зону сварки.

**11.3.9** Контроль сварных соединений, проводимый радиографическим и ультразвуковым методами по ГОСТ 3242, СТБ 1428, СТБ ЕН 1712, должен соответствовать требованиям, указанным в таблицах 11.1, 11.2.

Таблица 11.1 — Длина оценочного участка и допустимые размеры одиночных дефектов по результатам радиографического контроля

В миллиметрах

Наименьшая толщина элемента конструкции в сварном соединении	Длина оценочного участка	Допустимые размеры одиночных дефектов	
		$h$	$S$
От 4 до 6 включ.	15	0,8	3
Св. 6 “ 8 “	20	1,2	6
“ 8 “ 10 “	20	1,6	8
“ 10 “ 12 “	25	2,0	10
“ 12 “ 14 “	25	2,4	12
“ 14 “ 16 “	25	2,8	14
“ 16 “ 18 “	25	3,2	16
“ 18 “ 20 “	25	3,6	18
“ 20 “ 60 “	30	4,0	18
<p><b>Примечания</b></p> <p>1 <math>h</math> — допустимая высота сферического или удлиненного одиночного дефекта; <math>S</math> — суммарная площадь дефектов в продольном сечении шва на оценочном участке.</p> <p>2 Чувствительность контроля устанавливается согласно СТБ 1428.</p>			

Таблица 11.2 — Требования к швам сварных соединений по результатам ультразвукового контроля

Сварные соединения	Наименьшая толщина элемента конструкции в сварном соединении, мм	Длина оценочного участка, мм	Фиксируемая площадь одиночного дефекта, мм <sup>2</sup>	Допустимое число одиночных дефектов на оценочном участке
Стыковые	Св. 6 до 10 включ.	20	3,5	1
Угловые	Св. 10 до 14 включ.	25	3,5	2
Тавровые	Св. 14 до 20 включ.	25	3,5	2
Нахлесточные	Св. 20 до 30 включ.	30	3,5	3

**11.3.10** Контроль сварных соединений с толщиной металла от 10 мм и более следует производить ультразвуком. При этом для проверки достоверности выявления дефектов необходимо производить радиографический контроль в объеме 10 % от объемов ультразвукового контроля, но не менее одного сварного соединения.

**11.3.9, 11.3.10 (Введены дополнительно, Изм. № 2)**

#### 11.4 Требования к сварке в условиях низких температур

**11.4.1** Сварку при низких температурах следует осуществлять по технологии в соответствии с ППР или ППСР и требованиями настоящих строительных норм.

**11.4.2** Зона сварки и рабочее место сварщика должны быть ограждены от атмосферных осадков. При температуре наружного воздуха минус 5 °С и ниже необходимо иметь вблизи рабочего места сварщика устройство для обогрева рук, а при температуре ниже минус 30 °С — оборудовать тепляк.

**11.4.3** При температуре окружающего воздуха ниже 0 °С сварку металлоконструкций, независимо от марки свариваемых сталей, следует выполнять электродами с основным покрытием, диаметром не более 4 мм, независимо от толщины свариваемого металла.

**11.4.4** При сварке в условиях отрицательных температур требуется ограничивать значения сварочного тока: минимальное — до 120 А; максимальное — до 140 А. Прокалка электродов перед их применением обязательна.

**11.4.5** При температуре окружающего воздуха ниже 0 °С необходимо снизить скорость охлаждения стыковых соединений, в том числе стержней, выполненных ванными способами сварки. Для этого следует:

- сварное соединение прикрыть или обмотать мягким асбестом;
- формирующие элементы снимать после остывания соединения при температуре 100 °С и ниже;
- в необходимых случаях до сварки обеспечить подогрев газовыми горелками стержней, а затем сварных соединений на расстоянии от  $3d_n$  до  $4d_n$  по обе стороны от стыка до температуры 200 °С–250 °С. Подогрев стержней следует осуществлять с закрепленными на них инвентарными формами, стальными скобами или круглыми накладками, не разбирая кондукторов, использованных для сборки и сварки конструкций.

**11.4.6** Полуавтоматическую и ручную дуговую сварку протяженными швами плоских элементов закладных и соединительных деталей следует выполнять в соответствии с указаниями ППР, ППСР и настоящих строительных норм.

**11.4.7** Ручную и механизированную сварку стальных конструкций разрешается производить без подогрева при температуре окружающего воздуха в соответствии с таблицей 11.3, автоматическую сварку под флюсом — при температуре окружающего воздуха, приведенной в таблице 11.4. При более низкой температуре окружающего воздуха сварку необходимо производить с предварительным местным подогревом металла до 200 °С–250 °С в зоне шириной не менее 100 мм с каждой стороны соединения.

(Измененная редакция, Изм. № 2)

**11.4.8** Места приварки монтажных приспособлений к элементам конструкций из стали толщиной более 25 мм с пределом текучести 390 МПа и более необходимо предварительно подогреть до 200 °С–250 °С.

**Таблица 11.3 — Допустимая температура воздуха при ручной и механизированной сварке без подогрева**  
(Измененная редакция, Изм. № 2)

Толщина свариваемых элементов, мм	Максимально допустимая температура окружающего воздуха, °С, при сварке конструкций				
	решетчатых	листовых объемных и сплошностенчатых	решетчатых	листовых объемных и сплошностенчатых	решетчатых и листовых
	из углеродистой стали		из низколегированной стали с пределом текучести, МПа		
			до 390 включ.		св. 390
До 16 включ.	–30	–30	–20	–20	–15
Св. 16 “ 25 “	–20	–20	–10	0	0
“ 25 “ 30 “	–20	–20	–10	0	При толщине более 25 мм предварительный местный подогрев следует производить независимо от температуры окружающего воздуха
“ 30 “ 40 “	–10	–10	0	5	
“ 40	0	0	5	10	

**Таблица 11.4 — Допустимая температура воздуха при автоматической сварке под флюсом без подогрева**  
(Измененная редакция, Изм. № 2)

Толщина свариваемых элементов, мм	Максимально допустимая температура окружающего воздуха, °С, при сварке конструкций из стали	
	углеродистой	низколегированной
До 30 включ.	–30	–20
Св. 30	–20	–10

## 12 Возведение коллекторных тоннелей

### 12.1 Общие положения

**12.1.1** Способ возведения коллекторных тоннелей должен соответствовать проектной документации в зависимости от инженерно-геологических и других условий. Окончательное решение об изменении способа производства работ принимает заказчик по согласованию с проектной организацией.

**12.1.2** Организации, осуществляющие возведение коллекторных тоннелей должны иметь необходимую проектную документацию, ПОС, ППР и ТК, утвержденные руководителем организации.

**12.1.3** ППР и ТК должны быть разработаны и привязаны непосредственно к строительной площадке с учетом местных условий. До начала работ следует ознакомить работников с ППР на выполняемые виды работ под подпись.

**12.1.4** При разработке ПОС, ППР, ТК, а также при организации участков работ и рабочих мест, эксплуатации машин и механизмов, технологической оснастки и инструмента, производстве транспортных и буровых работ необходимо соблюдать требования [5].

**12.1.5** При проходке шахтных стволов и тоннелей следует осуществлять систематическую проверку соответствия геологических (гидрогеологических) условий проектным данным. Результаты проверки следует вносить в журнал выполнения горных работ, как приведено в приложении Е.

При обнаружении несоответствия геологических условий данным проекта, а также при приближении забоев к зонам провалов, размывов, оползней, карста и тектонических нарушений необходимо производить дополнительную геологическую разведку опережающим бурением скважин из забоя. Вопрос о возможности дальнейшей проходки необходимо решать по согласованию с проектной организацией.

**12.1.6** Заказчик обязан производить вынос в натуру и закреплять специальными знаками центры шахтных стволов, буровых скважин и оси тоннеля в местах пересечения ими зданий и сооружений, в том числе подземных, и составлять с участием представителей строительно-монтажной организации акт приемки указанных работ.

**12.1.7** На каждом объекте строительства должен быть организован производственный контроль за соблюдением требований безопасности труда и пожарной безопасности согласно [1].

**12.1.8** По каждому строительному объекту следует вести журналы:

- выполнения горных работ — ежедневно;
- геодезическо-маркшейдерского контроля — ежесменно;
- производства бетонных работ;
- технического надзора службы заказчика и авторского надзора проектной организации.

При выполнении специальных работ (искусственное закрепление грунтов, замораживание грунтов) необходимо вести специальные журналы по данным видам работ.

При проходке тоннелей осуществляется маркшейдерский контроль, результаты которого должны быть занесены в журнал геодезическо-маркшейдерского контроля.

**12.1.9** Требования к подземной геодезической плановой основе при строительстве тоннелей способом щитовой проходки — в соответствии с таблицей 12.1.

Таблица 12.1

Интервалы проходки коллекторных тоннелей между шахтными стволами, м	Требования к геодезической плановой основе					
	Среднеквадратические ошибки		Длина линии хода, м			Относительная среднеквадратическая ошибка измерения длин линии хода
	Ориентирования начальной стороны хода	Измерения	минимальная		максимальная	
			на кривых	на прямых		
До 200	±45"	±35"	40	40	160	1:1500
От 200 до 400	±22"	±15"	40	70	140	1:2500
От 400 до 600	+15"	±8"	40	80	150	1:3000
От 600 до 800	±11"	±5"	40	85	160	1:3500
Примечание — При длине интервала 800 м и более при проходке по кривым малого радиуса степень точности угловых и линейных измерений устанавливают расчетом.						

**12.1.10** Отклонение в профиле от проектного положения проходческих щитов всех диаметров не должно превышать  $\pm 7$  см. Инструментальное определение положения щита в профиле необходимо производить не реже чем через 6 м в устойчивых грунтах и 4 м — в неустойчивых грунтах.

**12.1.11** Отклонение в плане от проектного положения проходческого щита при сооружении самоотечных коллекторных тоннелей, как правило, не допускается. Значение допустимого отклонения оси коллектора на криволинейных участках определяется проектом.

**12.1.12** Отклонение от проектных размеров вертикальных и горизонтальных диаметров сборной крепи (обделки) допускается в пределах  $\pm 2$  % диаметра тоннеля. Допускаются отдельные выступы блоков сборной железобетонной обделки на ширине одного или двух колец не более 15 мм.

**12.1.13** Состав и количество подъемных механизмов и машин для проходки шахтных стволов определяются ППР.

**12.1.14** Спуск и подъем грузов при проходке тоннелей допускается производить с использованием оборудования, которое применялось при проходке шахтных стволов, или с помощью клетьевого подъема.

Для транспортирования грунта и материалов в тоннелях с помощью клетьевого подъема применяют вагонетки.

**12.1.15** Спуск блоков и тюбингов, а также других материалов в шахтный ствол производится в транспортных сосудах (вагонетках, бадьях, контейнерах), а в процессе проходки шахтных стволов — с помощью строповочных устройств.

Движение транспортных сосудов должно осуществляться в бадьевых отделениях, обшитых досками.

**12.1.16** В шахтном стволе при глубине заложения до 20 м должно быть устроено отделение для спуска людей в подземную выработку, оборудованное лестницей с перилами, отделенное от грузового отделения сплошной обшивкой. Для размещения лестниц допускается использовать отдельные шахтные стволы малого диаметра, выполненные способом бурения.

При глубине ствола более 20 м должен быть оборудован механизированный спуск и подъем людей.

**12.1.17** Горизонтальная транспортировка грунта и других материалов должна осуществляться преимущественно путем механизированной откатки по рельсовому пути вагонеток троллейными или аккумуляторными электровозами. Ручная откатка допускается в виде исключения при длине участка откатки не более 50 м.

Применение троллейных электровозов разрешается при условии подвески контактного провода на высоте не менее 1,8 м от уровня головки рельсов узкоколейных путей.

При уклонах тоннелей более 0,02 в вагонетках необходимо предусматривать тормозные и противоголодные приспособления.

**12.1.18** Контроль качества и приемка выполненных работ — согласно ППР и технологической документации.

## **12.2 Проходка шахтных стволов**

**12.2.1** Для крепления шахтных стволов круглого поперечного сечения должна применяться крепь согласно ППР.

**12.2.2** Проходка шахтных стволов обычным способом с временной или постоянной крепью производится в устойчивых грунтах при максимальном притоке грунтовых вод в забой, не превышающем 25 м<sup>3</sup>/ч, в песчаных грунтах — 10 м<sup>3</sup>/ч.

**12.2.3** Скорость проходки вертикальных шахтных стволов с устройством крепи в устойчивых грунтах I–III категории естественной влажности должна быть не менее 1,5 м/сут.

**12.2.4** При проходке шахтных стволов разработку забоя необходимо производить заходками на глубину не более 1 м. При постоянной крепи с подвешиванием колец на болтах заходка не должна превышать ширины одного кольца. Величину заходки определяют ППР.

**12.2.5** Возведение постоянной монолитной крепи снизу вверх следует производить с применением металлической передвижной опалубки со специального подвешного полка. При возведении крепи из сборных элементов нагнетание цементно-песчаной растворной смеси за крепь необходимо производить участками, не превышающими высоты трех колец, с предварительным устройством пикотажа и последующей чеканкой швов.

**12.2.6** При проходке шахтных стволов искусственное замораживание грунтов следует применять: — в водоносных неустойчивых грунтах мощностью св. 5 м, а вблизи зданий и сооружений — св. 3 м; — когда другие специальные способы по техническим условиям неприменимы.

При производстве работ по искусственному замораживанию грунтов необходимо выполнять требования ТНПА по устройству оснований и фундаментов.

**12.2.7** Контроль за процессом замораживания грунта осуществляют с использованием термометрических (не менее 10 %–15 % от основных замораживающих колонок) и двух наблюдательных колонок, расположенных вне и внутри замораживаемого контура.

Установку замораживающих колонок необходимо производить в скважины, пробуренные ударно-канатным способом, с креплением обсадными трубами или вращательным способом. При креплении скважины обсадными трубами последние должны быть извлечены после опускания колонки.

**12.2.8** Замораживающие скважины должны быть пробурены с заглублением колонок в водоупор не менее чем на 2 м. До и в процессе опускания в скважину замораживающая колонка испытывается на герметичность гидростатическим давлением 2,0 МПа. Результаты испытаний оформляют актом.

**12.2.9** На все скважины и замораживающие колонки должна быть составлена документация по форме, приведенной в приложении К.

**12.2.10** К производству работ по прокладке шахтного ствола в зоне замороженных грунтов разрешается приступать только после образования замкнутого замороженного контура проектной толщины и достижения проектной температуры грунта. Разрешение на начало прокладки оформляют актом, составленным комиссией под председательством главного инженера вышестоящей организации и в составе главного инженера строительно-монтажной организации, представителя проектной организации и организации, выполнявшей работы по замораживанию грунтов.

**12.2.11** Приемка работ по замораживанию грунтов подразделяется на:

- промежуточную (приемка монтажных работ);
- окончательную.

При промежуточной приемке должны быть установлены:

- правильность расположения замораживающих колонок и необходимость устройства дополнительных;
- готовность всей замораживающей системы (станция и сеть) к пуску (по материалам исполнительной технической документации) и осмотр ее на месте.

Окончательная приемка устанавливает соответствие льдогрунтовой стенки проектным размерам и температурам на основании данных:

- журналов работ замораживающей станции и рассольной сети;
- измерения уровня грунтовых вод в гидронаблюдательных скважинах;
- измерения температур грунта в термометрических скважинах;
- результатов опытной откачки;
- контрольной проверки температур льдогрунтовой стенки.

При окончательной приемке должен быть уточнен режим работы замораживающей станции и рассольной системы для поддержания проектных размеров льдогрунтовой стенки до окончания всех строительных работ под защитной льдогрунтовой стенкой.

При последующей проходке должен быть организован контроль температуры замороженных пород. При появлении влажных пятен, а также при повышении температуры пород в контрольных скважинах должны быть приняты меры по обеспечению безопасности работ.

**12.2.12** Способ проходки шахтных стволов с применением ограждения металлическим шпунтом необходимо применять при строительстве тоннеля в водонасыщенных грунтах или при имеющихся линзах таких грунтов, залегающих на глубине до 10 м от поверхности земли, при наличии в основании водоупоров, допускающих забивку в них шпунта.

**12.2.13** При залегании неустойчивых грунтов на глубине, превышающей длину шпунта, допускается применение двухъярусного шпунтового ограждения. При этом заглубление шпунта верхнего яруса относительно нижнего должно исключать возможность выноса грунта в ствол. Шпунтовое ограждение нижнего ряда должно перекрывать ограждение верхнего на 1–1,5 м.

При устройстве двухъярусного шпунтового ограждения диаметр шпунтового верхнего яруса должен обеспечивать необходимый зазор для нормальной работы механизма, применяемого для погружения шпунта нижнего яруса.

**12.2.14** Шпунтовый ряд не должен входить в контур шахтной крени. При определении размеров ограждения следует предусматривать допуск не менее 25 см (по всему контуру) на случай возможного отклонения шпунта от вертикали внутрь ствола.

**12.2.15** Бурение вертикальных шахтных стволов смотровых колодцев необходимо производить после проходки участков коллектора. Перед бурением следует определить фактическое положение коллектора в плане.

**12.2.16** При проходке стволов способом бурения применяют стальные обсадные трубы диаметром не менее 1400 мм или железобетонные кольца.

**12.2.17** После погружения обсадной трубы на проектную глубину в тоннеле пробивают отверстие для соединения его с обсадной трубой. Сопряжения стволов и скважин с коллектором замоноличивают бетоном класса не ниже  $C^{16}/_{20}$  по СТБ 1544.

**12.2.18** На шахтные стволы из стальных обсадных труб при использовании их в качестве эксплуатационных колодцев должно быть нанесено антикоррозионное покрытие, тип которого принимается с учетом требований СН 2.01.07.

(Измененная редакция, Изм. № 2)

**12.2.19** В скважинах, предназначенных для расположения водосточных стояков, зазор между обсадной трубой и стояками необходимо заполнять цементно-песчаным раствором состава 1:2 либо мелкозернистым бетоном класса не ниже  $C^{16}/_{20}$  по СТБ 1544.

### 12.3 Основные требования к проходке тоннелей

**12.3.1** Размеры стволов шахт определяют в зависимости от их назначения и габаритов применяемого щитового оборудования согласно проектной документации. Минимальные диаметры и размеры круглых и прямоугольных шахтных стволов устанавливают в соответствии с таблицей 12.2.

Таблица 12.2

Наружный диаметр щита, м	Минимальный наружный диаметр стволов при крепи из швеллерных колец и размеры прямоугольных стволов в плане, м
Круглый ствол	
2,1	4,0
2,6	5,5
4,1 и 3,2	7,5
5,2	9,5
Прямоугольный ствол	
2,1	3,5×4
2,6	4×5
3,2	4,5×5
4,0	5,5×7
5,2	6×7

**12.3.2** Монтаж и демонтаж проходческих щитов производят в шахтных стволах или в монтажных камерах. Щит вводят в забой по подготовленному основанию (лотку или металлическим направляющим с допусками в профиле  $\pm 10$  мм и в плане  $\pm 30$  мм).

Ввод щита производят после приемки его комиссией в составе маркшейдера, главного механика (механика) участка и начальника участка и оформляют актом.

**12.3.3** Способ разработки забоя назначается с учетом геологических и гидрогеологических условий, площади поперечного сечения выработки и типа проходческого щита.

**12.3.4** В ППР должны быть предусмотрены меры по предотвращению вращения щита вокруг его продольной оси, в том числе установка элеронов.

**12.3.5** В обводненных песках, водонасыщенных неустойчивых грунтах, а также при сооружении подводных тоннелей щитовая проходка должна производиться согласно проектной документации одним из следующих способов: под сжатым воздухом (кессон) и с применением замораживания грунтов или водопонижения.

**12.3.6** Для проходки тоннелей под сжатым воздухом должны быть сооружены шлюзовые камеры, оборудованные грузоподъемным и аварийными отделениями, сигнализацией и другими устройствами в соответствии с правилами безопасности при производстве работ (кессонные работы). Как правило, шлюзовые камеры должны быть расположены непосредственно в коллекторе. При проходке вертикальных шахтных стволов разрешается устройство совмещенных (однокамерных) шлюзов с аварийным отделением для свободного выхода рабочих из зоны повышенного давления.

Длина шлюза должна быть не менее 8,5 м, длина аварийного отделения — не менее 3,5 м.

**12.3.7** Шлюзовые перегородки следует устраивать по специальному проекту и рассчитывать на давление сжатого воздуха в кессоне, в 1,5 раза превышающее рабочее. Шлюзовые перегородки должны иметь:

- двери для пропуска применяемого подвижного состава;
- отверстия под технологические трубопроводы и коммуникации.

**12.3.8** Для повышения воздухонепроницаемости шлюзовых камер на всем их протяжении, а также на участке тоннеля перед шлюзовой камерой длиной 6 м должна быть предусмотрена отделка в соответствии с проектной документацией.

**12.3.9** Длина участка коллектора за шлюзовой камерой, находящегося под сжатым воздухом, устанавливается проектной документацией.

**12.3.10** Давление сжатого воздуха в рабочей зоне не должно превышать гидростатический напор грунтовых вод на уровне 2/3 диаметра тоннеля, считая от шельги свода, а при залегании лотка щита в водонасыщенных мелкозернистых песках, в супесях или плывунах, в лотковой части тоннеля — на уровне нижней отметки лотка.

Проходку под сжатым воздухом необходимо вести без перерывов. При проходке необходимо также выполнять все требования по проходке тоннелей в неустойчивых грунтах без сжатого воздуха.

До начала проходки все устройства и оборудование должны быть приняты по акту представителями Госпромнадзора и проектной организации.

## **12.4 Проходка тоннелей частично механизированными и механизированными щитами с крепью из сборных элементов**

**12.4.1** Тип и состав оборудования щитового комплекса, включая оборудование подземного транспорта, устанавливается проектной документацией. Каждый щит должен быть снабжен паспортом и инструкцией по эксплуатации, разработанными заводом-изготовителем.

**12.4.2** Для крепления лба забоя при проходке тоннелей диаметром более 2,6 м в песчаных грунтах применяют шандорную крепь и забойные домкраты, которыми должны быть оснащены частично механизированные щиты.

**12.4.3** В процессе передвижки щита необходимо следить за положением осыпей в ячейках щита и принимать немедленные меры к устранению возникающих завалов и запрессовок грунта, а также к удалению валунов и других включений. Передвижку механизированного щита с горизонтальными площадками следует производить непрерывно на всей заходке.

**12.4.4** Очередную передвижку щита необходимо производить только после выдачи излишнего грунта из рабочей зоны, окончания монтажа очередного кольца крепи и проверки положения щита в плане и профиле.

Скорость проходки тоннелей частично механизированными и механизированными щитами устанавливается проектной документацией.

## **12.5 Постоянная крепь тоннелей**

**12.5.1** Крепь тоннелей (обделка) должна быть одинарной (сборной или монолитно-прессованной) и водонепроницаемой. Марка бетона по водонепроницаемости должна быть не ниже W4. Устройство двойной крепи (первичной сборной и внутренней монолитной) допускается только в случаях, предусмотренных проектом.

При устройстве монолитно-прессованной крепи следует применять передвижную или переставную опалубку.

**12.5.2** Швы между элементами крепи в зависимости от гидрогеологических условий должны быть зачеканены или заполнены раствором на расширяющемся цементе. Перед чеканкой швы должны быть тщательно очищены от грязи и строительных отходов.

**(Измененная редакция, Изм. № 2)**

**12.5.3** После монтажа крепи болтовые гнезда в тьюбингах или блоках, расположенные в лотковой части, должны быть заполнены бетонными вкладышами на цементно-песчаном растворе.

**12.5.4** Пустоты за крепью должны быть заполнены тампонажным раствором. Работы по нагнетанию раствора производят в два приема: первичное нагнетание и повторно-контрольное нагнетание.

Для первичного нагнетания применяют цементно-песчаные растворы, чистый гравий мелкой фракции, бесцементные растворы и бетонитовые глины. Для повторно-контрольного нагнетания необходимо применять только цементный раствор.



Для приготовления тампонажного раствора применение шлакопортландцемента и быстротвердеющего цемента запрещено.

**12.5.5** Нагнетание растворной смеси за крепь тоннелей необходимо производить в каждом кольце последовательно, начиная от нижних блоков к верхним замковым блокам. Нагнетание раствора только через отверстия верхних блоков запрещается.

**12.5.6** После повторного контрольного нагнетания растворной смеси за крепь производится чеканка нарушенных швов между блоками расширяющимся цементом.

**12.5.7** Первичное нагнетание растворной смеси производят вслед за передвижкой щитов с отставанием не более чем на три кольца. В тоннелях, сооружаемых щитами диаметром до 2,6 м, нагнетание производят после проходки интервала между двумя шахтами, кроме особых случаев, указанных в проектной документации.

**12.5.8** Нагнетание растворной смеси за сборную крепь, распёртую в грунт, не производят.

**12.5.9** При поступлении воды в тоннель через крепь в виде капель или струй должно быть произведено нагнетание растворной смеси со всех сторон к месту течи.

**12.5.10** Торкретирование внутренней поверхности тоннеля допускается производить при его диаметре в свету не менее 1,7 м. Торкретирование производят по металлической сетке после ее закрепления за концы болтов или дюбелями.

Торкретирование следует выполнять послойно, не менее чем в два приема. Толщина первого слоя должна быть более 10 мм.

**12.5.11** Производство отделочных работ (торкретирование, железнение) в тоннелях под сжатым воздухом запрещено.

## **12.6 Проходка тоннелей с монолитно-прессованной крепью с применением переставной и скользящей опалубки**

**12.6.1** Проходку тоннелей щитами с монолитно-прессованной крепью (обделкой) допускается применять во всех случаях при условии обеспечения геометрических параметров и проектного положения тоннеля.

Монолитно-прессованную крепь не рекомендуется применять для проходки тоннелей под зданиями и сооружениями, железнодорожными и трамвайными путями и под действующими подземными коммуникациями, где требуется обеспечить сохранность указанных сооружений и не допустить их осадок.

Тип проходческого щита определяется проектной документацией с учетом инженерно-геологических условий района строительства.

**12.6.2** Проходка криволинейных участков допустима для щитов диаметром не менее 4 м при радиусе кривой в плане не менее 200 м, а для щитов меньших диаметров — при радиусе кривой в плане не менее 80 м.

**12.6.3** Состав бетона для монолитно-прессованной крепи должен обеспечивать его проектную прочность и подвижность до конца передвижки щита. Класс бетона по прочности на сжатие должен соответствовать установленному в проектной документации и должен быть не ниже  $C^{20}_{25}$ .

**12.6.4** Подвижность бетонной смеси при загрузке бетоноукладчиков должна соответствовать марке П2, а при укладке за опалубку — марке П1 по СТБ 1544. Водоцементное отношение бетонной смеси не должно превышать 0,42.

**12.6.5** При проходке в устойчивых грунтах прессование бетона необходимо производить на грунт. В неустойчивых грунтах производится первичное прессование под защитой оболочки щита с последующим вторичным прессованием на грунт. Длина заходки бетонирования определяется проектной документацией. Прессование бетонной смеси следует производить щитовыми домкратами при начальном давлении на прессующее кольцо не более 3 МПа. В процессе прессования давление должно плавно увеличиваться до значения, обеспечивающего непрерывную передвижку щита без выдержки бетонной смеси под давлением.

**12.6.6** Снятие опалубки производят при прочности бетона крепи не менее 70 % от проектной. Прочность бетона определяют по результатам испытаний контрольных образцов по ГОСТ 10180 и результатам измерений с применением методов неразрушающего контроля по ГОСТ 22690.

**12.6.7** Монтаж щита, вывод его на трассу тоннеля, монтаж проходческого оборудования и устройство бетонного узла следует выполнять в соответствии с проектной документацией.

## 12.7 Бестраншейная проходка коллекторных тоннелей с применением микротоннелепроходческих комплексов

**12.7.1** Бестраншейная прокладка коллекторных тоннелей и других коммуникационных инженерных сооружений с применением МТПК является одной из эффективных технологий, направленных на максимально возможное сохранение окружающей среды и наименьшее нарушение жизнедеятельности городов.

**12.7.2** Работы по бестраншейной проходке коллекторных тоннелей с использованием МТПК следует выполнять в соответствии с ППР под постоянным наблюдением производителя работ в присутствии технического надзора.

**12.7.3** При бестраншейной прокладке трубопроводов применяют стальные, железобетонные, полимербетонные и стеклопластиковые трубы, соединяемые друг с другом встык (без муфт).

**12.7.4** Бестраншейную проходку допускается производить как под свободной территорией, так и в условиях, когда по трассе или вблизи нее расположены здания, сооружения, подземные коммуникации, железнодорожные и трамвайные пути, автомобильные дороги, пешеходные переходы, реки, овраги и т. п.

**12.7.5** Способ производства работ по проходке шахтных стволов и устройству экрана (при необходимости) из обсадных стальных труб определяется проектной документацией, с учетом типа применяемого МТПК. Проектная документация должна содержать требования для выполнения работ согласно ТНПА.

**12.7.6** Стартовая шахта после ее проходки и устройства крепи должна быть оснащена водоотливом и лестничным сходом шириной не менее 500 мм. Ограждение шахты должно быть высотой не менее 1,1 м с устройством бортовой полосы шириной 0,15 м. Крепь устья шахты должна выступать над поверхностью земли на 0,5 м.

В стартовой шахте должны быть выполнены фундамент и упорная стенка под главную силовую установку.

**12.7.7** Щит МТПК вводят в забой по подготовленному основанию или металлическим направляющим с допусками в профиле  $\pm 10$  мм и в плане  $\pm 30$  мм. Ввод щита в забой производят после приемки забоя комиссией в составе участкового маркшейдера, главного механика или механика участка и начальника участка и оформляют актом.

**12.7.8** При длине проходки (расстоянии между стартовой и приемной шахтами) св. 150 м применяют промежуточные домкратные станции, для чего используют специальные станционные трубы. Количество промежуточных домкратных станций и число труб, устанавливаемых между станциями, назначается с учетом инженерно-геологических условий строительного объекта.

Промежуточные домкратные станции используют при достижении предельных значений усилия продавливания, создаваемого ГСУ.

**12.7.9** Продвижение щита должно производиться при одновременной работе системы маркшейдерского контроля.

**12.7.10** При проходке в песчаных грунтах естественной влажности и при наличии гравелистых включений во время движения трубы производится нагнетание бентонитового раствора в затрубное пространство через форсунки, установленные в трубах. Для предотвращения обратного слива раствора в шахту необходимо предусмотреть уплотнение зазора между стенкой шахты и выработки.

**12.7.11** Состав бентонитового раствора подбирают в лабораторных условиях для конкретных инженерно-геологических условий проходки. Раствор изготавливают из высококачественных бентонитовых глинопопорошков.

**12.7.12** Расчетные параметры прокладки труб фиксируют каждые 2 м или с каждым проложенным звеном трубы. Расчеты производят как в динамике времени, так и относительно длины проложенной части трубопровода.

Рассчитывают следующие геометрические параметры:

- отклонения измеренных значений от проектных значений высоты и ширины забоя;
- изгиб и перекрутку труб;
- длину уложенного отрезка трубопровода.

**12.7.13** При прохождении криволинейных участков трассы тоннеля необходимо контролировать размер зазоров, образовавшихся в раструбном соединении труб. Если расчетный зазор превышен, необходимо уменьшить усилие продавливания до достижения проектного размера зазора.

**12.7.14** При устройстве опережающего экрана из стальных труб все трубы экрана должны выступать внутрь стартовой и приемной шахт на длину, устанавливаемую проектом для установки временной крепи, которая будет использоваться при проходке.

При сооружении экрана в водонасыщенных грунтах нагнетание бентонитового раствора целесообразно начинать и производить постоянно при достижении на середине длины прокладываемой трубы усилия продавливания, равного 50 % значения величины предельного усилия, создаваемого ГСУ.

**12.7.15** После завершения продавливания трубы щит МТПК принимается в приемной шахте и перевозится в стартовую шахту для установки и проходки очередного участка тоннеля.

Из проложенной трубы извлекают секции транспортных трубопроводов, коммуникационные шланги кабеля. Извлекаемые детали поднимают на поверхность и складывают для последующего использования.

**12.7.16** После прокладки тоннелей и трубопроводов с применением МТПК маркшейдерской службой строительной организации должны проводиться систематические наблюдения за поведением поверхности земли и надзор за состоянием наземных сооружений, рельсовых путей и дорожных покрытий.

Все случаи недопустимых осадков необходимо фиксировать с составлением соответствующего акта.

**12.7.17** Работы по бестраншейной прокладке с применением МТПК должен выполнять только персонал, прошедший специальное, в том числе практическое обучение и инструктаж по технике безопасности. При этом на объекте должны быть инструкции по сборке, эксплуатации и техническому обслуживанию применяемого МТПК, а также по ремонту его отдельных узлов.

**12.7.18** Работы по прокладке тоннелей с применением МТПК целесообразно проводить при положительной температуре (до 40 °С), при отрицательной температуре окружающего воздуха (до минус 20 °С) работы допускается производить при обогреве отдельных элементов и агрегатов МТПК.

## **12.8 Вентиляция и освещение подземных выработок**

**12.8.1** При строительстве тоннелей проходческими щитами все подземные выработки должны быть оборудованы принудительной или естественной вентиляцией.

Применение естественной вентиляции допускается при длине проходки тоннеля глухим забоем до 45 м с учетом [1] и [4].

**12.8.2** При проходке без взрывных работ объем воздуха, подаваемого в забой, определяется из расчета не менее 6 м<sup>3</sup>/мин на каждого работающего.

При проходке кессонным способом объем подаваемого воздуха должен составлять не менее 25 м<sup>3</sup>/ч на каждого работающего.

**12.8.3** Воздух в тоннеле должен содержать не менее 20 % кислорода по объему, при этом допускается содержание в воздухе не более 0,5 % углекислого газа.

Участки сварочных и других работ, где выделяются вредные вещества, должны быть оборудованы вытяжной вентиляцией. Скорость движения воздуха в подземных выработках должна быть не ниже 0,5 м/с.

**12.8.4** При выполнении работ вблизи газопроводов, канализации, а также в грунтах, содержащих органические остатки, необходимо производить систематический отбор проб воздуха на наличие опасных, в том числе воспламеняющихся, газов.

**12.8.5** При торкретировании необходимо использовать вытяжную вентиляцию с применением местных отсосов для удаления пыли.

**12.8.6** Все подземные выработки должны быть освещены лампами накаливания от источников электроэнергии с напряжением: в сухих тоннелях — не более 36 В; в сырых — не более 12 В. Электропроводка должна быть выполнена изолированными проводами.

**12.8.7** Все материалы и аппаратура для нужд электроосвещения и электроснабжения подземных выработок должны быть в шахтном или во взрывобезопасном исполнении.

**12.8.8** Подземные выработки должны иметь два вида освещения: рабочее и аварийное. Питание рабочего и аварийного электрического освещения необходимо осуществлять от разных источников.

**12.8.9** Расстояние между электролампами рабочего освещения не должно превышать 6 м — в тоннелях, 3 м — в шахтных стволах.

**12.8.10** Измерение сопротивления изоляции электропроводок в сети рабочего освещения необходимо производить не реже 1 раза в 3 мес.

## 12.9 Мероприятия по охране зданий, сооружений и коммуникаций

**12.9.1** К работам по проходке тоннеля следует приступать только после выполнения предусмотренных рабочими чертежами и ППР мероприятий по предохранению от деформаций зданий и подземных сооружений, расположенных на трассе.

**12.9.2** Здания и сооружения, расположенные на трассе коллектора, до начала проходки должны быть обследованы комиссией в составе: главного инженера или начальника участка, представителя технического надзора, заказчика и представителей организаций, эксплуатирующих эти здания и сооружения, а также представителя проектной организации. На всех выявленных на зданиях и сооружениях трещинах должны быть поставлены маяки, за которыми необходимо вести систематическое наблюдение в период сооружения тоннеля.

**12.9.3** До начала работ по проходке стволов шахт все подземные коммуникации, расположенные в зоне шахт (газопровод, водопровод, канализация, водосток, теплосеть, электрокабели и кабели связи), должны быть вскрыты под руководством производителя работ или мастера в присутствии представителей владельцев коммуникаций и выполнены (согласно проекту) работы по перекладке или подвеске данных коммуникаций.

При этом необходимо соблюдать следующие требования:

- подземные водопроводные и канализационные трубы в холодный период должны быть утеплены, а подвешенные газопроводы и кабели должны быть ограждены и обозначены специальными знаками;
- механизированная разработка грунта на расстоянии 1 м от некрытых газопроводов и кабелей запрещается;
- если газопровод и кабель не вскрыты, то механизированная разработка грунта на расстоянии менее 2 м от газопровода или кабеля запрещается;
- применение ударных устройств и других приспособлений на расстоянии менее 5 м от действующих газопроводов и других подземных коммуникаций запрещается;
- при рабочем давлении в газопроводе выше 0,6 МПа возможность работы тяжелых ударных механизмов должна быть согласована с эксплуатационной организацией.

**12.9.4** До начала щитовой проходки под зданиями и сооружениями, а также под сооружениями, находящимися на призме обрушения, должны быть выполнены мероприятия по укреплению этих зданий и сооружений, предусмотренные проектом.

**12.9.5** Для наблюдения за осадкой зданий по указанию маркшейдерской службы необходимо закладывать деформационные реперы. Наблюдения за маяками и реперами производят маркшейдерской службой. По результатам наблюдений следует принимать необходимые дополнительные меры к уменьшению осадок (переход на кессон) и т. п.

**12.9.6** При проходке под зданиями и сооружениями или в непосредственной близости к ним, независимо от гидрогеологических условий, особое внимание должно быть обращено на своевременное крепление лба забоя и на выполнение работ по нагнетанию растворной смеси за крепь.

**12.9.7** В период проходки тоннелей под зданиями и сооружениями должен быть усилен технический надзор за выполнением работ, осуществляемый непосредственно в забое тоннеля в течение всей смены.

**12.9.8** При изменении гидрогеологических и геологических условий, создающих опасность возникновения аварий, подземные работы следует приостановить и разработать мероприятия по их предупреждению и ликвидации аварийной ситуации.

## 13 Возведение промышленных печей и кирпичных труб

### 13.1 Общие положения

**13.1.1** До начала работ по кладке (футеровке) печей и труб должны быть приняты по актам основания и фундаменты под печь или трубу, стальной каркас (кожух) печи, заложен заземляющий контур для молниезащиты трубы, выполнена обратная засыпка фундаментов и других подземных сооружений в зоне печи, трубы до проектной отметки, закончено устройство кровли здания или сооружена временная кровля над печью.

К актам приемки прилагают акты освидетельствования скрытых работ, исполнительные геодезические схемы фундаментов и стальных конструкций, протоколы испытаний на плотность сварки кожухов, охладительных устройств соединений трубопроводов.

На фундаменты и стальные конструкции, сдаваемые под кладку, должны быть нанесены разбивочные оси и высотные отметки.

**13.1.2** Отклонения размеров и высотных отметок фундаментов под печи и трубы не должны превышать проектных значений.

**13.1.3** Допустимые отклонения при разбивке осей фундаментов под стальные конструкции не должны превышать: при расстоянии между осями до 9 м —  $\pm 3$  мм, от 9 до 15 м —  $\pm 4$  мм; для конструкций с фрезерованными торцами — соответственно  $\pm 2,5$  и  $\pm 3$  мм. Опорные поверхности фундаментов должны точно соответствовать предусмотренным в проектной документации способам опирания конструкций. Отклонения положения поверхностей фундаментов, опорных плит, специальных опорных устройств и положения фундаментных болтов не должны превышать:

— поверхности фундаментов, возведенных до отметки колонны, без последующей подливки или поверхности установленных и выверенных ранее опорных деталей:

высота —  $\pm 5$  мм;

уклон — 1/1000;

— поверхности заранее установленных фрезерованных опорных плит:

высота —  $\pm 1,5$  мм;

уклон — 1/1500;

— отклонение фундаментных болтов в плане, расположенных:

внутри контура опоры конструкций — 5 мм;

вне контура опоры конструкций — 10 мм;

— отклонение отметки верхнего торца фундаментного болта от проектной отметки — 20,

— отклонение длины нарезки фундаментного болта — 30.

### 13.2 Монтаж стальных конструкций

**13.2.1** При монтаже стальных конструкций необходимо обеспечивать устойчивость и геометрическую неизменяемость смонтированных частей каркасов и прочность их при монтажных нагрузках.

**13.2.2** Стальные каркасы промышленных печей должны воспринимать давление кладки при ее тепловом расширении и противодействовать горизонтальному распору, создаваемому арочным сводом.

Листовая облицовка каркаса (кожух) должна предохранять наружный слой кладки от механических повреждений и обеспечивать газонепроницаемость печи.

**13.2.3** Мелкие элементы (конструкции для крепления механизмов подъема заслонок, мазутопроводов, газо- и воздухопроводов) необходимо устанавливать после основных элементов каркаса. Стойки каркаса, подпоровые конструкции, пути туннельных печей и сушил и другие конструкции, определяющие геометрическое положение печных агрегатов, выверяют сразу после их установки (укладки).

Окончательное закрепление конструкций следует производить непосредственно после установки и выверки.

**13.2.4** Стальные конструкции сваривают по заранее разработанной технологии, устанавливающей способы сварки, порядок выполнения швов и режимы сварки.

Поставляемые изготовителями конструкции должны быть огрунтованы.

**13.2.5** Монтаж стальных конструкций следует выполнять с соблюдением требований раздела 8.

**13.2.6** Отклонения от проектного положения стальных каркасов, кожухов и остальных металлоконструкций печей не должны превышать значений, указанных в таблице 13.1.

**13.2.7** После окончания монтажа каркаса (кожуха) и приемки его с составлением акта разрешается приступать к кладке и футеровке печи.

Таблица 13.1

Наименование показателя	Предельное отклонение
Отклонение осей стоек или колонн (в нижнем сечении) относительно разбивочных осей, мм	$\pm 5$
Отклонение осей стоек или колонн от вертикали в верхнем сечении, мм	15
Стрела прогиба (кривизна) стойки или колонны	1/750 высоты, но не более 15 мм
Отклонение отметок опорных узлов балки (подовой, продольной, поперечной и др.) от проектных отметок, мм	$\pm 20$
Стрела прогиба прямолинейного участка балки	1/750 $L$ , где $L$ — длина балки между опорами

Окончание таблицы 13.1

Наименование показателя	Предельное отклонение
Отклонение от горизонтали и отдельные выпуклости или углубления подподовых листов, мм	$\pm 10$
Овальность и отдельные выпуклости или вогнутости цилиндрических кожухов	0,005 диаметра кожуха, но не более 30 мм
Отклонение оси цилиндрического или прямоугольного кожуха печи от вертикали	0,003 высоты кожуха, но не более 30 мм
Отклонение размеров прямоугольного кожуха печи в верхнем сечении: по длине и ширине разность длины диагоналей в верхнем сечении по высоте верхней отметки кожуха	0,001 соответственно длины или ширины 0,002 ширины 0,002 высоты
Отклонение длины и ширины каркаса рекуператорной камеры	20
Отклонение положения подпяттовых балок: по высоте в горизонтальной плоскости от проектной оси несовпадение стыков отдельных элементов балок	$\pm 10$ $\pm 10$ 10
Отклонение положения рельсов туннельных печей: расстояние между осями, мм отклонение оси рельса от продольной оси печи, мм разность отметок головок рельсов в одном поперечном сечении печи, мм разность отметок рельсов на длине $L$ взаимное смещение торцов смежных рельсов широкой колеи по высоте и в плане, мм	$\pm 3,0$ $-1,5$ $\pm 2,0$ $1/1000L$ 2
Отклонение положения песочного затвора туннельных печей, мм: от продольной оси печи от высотной отметки	$-5$ $-5$
Отклонение положения конструкций подвесного свода, мм: взаимное смещение осей смежных криволинейных балок отклонение расстояния между осями криволинейных балок от проектного значения выход из плоскости балок каждого прямолинейного участка	$\pm 1$ $\pm 10$ $\pm 5$

### 13.3 Кладка и футеровка промышленных печей

**13.3.1** Для кладки и футеровки печей следует применять огнеупорный кирпич, полнотелый керамический кирпич, а также другие изделия для кирпичной кладки по соответствующим ТНПА.

**13.3.2** Отклонения от проектных размеров жаростойких бетонных и железобетонных блоков, колонн и плит не должны превышать значений, указанных в таблице 13.2.

Таблица 13.2

В миллиметрах

Элемент печи	Предельное отклонение				
	Длина	Ширина	Высота	Разность длин диагоналей	Положения закладных деталей и отверстий
Блоки фундаментов	±15	±15	±10	—	±5
Стеновые блоки	±8	±5	±5	±10	±5
Сводовые блоки	+8, -4	±5	±5	±10	±5
Колонны	±7	±5	±5	—	±5
Подовые плиты	±8	±5	±5	±10	±5

**13.3.3** В блоках, колоннах и плитах не допускаются: сквозные трещины; отбитость ребер и углов на рабочей стороне глубиной более 15 мм, на нерабочей стороне — более 25 мм; вогнутости и выпуклости поверхности высотой более 5 мм; искривление граней от оси более 5 мм на 1 м и более 10 мм — по всей длине грани; отклонения от проектного положения монтажных петель или отверстий под цанговые захваты более 40 мм.

**13.3.4** Растворные смеси для огнеупорной кладки, защитных и уплотнительных покрытий должны готовиться и применяться в соответствии требованиями ТНПА, указаниями проектной документации и соответствовать по своему химическому составу укладываемому кирпичу (блокам).

Подбор состава растворных смесей в соответствии с их показателями, установленными в проектной документации в зависимости от категории кладки печей, определяют расчетно-экспериментальным методом.

**13.3.5** В зависимости от категории кладки печей следует применять растворы консистенции, приведенной в таблице 13.3.

Таблица 13.3

Категория кладки печей	Консистенция раствора	Предельная осадка малого конуса, см
I, II	Жидкая	7–9
III	Полугустая	5–6
IV	Густая	3–4

**13.3.6** Для кладки вне категории, I и II категорий следует применять огнеупорные мертели и порошки тонкого помола, а для III и IV категорий — порошки крупного помола.

**13.3.7** Для кладки печей с температурой рабочего пространства до 1200 °С применяют шамотно-цементный раствор. Для кладки элементов печей, работающих при температуре до 1300 °С–1350 °С, которые требуют особой газоплотности, керамических рекуператоров (стен и насадок), стен рекуператорных камер нагревательных печей и колодцев, воздухопроводов горячего воздуха применяют шамотно-бокситовый раствор.

**13.3.8** При одновременном приготовлении разных растворов каждый вид раствора следует готовить в отдельной растворомешалке и транспортировать в отдельных емкостях. При необходимости приготовления другого вида раствора растворомешалки и емкости тщательно очищают от остатков предыдущего раствора.

**13.3.9** Не допускается применение воздушно-твердеющих растворов, схватывание которых уже началось. Раствор перед применением следует тщательно перемешивать.

**13.3.10** Кладку печей следует осуществлять после набора бетоном монолитных фундаментов прочности не менее 40 % от проектной.

**13.3.11** Кладку необходимо выполнять из материала одного типа, вперевязку (кроме сводов, выполняемых кольцами).

**13.3.12** Кладка печей, в зависимости от технологических требований к ширине швов, подразделяется на категории:

— вне категории	— при ширине швов, мм	до 0,5	включ.;
— I категория	— то же	св. 0,5	“ 1,0 “ ;
— II “	— “	“ 1,0	“ 2,0 “ ;
— III “	— “	“ 2,0	“ 3,0 “ ;
— IV “	— “	“ 3,0	“ ;

Категория кладки и проектная ширина швов для конструктивных элементов отдельных видов промышленных печей устанавливаются в соответствующих ведомственных инструкциях.

**13.3.13** Швы огнеупорной кладки должны быть тщательно заполнены огнеупорным раствором на всю толщину стен, кладка впустошовку не допускается.

При кладке насухо швы заполняют огнеупорным порошком, кромки торцевых швов необходимо покрывать огнеупорным раствором.

Все швы в кладке печей должны быть газонепроницаемыми.

**13.3.14** Отклонение кладки стен печи от вертикали не должно превышать  $\pm 5$  мм на каждый метр высоты и  $\pm 20$  мм на всю высоту стены, за исключением случаев, оговоренных в ведомственных инструкциях и проектной документации.

Отклонение осей горелочных камней от проектного положения не должно превышать 5 мм. Отклонение угла наклона горелочного туннеля от проектного должно находиться в пределах  $\pm 2^\circ$ , если в проектной документации не приведены особые требования.

Отклонение кладки опорных столбов от вертикали не должно превышать 5 мм на каждый метр их высоты и 15 мм — на всю высоту столба.

**13.3.15** Пяты распорного свода должны быть расположены на проектной отметке и иметь ровную опорную поверхность в радиальном направлении.

Пяты сводов с пролетом более 1,5 м в печах с рабочей температурой выше  $1200^\circ\text{C}$  должны быть заглублены в стены с отступом от внутренних их краев не менее чем на 30 мм.

Не допускаются неплотности между пятовыми кирпичами и пятовыми балками или кожухом печи.

Пространство между пятами и пятовыми балками или кожухом печи следует тщательно заполнять огнеупорной кладкой, применение для этих целей теплоизоляционного кирпича не допускается.

Отклонение пят от продольной оси свода не должно превышать  $\pm 5$  мм, по высоте —  $\pm 5$  мм на 1 м длины свода и  $\pm 10$  мм — на всю длину свода.

**13.3.16** Купольные своды необходимо выкладывать из фасонного огнеупорного кирпича замковыми кольцами, перпендикулярными продольной оси свода.

**13.3.17** Количество замковых кирпичей в сводах и арках должно быть: при пролетах до 3 м — один, более 3 м — три и более (нечетное количество), из расчета, чтобы расстояние между ними по дуге не превышало 1,5 м.

**13.3.18** Теска замковых кирпичей и применение в качестве замкового кирпича клина по ребру не допускается. При необходимости кирпичи растесывают по обе стороны замкового ряда. Кирпич для выравнивания внешней поверхности арок допускается стесывать не более чем на половину его толщины.

Замковый кирпич должен входить в кладку при нажатии рукой не более чем на  $2/3$  толщины свода.

**13.3.19** Отклонение оси центрального замкового кирпича от оси симметрии свода или арки должно составлять не более 0,03 размера пролета свода или арки, но не более  $\pm 65$  мм, в поднасадочных арках — не более  $\pm 10$  мм. Боковые замки должны быть расположены на одинаковом расстоянии от оси свода или арки.

Отклонение радиуса свода или арки от проектного значения должно быть не более  $\pm 15$  мм.

**13.3.20** Температурные швы в кладке предусматривают на расстоянии от 2 до 5 м один от другого в зависимости от конструкции кладки. Ширина швов принимается исходя из средних значений на 1 м кладки, указанных в таблице 13.4.

Таблица 13.4

В миллиметрах

Вид кладки	Средняя ширина температурного шва на 1 м кладки
Шамотная, полукислая, высокоглиноземистая	5–6
Динасовая	12



Окончание таблицы 13.4

Вид кладки	Средняя ширина температурного шва на 1 м кладки
Магнезитовая, хромомагнезитовая, хромитовая для печей: нагревательных сталеплавильных	12–14 20–25
Тальковая	8–10
Корундовая	8–9

В кладке боровов и футеровке газо- и воздухопроводов при температуре газов ниже 700 °С температурные швы не устраивают.

**13.3.21** Уплотнительное газонепроницаемое покрытие наносят на наружную поверхность кладки после ее очистки.

Защитное огнеупорное покрытие наносят на внутреннюю поверхность кладки после ее просушки, очистки и увлажнения водным раствором клеящей добавки, применяемой для приготовления рабочей смеси покрытия.

**13.3.22** Состав и консистенция растворных смесей для покрытий должны соответствовать указанным в проектной документации.

**13.3.23** Покрытия следует наносить на поверхность кладки слоями толщиной 1 мм. Общая толщина защитного покрытия должна составлять от 2 до 3 мм, уплотнительного — от 3 до 4 мм.

**13.3.24** На поверхности уплотнительного покрытия не должно быть усадочных трещин. Если при высыхании защитного покрытия образуются трещины, их необходимо заполнить той же растворной смесью, но более густой консистенции.

**13.3.25** Покрытие наносят на теплую поверхность кладки в период разогрева печи при вводе ее в эксплуатацию. Температура поверхности не должна превышать 70 °С.

Для предотвращения растрескивания защитного покрытия быстрый разогрев печи не допускается.

Температурный режим сушки печи должен быть следующим: первые 12 ч — воздушная сушка, в течение следующих 12 ч — равномерный подъем температуры до 100 °С–120 °С со скоростью 8–10 °С/ч.

После этого допускается разогрев печи по принятому графику сушки и разогрева при вводе в эксплуатацию.

#### 13.4 Кладка боровов

**13.4.1** Диатомитовую кладку боровов необходимо выполнять с шириной швов до 8 мм, кладку из керамического кирпича — до 10 мм.

Для диатомитовой кладки допускается использовать шамотный раствор.

В футеровке боровов из шамотного кирпича на растворе из шамотного мертеля необходимо соблюдать следующую ширину швов: для стен — до 3 мм, для свода — до 2 мм, для выстилки — до 5 мм.

**13.4.2** Кладку стен боровов, заключенных в бетонные или металлические короба, следует выполнять вплотную к коробам. Зазоры между коробами и кладкой, а также между различными видами кладки следует заполнять растворной смесью.

При устройстве между кладкой стены борова и стеной короба вентиляционных каналов должно быть исключено засорение их раствором и строительными отходами, что должно быть подтверждено актом освидетельствования скрытых работ.

(Измененная редакция, Изм. № 2)

**13.4.3** Кладку сводов боровов сложной конфигурации допускается выполнять кольцами без перевязки.

Кладка сводов боровов, расположенных на земле или эстакадах, при наличии каркаса с гибкими связями должна производиться после затяжки связей.

Забивку замков сводов подземных боровов необходимо производить только после окончания обратной засыпки пазух.

Обратную засыпку пазух вокруг боровов следует производить смесью влажной глины с песком или влажного местного грунта с песком слоями толщиной от 200 до 250 мм с уплотнением каждого слоя.

**13.4.4** Отклонения от проектных размеров кладки боровов должны составлять, мм, не более:

- высота и ширина — ±15;
- горизонтальность — ±10 на длине 2 м.

**13.4.5** Опорные поверхности под чаши газовоздушных и дымовых клапанов в кладке колодцев должны быть строго горизонтальными.

Места сопряжений закладных частей с кладкой необходимо заполнить согласно проектной документации.

После заделки шиберов, клапанов и других движущихся устройств должна быть проверена правильность их установки и работы.

**13.4.6** Ходовые скобы лазов должны быть заложены в швы между кирпичами на глубину не менее 200 мм.

### **13.5 Футеровка газо- и воздухопроводов**

**13.5.1** Футеровку газо- и воздухопроводов необходимо выполнять в перевязку, за исключением мест перегиба и конусных частей, где ее следует выполнять кольцами или отдельными панелями с шириной швов, соответствующей проектной документации.

Стык футеровки газо- и воздухопровода и цилиндрического патрубка выполняется со свободным примыканием, без перевязки.

Асбестовые листы, при наличии их между футеровкой и кожухом, необходимо наклеивать на кожух по мере кладки футеровки согласно проектной документации.

**13.5.2** Металлические газо- и воздухопроводы следует футеровать отдельными царгами или секциями до установки их в проектное положение с заделкой стыков на месте установки газо- и воздухопроводов.

Количество стыков, их ширину, размещение и метод заполнения стыков определяют ППР.

Футеровку газо- и воздухопроводов диаметром менее 600 мм в свету (500×600 мм — при прямоугольном сечении) допускается производить через отверстия, оставленные в кожухе через 1,0–1,5 м, которые заваривают после окончания футеровки.

### **13.6 Кладка рекуператоров и регенераторов**

**13.6.1** В рекуператорных камерах при кладке стен, выстилок и сводов необходимо соблюдать следующую ширину швов: стен — до 3 мм, выстилок — до 5 мм, свода — до 2 мм.

Отклонения размеров кладки рекуператоров от проектных не должны превышать предельно допустимых значений, мм:

- ширина и длина камер рекуператоров:
  - металлических — 15;
  - керамических — 10;
- отклонение от вертикали внутренних поверхностей стен — 8;
- разность длин двух диагоналей камеры — 25;
- смещение осей камеры относительно проектного положения — 20;
- расстояние между осями подрекуператорных каналов, а также между осями поднасадочных кирпичей — ±1;
- отклонение от горизонтали поверхности стен и верхних граней поднасадочных кирпичей по всему сечению камеры — 2;
- отклонение от горизонтали верхней поверхности выстилки — 10;
- отклонение верха кладки насадки, в том числе фасонных камней обрамления, от проектной отметки — ±20;
- отклонение оси отверстий для чистки насадки от оси отверстий насадки — ±5.

**13.6.2** Кладку верхней части камеры и защитных стенок металлических рекуператоров следует выполнять после установки секций рекуператоров и испытания их на герметичность.

**13.6.3** Кладку насадки следует выполнять с предварительной верстовкой рядов насухо согласно проектной документации и приемкой каждого ряда. При этом контролируют:

- горизонтальность ряда — отклонение от горизонтали для насадки из изделий с четырьмя каналами в плоскости ряда не должно превышать 8 мм, а для насадки из трубчатых изделий в плоскости одного ряда по ширине камеры — не более 2 мм. Разность уровней рядом расположенных изделий в обоих случаях не должна превышать 1 мм;
- соблюдение ширины швов — отклонение от проектной ширины швов не должно превышать 0,5 мм;
- правильность расположения воздушных каналов в насадке из изделий с четырьмя каналами — напуск стенок в месте соприкосновения двух соседних рядов фасонных камней насадки должен составлять не более 3 мм;

— правильность расположения изделий в трубчатой насадке — ось трубок должна быть строго вертикальной и совпадать с осью трубок, расположенных под ними;

— соблюдение зазора между крайними фасонными изделиями и боковыми стенками — допустимое отклонение от проектного размера — 1 мм;

— отклонение от вертикали воздушных каналов, обрамляемых фасонными камнями, — допускается не более 5 мм по всей их высоте.

**13.6.4** При кладке намерстанного насухо ряда насадки шов между шлифованными торцами изделий не должен превышать 1 мм, остальные швы в кладке насадки — не более 4 мм. Кладку следует выполнять при температуре не ниже 15 °С.

**13.6.5** После окончания кладки каждый ряд насадки (или два ряда) по всему сечению камеры должен быть выдержан в течение 24 ч при температуре не ниже 15 °С. При этом кладка не должна подвергаться механическим воздействиям.

При необходимости форсирования работ по кладке рекуператоров допускается выдерживание каждого ряда насадки в течение 8 ч при повышенных температурах: в течение 4 ч — при температуре 20 °С и в течение следующих 4 ч — при температуре 30 °С–35 °С.

### **13.7 Футеровка печей неформованными огнеупорами**

#### **13.7.1 Бетонирование печей**

**13.7.1.1** Бетонные работы при возведении печей производят жаростойким бетоном в соответствии с указаниями проектной документации и требованиям ТНПА на возведение монолитных конструкций.

**13.7.1.2** Ограждающие поверхности бетонных и железобетонных конструкций (металлический кожух, кирпичная стенка, опалубка) должны иметь необходимую прочность и жесткость, исключающие их деформирование от давления несхватившегося и незатвердевшего бетона и повреждение бетонизируемой конструкции.

**13.7.1.3** Толщина укладываемых слоев бетонной смеси не должна превышать при уплотнении:

- пневматическим инструментом — 50 мм;
- поверхностными вибраторами — 200 мм;
- глубинными вибраторами — длины рабочей части вибратора.

**13.7.1.4** Процесс бетонирования каждого элемента печи должен быть непрерывным. Температура окружающего воздуха должна быть не ниже 15 °С.

**13.7.1.5** Снятие опалубки с забетонированных элементов печи разрешается: для бетонов на высокоглиноземистых и глиноземистых цементах — через 1 сут, для бетонов на жидком стекле и магнезитовом (периклазовом) цементе — через 3 сут, для бетонов на портландцементе — через 7 сут, при этом прочность бетона должна составлять не менее 70 % от проектной.

#### **13.7.2 Торкретирование поверхностей**

**13.7.2.1** Торкретирование кирпичной кладки, металлических кожухов печей производят жаростойким бетоном согласно проектной документации.

**13.7.2.2** При торкретировании поверхностей необходимо обеспечить указанную в проектной документации толщину слоя торкретбетона при постоянном контроле и выравнивании нанесенной массы.

**13.7.2.3** Торкретбетон на гидравлическом вяжущем следует наносить на увлажняемые поверхности и увлажнять до схватывания бетона. Торкретбетоны на жидком стекле необходимо наносить на сухие поверхности, без последующего увлажнения в период схватывания бетона.

**13.7.2.4** В торкретбетонных футеровках в дополнение к температурным швам должны быть нарезаны русты глубиной от 15 до 20 мм картами, указанными в проектной документации.

#### **13.7.3 Укладка огнеупорных набивных масс**

**13.7.3.1** Набивные массы следует применять для забивки зазоров между кладкой и кожухами, кладкой и холодильниками, для набивки подин, для замены кладки сложной конфигурации монолитной конструкцией в соответствии с проектной документацией.

**13.7.3.2** Набивные массы на огнеупорной глине укладывают на очищенную от мусора и обеспыленную сжатым воздухом поверхность слоями толщиной в уплотненном состоянии не более 60 мм.

Массу укладывают по всей площади, подлежащей покрытию, полосами шириной от 0,7 до 0,8 м.

**13.7.3.3** Набивные массы на каменноугольной смоле укладывают при температуре массы от 70 °С до 90 °С. Углеродистые набивные массы используют при сооружении металлургических печей. Массу укладывают с расчетом, чтобы слои после уплотнения имели толщину не более 100 мм.

**13.7.3.4** Применяемые для набивки пластические массы необходимо проверять на пластичность. Набивку производят в два слоя по всей рабочей поверхности подины или стены печи с уплотнением. В пластической набивке сразу после укладки следует наколоть вентиляционные отверстия наполовину толщины футеровки с шагом от 150 до 250 мм и разрезать русты глубиной 50 мм картами с размером стороны от 1000 до 1500 мм.

### **13.8 Футеровка печей волокнистыми материалами**

**13.8.1** Футеровку из огнеупорных волокнистых материалов в виде рулонов, блоков и плит применяют при температуре внутри рабочего пространства печи до 1500 °С и при температуре внешней поверхности футеровки до 75 °С.

**13.8.2** Применение волокнистых материалов для футеровки печей с жидкой фазой в рабочем пространстве печи не допускается, за исключением комбинированных футеровок в сочетании с жаростойким бетоном.

**13.8.3** Способы крепления огнеупорных волокнистых материалов к кожухам печей — креплениями (анкерами) из жаропрочной стали, керамическими, комбинированными креплениями или клейкой неорганическим клеем — должны быть указаны в проектной документации.

**13.8.4** Стальные анкеры должны быть заглублены внутрь слоя футеровки в зону с температурой не выше 1000 °С. Защиту стальных креплений от непосредственного воздействия высокотемпературной газовой среды печи выполняют пробками, керамическими насадками, заделками жаростойким раствором или огнеупорным волокнистым материалом.

**13.8.5** Своды печей футеруют наборными блоками из гофрированных или нарезанных материалов на стальных подвесках. Зазоры между блоками необходимо заполнять огнеупорным материалом.

**13.8.6** В футеровке из всех видов волокнистых материалов необходимо обеспечивать плотность швов между отдельными элементами каждого слоя, в сопряжениях с шамотной кладкой (горелочными камнями). В многослойных футеровках швы между элементами соседних слоев из волокнистых материалов не должны совпадать.

**13.8.7** Для равномерного распределения усадочных трещин в рабочем слое футеровки из жаростойкого бетона или торкретбетона следует нарезать усадочные швы (русты) в виде сетки 750×750 мм глубиной, равной половине толщины наружного слоя, и шириной 3 мм.

**13.8.8** Крепление панелей к каркасу печи и между собой выполняют по обвязке, обеспечивающей прочность и жесткость панели при футеровке, транспортировании и монтаже.

Перед монтажом производят укрупнительную сборку панелей в единый монтажный элемент.

**13.8.9** Необходимо обеспечивать плотное сопряжение футеровки из волокнистых материалов с проходящими через нее элементами технологического оборудования (штуцерами, патрубками, термopарами).

### **13.9 Особенности возведения отдельных видов промышленных печей**

#### **13.9.1 Нагревательные и термические печи**

**13.9.1.1** Кладку нагревательных и термических печей выполняют из огнеупорных материалов согласно проектной документации.

**13.9.1.2** Температурные швы в стенах должны быть замкового типа и соответствовать проектной документации.

В изоляционной кладке температурные швы не оставляют. В стенах с горелками температурные швы оставляют посередине между горелочными туннелями.

Стены высоких печей разделяют на ярусы по высоте горизонтальными температурными швами и крепят к кожухам стальными шарнирными креплениями.

**13.9.1.3** Вентиляционные каналы после окончания кладки должны быть очищены от остатков раствора и строительных отходов и сданы по акту освидетельствования скрытых работ.

**(Измененная редакция, Изм. № 2)**

**13.9.1.4** Монтаж горелок и гляделок должен быть выполнен до начала кладки стен. Отклонение угла наклона горелочного туннеля от угла наклона горелки не должно превышать  $\pm 1^\circ$ .

**13.9.1.5** Отклонения от проектных размеров кладки по наружному габариту печи, а также по ширине вентиляционных коробов не должны превышать 10 мм.

Отклонения от проектных размеров зазоров в кладке печи, предназначенных для свободного перемещения пода и печных механизмов, не должны превышать 10 мм, при отсутствии других указаний в проектной документации.

Отклонение от горизонтали поверхности кирпичной кладки под песочные затворы не должно превышать  $\pm 10$  мм на всю длину затвора.

**13.9.1.6** Футеровку камерных термических печей из волокнистых материалов наносят на предварительно смонтированные панели печи или до их монтажа.

До устройства футеровки должны быть выполнены точная разметка положения креплений и приварка их к панелям печи.

**13.9.1.7** Полужесткие минераловатные плиты футеровки монтируют вплотную одну к другой, с поджатием в стыках для исключения зазоров между ними.

Монтаж рулонных волокнистых полотен по установленным в проектное положение конструкциям печи производят вертикальными полосами внахлестку, с креплением каждой полосы в трех точках в каждом ряду по горизонтали. Каждый последующий слой смещают на шаг одного крепления.

Суммарная толщина всех рулонов должна превышать проектную в 1,5 раза с последующим их уплотнением рабочим слоем из жестких плит, прикрепляемых к панелям в четырех точках.

**13.9.1.8** Плиты рабочего слоя свода, сводовой панели крепят к кожуху стальными креплениями, наборные своды подвешивают на креплениях из круглой стали.

### **13.9.2 Электрические сталеплавильные печи**

**13.9.2.1** Температурный зазор между кладкой подины и изоляцией стенок должен быть от 70 до 80 мм и засыпан материалом согласно проектной документации.

**13.9.2.2** На печах вместимостью до 100 т между кожухом и откосами должен быть вертикальный зазор шириной от 40 до 45 мм, который необходимо заполнить материалами согласно проектной документации.

**13.9.2.3** Для недопущения раскрытия швов в сводах необходимо применять смешанную кладку из обожженных и безобжиговых изделий, что компенсирует последствия усадки безобжигового кирпича и расширения обожженного кирпича.

### **13.9.3 Вагранки**

**13.9.3.1** Футеровку вагранок (печей для переплавки чугуна) производят шамотным или полукислым кирпичом по ГОСТ 3272 на шамотно-глиняном растворе полугустой консистенции по шаблону.

**13.9.3.2** В футеровке вагранок необходимо соблюдать ширину швов, установленную в проектной документации.

### **13.9.4 Стекловаренные печи**

**13.9.4.1** Отклонения от проектной отметки поверхности чугунных плит под прогоны при возведении стекловаренных печей не должны превышать  $\pm 1,5$  мм.

**13.9.4.2** Поверхность свода и стен наружных боровов перед засыпкой грунтом должна быть оштукатурена цементным раствором.

**13.9.4.3** Перед укладкой дна ванны печи должна быть выверена отметка верха донных балок, отклонение которой от проектной отметки не должно превышать  $\pm 3$  мм.

**13.9.4.4** Дно ванны выкладывают из брусьев размерами 1000×400×300 мм насухо, с шириной шва, зависящего от материала бруса (материал бруса указывают в проектной документации). Ширину швов контролируют в процессе кладки.

Кладку многослойных донных брусьев следует производить насухо, без зазора, чтобы через него не был виден свет электроламп.

**13.9.4.5** Швы в кладке дна по длине и ширине печи должны быть прямолинейными. В процессе кладки каждый выложенный поперечный ряд донных брусьев, во избежание сдвига отдельных брусьев и засорения швов, необходимо временно закреплять. В местах перехода кладки дна с одного уровня на другой крайний ряд брусьев должен заходить на нижележащий ряд не менее чем на 500 мм. При этом верхний ряд брусьев необходимо выкладывать в виде обратной арки или из брусьев с кажущейся плотностью не менее 2,7 т/м<sup>3</sup>.

**13.9.4.6** По дну и стенам варочного бассейна печи необходимо выполнять теплоизоляцию согласно проектной документации. Выстилку дна ванны электроплавленными плитами необходимо производить только после полного окончания кладки печи, снятия опалубки, удаления лесов и строительных отходов и тщательной очистки и удаления пылесосом пыли со всех поверхностей печи.

(Измененная редакция, Изм. № 2)

**13.9.4.7** Основанием для кладки блоков стен ванны (окружки) должны служить крайние брусья дна, уложенные по уровню и не менее чем на 2/3 длины варочной части, начиная от границы со ступенчатой частью. Брусья окружки укладывают насухо, ширина швов между брусьями не должна превышать 1 мм, кроме нешлифованных бакоровых брусьев, швы между которыми могут достигать 5 мм.

Наружная поверхность стен должна быть ровной, без выступов.

Горизонтальные швы кладки стен бассейна должны быть прямолинейными, вертикальные швы перевязаны в соответствии с указаниями проектной документации.

Электроплавленные брусья следует укладывать литниковой стороной наружу ванны. Кладка отдельных брусьев литниковой стороной внутрь бассейна допускается как исключение, для обеспечения необходимой ширины швов.

**13.9.4.8** До начала кладки подвесных стен должен быть пронивелирован фактический уровень верха стен бассейна и нанесена линия уровня стекломассы. Расстояние от уровня стекломассы до верха брусьев бассейна должно составлять не менее 30 и не более 50 мм. Отметку установки кронштейнов следует корректировать с учетом обеспечения между подвесными стенами и верхом брусьев бассейна, а также пятнами свода зазора размером не менее 10 мм. После затяжки сводов следует проверить наличие указанных зазоров. Поверхность чугунного литья должна быть обработана так, чтобы шероховатость не превышала 1 мм.

Кладка «зуба» на лафетную плиту должна быть плотной.

В динасовых простенках температурные швы следует выполнять зигзагообразными.

Способ защиты пят сводов должен быть указан в проектной документации.

**13.9.4.9** Кладку свода выполняют из динасовых изделий кольцами отдельными секциями длиной 4 м, разделяемыми температурными швами.

В зимних условиях своды печей пролетом до 5 м и выработочных каналов следует класть насухо, с последующей заливкой их раствором во время выводки печи. Свод разрешается распалубивать только после стягивания его секций постоянными связями и отрыва его от опалубки в замке свода на 10–15 мм. На нижнюю поверхность свода печи следует наносить уплотнительное покрытие для защиты огнеупоров от коррозии. По верху свода после его прогрева и тщательной очистки выполняют теплоизоляцию путем нанесения уплотнительного покрытия в два слоя толщиной по 1,0–1,5 мм и кладки двух рядов легковесного динасового кирпича с подсыпкой под каждый ряд чистого кварцевого песка слоем от 20 до 30 мм, с устройством температурных швов и замков в соответствии с указаниями проектной документации.

**13.9.4.10** При кладке регенераторов необходимо соблюдать требования 13.6, а также следующие требования:

— размер перевязки вертикальных швов в кладке разделительной (промежуточной) стены в регенераторах должен составлять не менее 20 мм;

— огнеупорную кладку регенераторов и горелок при высоте стен более 1 м следует перевязывать с наружной кладкой в местах совпадения рядов (через семь-восемь рядов);

— отклонения от проектного расстояния в плане между поднасадочными арками не должны превышать  $\pm 5$  мм. Поверхность натеса на всех арках должна быть расположена в одной горизонтальной плоскости с отклонением от плоскостности не более  $\pm 5$  мм;

— зазор между кладкой наладочной решетки и стенами регенераторов должен быть не менее 10 мм;

— кладку сводов регенераторов следует выполнять вперевязку, кроме участков под стенами горелок. Кладку горелок следует выполнять из динасового и шамотного кирпича в соответствии с указаниями проектной документации. Оси кладки каждой взаимопротивоположной пары горелок должны быть параллельны друг другу и перпендикулярны продольной оси ванны. Отклонения о параллельности осей горелок не должны превышать 25 мм.

**13.9.4.11** Работы по кладке машинных каналов следует производить после монтажа стальных конструкций их каркасов. Последовательность выполнения кладки аналогична кладке ванны. Вертикальные дымовые каналы выполняют одновременно с машинными каналами. Материалы и порядок возведения машинных и дымовых каналов необходимо указывать в проектной документации.

**13.9.4.12** Кладку изоляции свода ванны, горелок, высоких регенераторов, машинных каналов и выработочных частей, а также нанесение газонепроницаемых уплотнительных покрытий на своды и стены регенераторов и горелок необходимо производить после выводки печи, кладку изоляции остальных конструктивных элементов печи — в процессе их возведения.

В местах температурных швов кладку сводов на ширину до 250 мм с каждой стороны не изолируют. Расстояние между связями и поверхностью изоляции должно составлять не менее 50 мм.

**13.9.4.13** В кладке стекловаренных печей необходимо соблюдать ширину швов, установленную в проектной документации.

### **13.9.5 Туннельные печи для обжига керамических изделий**

**13.9.5.1** Возведение туннельной печи следует начинать после выполнения подготовительных работ согласно 13.1.1–13.1.3 и набора бетоном основания 70 % прочности, указанной в проектной документации.

**13.9.5.2** До возведения стен должны быть смонтированы и приняты по актам рельсовый путь, служащий основой для разбивки всех конструктивных элементов печи, песочные затворы и каркас по всей длине печи. Отклонения от проектного положения перечисленных стальных конструкций должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 13.1.

**13.9.5.3** При возведении печи необходимо использовать контрольный шаблон (кондуктор), устанавливаемый на вагонетку. Шаблон должен соответствовать конфигурации внутреннего канала печи, между шаблоном и проектным профилем печи должен быть выдержан зазор ( $10 \pm 2$ ) мм в каждую сторону. Шаблон закрепляют на вагонетке таким образом, чтобы его ось совпадала с осью рельсового пути. На шаблоне должны быть размечены оси горелок, гляделок, контрольных отверстий и других элементов печи для различных зон.

**13.9.5.4** Стены печей для обжига кирпича выкладывают на всю проектную высоту. Внутренняя футеровка стен должна быть перевязана с наружной кладкой через 5–7 рядов по вертикали. Температурные швы по толщине стен следует устраивать вразбежку в местах, предусмотренных проектной документацией. Все закладные стальные и керамические изделия необходимо закладывать в процессе кладки стен.

**13.9.5.5** Проектная ширина швов в кладке и футеровке стен должна составлять, мм:

- для кладки наружных стен из керамического кирпича — 8;
- для внутренней футеровки стен из шамотных изделий в зоне обжига — 3.

**13.9.5.6** Своды печей с кирпичными стенами перекрывают плитами из жаростойкого бетона, закрепленного анкерами на гофрированном стальном каркасе. Между плитами свода и футеровкой стен должен оставаться зазор, уплотняемый согласно проектной документации.

**13.9.5.7** Печные вагонетки футеруют огнеупорным кирпичом или блоками из жаростойкого бетона с укладкой на растворе по слою легкого бетона. Лицевая поверхность кирпичей и блоков рабочего слоя должна быть тщательно выверена по горизонтали. Вся футеровка должна обладать прочностью и жесткостью во избежание перекосов садки, от устойчивости которой зависит безаварийная работа печи. Ширина швов в футеровке вагонеток не должна превышать 5 мм.

**13.9.5.8** При возведении туннельной печи для обжига кирпича из П-образных элементов применяют сборные многослойные панели и плиты, состоящие из волокнистых материалов, жаростойких плит и шамотного бетона, прикрепляемых анкерами к стальному гофрированному кожуху. Производится пошаговый монтаж панелей стен с контролем их вертикальности в обеих плоскостях, затем сводовых панелей с контролем их горизонтальности.

**13.9.5.9** Для предотвращения их газопроницаемости и прогорания кожуха печи стыки между сборными элементами необходимо тщательно заполнять на всю толщину изделий согласно проектной документации.

**13.9.5.10** Туннельные печи для обжига строительного фарфора возводят из П-образных стальных модулей, офутерованных огнеупорным кирпичом. Футеровку наклеивают на кожух модуля огнеупорным синтетическим клеем, этим же клеем должны быть заполнены швы между кирпичами на всю толщину футеровки. Модули соединяют между собой на болтах с уплотнением стыков огнеупорным волокнистым материалом. Для предотвращения температурных деформаций жесткого каркаса по длине печи стены опирают на основание печи через катки.

**13.9.5.11** Указания по возведению туннельных печей для обжига керамических изделий должны быть приведены в проектной документации.

### **13.9.6 Вращающиеся печи**

**13.9.6.1** Футеровку вращающихся печей для производства цемента, извести и керамзита выполняют из фасонных огнеупорных изделий на огнеупорном растворе с укладкой вперевязку и кольцами, а также из огнеупорного бетона согласно проектной документации.

Футеровку производят после окончания монтажных работ, центрирования и проверки исправности корпуса и приводов печи. Овальность, отдельные вмятины и выпуклости корпуса допускаются размером не более 0,005 диаметра печи, их предельное значение не должно превышать 30 мм. До начала работ по футеровке печь должна быть прокручена в течение 72 ч.

**13.9.6.2** При кладке футеровки на растворе или приклейке ее к кожуху печи синтетическим клеем необходимо очистить примыкающие поверхности футеровки, кожуха и кирпичей. Клей применяют только при положительной температуре кожуха печи и кирпича. В процессе выполнения футеровки вращающейся печи какие-либо удары по кожуху не допускаются.

**13.9.6.3** Футеровка печи производится по зонам и участкам, с поворотами корпуса на 1/4 окружности и без поворотов. Крепление футеровки, которое дает возможность поворота печи, осуществляют одним из трех способов: винтовыми металлическими распорами; прижимными устройствами безраспорного крепления, устанавливаемыми с шагом от 0,6 до 1,2 м; с применением синтетического клея. Перед последним поворотом печи оставленный под замок промежуток должен быть раскреплен столбиками из кирпича, уложенными насухо. Крепление следует удалять постепенно, по мере укладки огнеупоров в замок кладки. Запрещается поворачивать печь с футеровкой, уложенной без применения раствора (на стальных пластинах), а также при незатвердевшем растворе, до разогрева футеровки до 800 °С.

**13.9.6.4** Кирпичную футеровку вращающейся печи выполняют толщиной в один кирпич на воздушнотвердеющих растворах с шириной шва не более 2 мм, вплотную к корпусу или по изоляции. Поверхность кожуха в местах расположения сварных швов, заклепочных соединений или болтов и крепления ходовых частей должна быть выровнена раствором. На этих участках допускаются выступы кладки внутрь рабочего пространства печи на высоту вышеперечисленных деталей, на остальной части печи выступы и углубления на поверхности футеровки не должны превышать 3 мм.

Отклонения от прямого обреза шва стыка не должны превышать  $\pm 5$  мм.

**13.9.6.5** Магнезиальную футеровку по длине печи следует выполнять отдельными панелями длиной от 5 до 10 м с поперечными температурными швами между ними шириной от 5 до 8 мм, с заполнением швов выгорающими прокладками. Во избежание разрушения огнеупоров на стыках панелей их обрезы необходимо выполнять строго в плоскости, перпендикулярной оси печи. У печей для обжига керамзита в зоне вспучивания температурные швы не выполняются.

**13.9.6.6** Огнеупорные кирпичи на магнезиальной основе укладывают на кожух печи без заполнения швов растворной смесью. В швы следует закладывать пластинки из мягкой стали толщиной от 0,7 до 2,0 мм. Укладка кирпичей без стальных прокладок не допускается.

При укладке огнеупорных изделий на пластинах последние должны быть установлены в каждом продольном ряду на каждый кирпич, в печах диаметром более 5 м пластины следует укладывать также в поперечном направлении через каждые два-три кирпича. В продольных швах кладки устанавливают пластины прямоугольной формы, в поперечных — трапецеидальной.

На участке цепной завесы ряды кирпичей допускается располагать параллельно деталям под подвески цепей, при этом футеровка не должна препятствовать свободному движению цепей.

Кладку безобжиговых кирпичей, независимо от длины печи, следует выполнять в одну панель, устройство в ней температурных швов не допускается.

Кладку из магнезиально-шпинелидных кирпичей по изоляционному слою из шамотной лещадки следует выполнять на магнезиально-железистом мертеле, затворенном жидким стеклом. Ширина швов должна составлять от 2 до 3 мм.

**13.9.6.7** Приемку кладки части футеровки, закрываемой последующей кладкой (нижние ряды кладки порогов, тепловая изоляция), производят с составлением акта освидетельствования скрытых работ.

**13.9.6.8** Бетонную футеровку зоны испарения следует производить без опалубки, по маякам, после проверки положения и качества приварки к корпусу печи арматуры, которая должна находиться под слоем бетона толщиной не менее 40 мм. Каждую спираль для армирования бетона перед укладкой в печь следует растянуть и прихватить электросваркой к корпусу печи с шагом 120 мм. Ширина полос бетонирования, вытянутых вдоль образующей печи, должна составлять не более 1/12 образующей окружности, толщина полос должна составлять от 120 до 160 мм, в зависимости от диаметра печи. Бетонная смесь должна быть жесткой или полупластичной, тщательно уплотненной и должна плотно прилегать к арматуре, кожуху, отдельным деталям печи и футеровке смежных участков. Бетонирование каждой полосы следует выполнять непрерывно на всю длину захватки и на полную толщину футеровки. Категорически запрещается для увеличения толщины футеровки добавлять свежую бетонную смесь



поверх уже утрамбованной. Перерывы в работе продолжительностью более 1 ч не допускаются. После укладки бетонной смеси необходимо обеспечить условия ее твердения в соответствии с указаниями проектной документации.

**13.9.6.9** При сухом способе производства цемента футеровку циклонных теплообменников и газоходов осуществляют последовательно от I к IV ступени, участками между разгрузочными полками.

**13.9.6.10** Футеровку газохода вначале выполняют из диатомитового кирпича на плашку вплотную к кожуху, с перевязкой вертикальных швов, на цементно-диатомитовом растворе. Ширина швов должна быть не более 4 мм. Следующий слой выкладывают из перлитокерамических плит толщиной 50 мм, на ребро. Далее футеровку выполняют из фасонного шамотного кирпича отдельными вертикальными рядами, без перевязки швов, на растворе из высокоглиноземистого цемента. Ширина швов должна составлять: для горизонтальных швов — не более 2 мм, для вертикальных швов — не более 3 мм.

**13.9.6.11** Кладку из шамотного кирпича необходимо крепить к кожуху анкерами через каждые четыре ряда по высоте. В местах размещения разгрузочных полок следует устраивать температурные швы, заполняемые асбестовым шнуром или высокоглиноземистым войлоком.

**13.9.6.12** Свод газохода футеруют подвесным шамотным или высокоглиноземистым кирпичом. Между кирпичами и кожухом укладывают насухо два слоя изоляционных перлитокерамических плит.

**13.9.6.13** Футеровку нижней (наклонной) части газоходов выполняют из двух рядов диатомитового кирпича на плашку и одного ряда шамотного кирпича на растворе из высокоглиноземистого цемента с перевязкой швов.

**13.9.6.14** Боковые стены загрузочной головки футеруют аналогично газоходам. Примыкания следует бетонировать жаростойким бетоном на шамотных составляющих.

**13.9.6.15** После окончания кладки ее поверхность должна быть очищена от раствора, смочена водным раствором жидкого стекла и покрыта защитным слоем из высокоглиноземистого цемента на жидком стекле толщиной 10 мм.

**13.9.6.16** В циклонах сначала футеруют конус, затем цилиндр и свод. По кожуху укладывают на плашку, с перевязкой швов, диатомитовый кирпич на цементно-диатомитовом растворе, затем кольца из шамотного клинового кирпича на ребро на растворе, с шириной швов до 3 мм. Кладку необходимо выполнять участками между разгрузочными полками. В циклонах I ступени применяют тесто из высокоглиноземистого цемента, в циклонах II и III ступеней — шамотный раствор с добавлением глиноземистого цемента.

В местах размещения разгрузочных полок необходимо устраивать температурные швы, заполняемые асбестовым шнуром.

**13.9.6.17** Свод циклона футеруют аналогично газоходу. В месте устройства «юбки» свод обрывают штрабами, пространство между «юбкой» и подвесным сводом бетонировать жаростойким бетоном на шамотных составляющих.

**13.9.6.18** Бетон для газоходов и циклонов I ступени готовят на высокоглиноземистом цементе, для остальных газоходов и циклонов — на портландцементе марки не ниже 400. Места примыкания футеровки циклонов и газоходов, а также точки до их монтажа футеруют жаростойким бетоном.

**13.9.6.19** Материалы для футеровки циклонных теплообменников и способы футеровки указывают в проектной документации.

### **13.9.7 Шахтные обжиговые печи сахарной промышленности**

**13.9.7.1** Футеровку стен шахтных обжиговых печей для производства извести выполняют в два слоя (наружного и внутреннего) согласно проектной документации.

**13.9.7.2** Футеровку конусной части печи следует выполнять вплотную к кожуху, обеспечивая гладкую, без уступов поверхность футеровки. В цилиндрической части печи между кожухом и наружным слоем футеровки необходимо оставлять зазор 60 мм, заполняемый теплоизоляционным материалом. Между слоями кладки должен быть оставлен зазор размером 25 мм, заполняемый молотым трепелом.

**13.9.7.3** Кладку выполняют на растворе, ширина швов должна быть не более 2 мм.

**13.9.7.4** Свод печи футеруют огнеупорным кирпичом. Перекрытия над отверстиями в футеровке стен для подачи в печь газа и воздуха, смотровые окна и отверстия для установки контрольно-измерительных устройств следует выполнять напуском кирпичей.

**13.9.7.5** Футеровка печей и применяемые материалы должны соответствовать проектной документации.

### 13.9.8 Печи нефтеперерабатывающей и химической промышленности

**13.9.8.1** Футеровку трубчатых печей нефтеперерабатывающей и химической промышленности выполняют в соответствии с указаниями проектной документации из панелей, жаростойкого бетона, блоков из жаростойкого керамзитобетона, торкретбетона.

**13.9.8.2** При выполнении футеровки необходимо выдерживать ее геометрическую форму и размеры, а также ширину швов и обеспечивать тщательное их заполнение. Температурные швы следует устраивать в соответствии с указаниями проектной документации.

**13.9.8.3** Футеровку трубчатых панельных и блочных печей производят одновременно с монтажом металлоконструкций печи или после установки каркаса с креплением панелей на болтах и на сварке.

Панели следует монтировать горизонтальными ярусами. Герметичность стыков между стальными рамами панелей необходимо обеспечивать материалами согласно проектной документации. Швы между футеровкой панелей следует заполнять жаростойким раствором после монтажа каждого яруса. При монтаже газоходов из комплексных футеровочных панелей в стыки между ними по ходу монтажа необходимо закладывать полосы огнеупорного материала.

**13.9.8.4** При футеровке радиантных камер огнеупорным материалом необходимо выдерживать толщину футеровки в пределах от 80 до 100 мм. Укладку огнеупорного материала следует производить вертикальными полосами со смещением стыков между смежными слоями. Монтаж шамотно-волокнистых плит выполняют горизонтальными рядами снизу вверх по слою из волокнистых материалов.

**13.9.8.5** Футеровку химических реакторов торкретбетоном необходимо производить по очищенной поверхности корпуса. Слой торкретбетона толщиной 150 мм следует наносить по маякам и армирующим шпилькам. Профиль футеровки необходимо контролировать шаблонами; в процессе выполнения футеровки следует обеспечивать чистоту ее поверхности, проектную толщину и срезку лишнего бетона.

При выполнении двухслойной футеровки с нанесением по изоляционному слою рабочего слоя из тяжелого бетона, армированного панцирной сеткой, необходимо обеспечить плотное прилегание сетки к изоляционному слою и качественную приварку к шайбам крепления анкерных шпилек (для предотвращения образования внутренних пустот между слоями футеровки).

### 13.9.9 Печи предприятий по производству калийных удобрений

**13.9.9.1** Футеровку трубчатых топок сушильных печей КС хлористого калия на предприятиях по производству калийных удобрений следует выполнять после окончания монтажа, очистки и приемки кожуха топки с составлением акта.

**13.9.9.2** Указания по футеровке печей КС огнеупорными набивными пластическими массами, бетоном на основе готовых сухих цементных смесей, кирпичной кладкой и по применяемым материалам должны быть приведены в проектной документации.

**13.9.9.3** Футеровку топок выполняют как с применением опалубки, так и без нее.

До начала работ набивной футеровочный материал следует проверять на пластичность.

Запрещается применять пластические огнеупорные материалы в замерзшем состоянии.

**13.9.9.4** Футеровку топки огнеупорными набивными материалами в виде пластин необходимо производить посредством их тщательной послойной набивки уплотнительным инструментом до образования плотной, однородной и прочной массы. Каждый слой пластин следует набивать по зазубренной поверхности предыдущего слоя, с вмятинами от уплотнительного инструмента; для повышения сцепления между пластинами допускается насечка поверхности набитого слоя.

**13.9.9.5** Пластические огнеупорные гранулированные массы набивают только с применением прочной жесткой опалубки, механизированным инструментом, равномерными слоями толщиной по 50 мм. Поверхность каждого набитого слоя должна быть шероховатой (для обеспечения требуемого сцепления с последующим слоем).

**13.9.9.6** В процессе набивки огнеупорных материалов производится крепление футеровки к кожуху топки керамическими, стальными или комбинированными анкерами согласно проектной документации. Керамические анкера не должны доходить до поверхности футеровки на 5–10 мм, стальные — минимум на 25 мм.

Для придания гибкости футеровке в местах примыкания к анкерным креплениям и для предотвращения образования трещин после нагрева футеровки на стальные анкера необходимо наносить битумные или парафиновые покрытия.

Анкеры необходимо тщательно заделывать в футеровку. Не допускаются касания и удары по керамическим анкерам уплотнительным инструментом.

**13.9.9.7** После окончания набивки пластических масс поверхности футеровки следует придать шероховатость и срезать образовавшиеся вспучивания.

Для предотвращения образования трещин в футеровке между рядами анкеров нарезают усадочные русты картами с размером стороны 1000 мм и глубиной до 60 мм.

Для удаления влаги из пластического материала при просушивании футеровки в ней должны быть проколоты стальным прутком диаметром от 3 до 4 мм сквозные испарительные отверстия на всю толщину набивки с шагом от 100 до 200 мм.

Все перечисленные операции необходимо выполнить до затвердевания пластической массы. Отбивка материала с поверхности футеровки не допускается.

**13.9.9.8** При перерывах в работе уплотненную поверхность футеровки следует укрывать для предотвращения высыхания. При продолжении набивки после перерыва торцевым поверхностям ранее выполненной футеровки необходимо придать шероховатость. Русты и испарительные отверстия должны быть образованы до перерывов в работе продолжительностью более одной смены.

**13.9.9.9** В процессе выполнения набивки и перед сушкой футеровки не допускается попадание воды на свежую футеровку или кожух топки и образование конденсата. При выполнении футеровки в зимних условиях внутри топки следует постоянно поддерживать температуру не ниже 5 °С.

**13.9.9.10** Футеровка из пластических огнеупорных материалов после окончания работ должна быть прогрета и высушена согласно указаниям проектной документации, в которой должны быть указаны методика прогрева, скорость подъема температуры и ее предельное значение. Процесс прогрева должен быть непрерывным.

**13.9.9.11** Футеровку топок огнеупорным бетоном производят путем бетонирования в опалубке или торкретированием. Способ футеровки — в соответствии с проектной документацией.

**13.9.9.12** Температура окружающего воздуха при выполнении бетонной футеровки должна быть не ниже 5 °С, температура бетона при укладке (торкретировании), в период схватывания и твердения в первые 24 ч — не ниже 10 °С.

**13.9.9.13** При бетонировании в футеровке необходимо устраивать температурные швы через каждые 1,5 м при отсутствии других указаний в проектной документации.

**13.9.9.14** Бетон следует готовить на месте производства работ, температура сухой смеси и воды для ее затворения должна быть в пределах от 12 °С до 25 °С. Подвижность готовой бетонной смеси должна соответствовать проектной документации. Разовый объем приготовленной смеси должен быть рассчитан на его использование в течение 20 мин.

**13.9.9.15** Бетонирование в опалубке следует производить слоями высотой до 1200 мм, с уплотнением вибраторами в течение не более 5 мин. Каждый последующий слой бетона необходимо заливать до начала его схватывания в предыдущем слое.

**13.9.9.16** Футеровка торкретированием осуществляется сухим или влажным способом согласно указаниям проектной документации. Торкретирование производят участками, ограниченными температурными швами, с анкерровкой наносимой смеси, не допуская ее расслоения.

**13.9.9.17** Бетонная футеровка в период твердения должна увлажняться и охлаждаться непрерывно распыляемой струей воды согласно указаниям проектной документации. В этот период не допускаются какие-либо удары по футеровке.

**13.9.9.18** Затвердевшая футеровка подлежит сушке в естественных условиях при температуре не ниже 5 °С. Период сушки должен составлять не менее 48 ч, после чего производят начальный нагрев футеровки согласно указаниям проектной документации. Процесс нагрева должен быть непрерывным.

**13.9.9.19** Кирпичную футеровку горелочных торцов топок, сушку и прогрев кладки производят согласно указаниям проектной документации, с соблюдением требований, изложенных в 13.3 и 13.9.9.

**13.9.9.20** После сушки и прогрева футеровка топки принимается с составлением акта согласно проектной документации и 13.11.1.

## **13.10 Возведение кирпичных труб**

### **13.10.1 Кладка и футеровка труб**

**13.10.1.1** Кладку стволов труб необходимо выполнять из целого керамического кирпича в соответствии с проектной документацией. Применение половняка при кладке ствола трубы допускается в количестве не более 30 % только на участках кладки стен толщиной более 2,5 кирпича при условии равномерного чередования половинок с целым кирпичом и тщательной перевязки швов. Применение половняка при кладке стен труб толщиной в 2,5 кирпича и менее допускается во внутренних и наружных лицевых рядах только в целях обеспечения нормальной перевязки швов. Кирпичный бой размером менее 1/2 кирпича для кладки труб не допускается.

**13.10.1.2** Кладку ствола трубы следует производить на растворной смеси с подвижностью, соответствующей осадке стандартного конуса от 8 до 10 см. Вертикальные и горизонтальные швы должны быть тщательно заполнены. Наружные швы кладки по всей высоте трубы должны быть расшиты, а внутренние — затерты. Кирпич перед укладкой в теплый период должен быть увлажнен.

**13.10.1.3** При кладке ствола трубы для подачи материалов должны быть оставлены монтажные проемы следующих размеров:

- шириной от 0,8 до 1,2 м и высотой 1,8 м — для труб с диаметром устья до 2 м включ.;
- шириной 1,5 м и высотой 1,8 м — то же св. 2 м.

**13.10.1.4** Ширина горизонтальных и вертикальных швов кладки не должна превышать 12 мм; при этом допускается увеличение ширины швов, но не более чем на 5 мм в пяти швах на 10 проб, взятых на 5 м<sup>2</sup> поверхности кладки. Вертикальные кольцевые швы должны быть перевязаны на 1/2 кирпича, радиальные — на 1/4 кирпича (для лекального кирпича — на 1/2 ширины).

**13.10.1.5** Вертикальность оси и размеры горизонтального сечения ствола трубы необходимо проверять через каждые 5 м по высоте.

Отклонение от вертикали оси для труб высотой до 100 м не должно превышать 0,002 высоты трубы, но не более 150 мм на всю высоту трубы. Отклонение от проектного диаметра трубы в любом сечении и неровности на поверхности ствола (выпуклости и вогнутости) должны составлять не более 1 % от диаметра трубы.

При возведении труб следует осуществлять геодезический контроль.

**13.10.1.6** Стержни вертикальной арматуры должны быть длиной не более 3 м и устанавливаться в вертикальные швы кладки. В местах установки арматуры диаметром от 10 до 12 мм швы допускается уширять до 14 мм, а при большем диаметре арматуры следует выполнять приколку кирпича. Соединение стержней арматуры следует производить внахлестку, длина нахлестки должна составлять не менее 30 диаметров стыкуемых стержней. Крюки в вертикальной арматуре следует отгибать под прямым углом и при установке обращать внутрь ствола. Стыки вертикальной арматуры должны быть расположены вразбежку так, чтобы в одном горизонтальном сечении находилось не более 50 % от общего количества стыков стержней.

**13.10.1.7** Футеровку кирпичных труб необходимо выполнять одновременно с возведением ствола. Кладку футеровки в трубах необходимо производить с плотным заполнением раствором горизонтальных и вертикальных швов и с перевязкой в 1/2 кирпича при футеровке толщиной в 1/2 кирпича и в 1/4 кирпича — при большей толщине футеровки. Поверхности швов должны быть затерты. Кладку футеровки толщиной в 1/2 кирпича необходимо производить кирпичом для дымовых труб ложковыми рядами, при большей толщине — чередующимися ложковыми и тычковыми рядами. При футеровке из огнеупорного кирпича разрешается применять ребровый клин, укладываемый на торец, а также кирпичи радиальной формы.

Воздушный зазор между стволом трубы и футеровкой должен быть предохранен от попадания в него раствора и осколков кирпича, швы лицевой поверхности футеровки должны быть затерты.

При кладке футеровки устройство штрабы не допускается.

В футеровке запрещается установка шанцевых кирпичей (выпуск отдельных кирпичей с доведением их до стенки ствола). Кирпичи противоосадочных поясов не должны доходить до стенки стволов на 15–20 мм. Неровности (выпуклости и впадины) на поверхности футеровки не должны превышать 1 % от внутреннего диаметра футеровки.

Правильность устройства воздушных зазоров, а также укладки изоляции необходимо систематически контролировать в процессе производства работ.

Ширина швов футеровки из керамического и диатомитового кирпича не должна превышать 8 мм, а из шамотного, кислотоупорного и тугоплавкого кирпича — 4 мм. При этом допускается увеличение ширины швов не более чем на 50 % в семи пробах из 10, взятых на 5 м<sup>2</sup> поверхности кладки из керамического и диатомитового кирпича, и в шести пробах из 10 — при кладке из шамотного, кислотоупорного и тугоплавкого кирпича.

**13.10.1.8** Ходовые скобы, детали каркаса ограждения и другие стальные закладные изделия кирпичных труб следует устанавливать в процессе кладки ствола трубы и заделывать на глубину не менее 250 мм, а закрепы для токопроводов молниезащиты — на 125 мм.

Чугунные защитные колпаки должны быть уложены с плотным охватом оголовка трубы.

Конструкции и материалы перечисленных деталей должны быть указаны в проектной документации.

**13.10.1.9** Работы по защите ствола, футеровки и гарнитуры труб от коррозии необходимо выполнять согласно требованиям СН 2.01.07. Стальные конструкции и детали (светофорные площадки, лестницы, элементы молниезащиты, стяжные кольца) необходимо покрывать антикоррозионными составами перед установкой на трубы.

Болты стяжных замков защищают от коррозии после установки и натяжения.

**(Измененная редакция, Изм. № 2)**

**13.10.1.10** Стяжные кольца для труб следует изготавливать согласно проектной документации. Их следует устанавливать на трубы через 10–12 сут после возведения трубы, до начала сушки труб, с плотным охватом поверхности кладки. Стяжные замки колец должны быть расположены по высоте трубы в шахматном порядке. Не допускается применять сварные кольца. Напряжения, создаваемые в стяжных кольцах, необходимо указать в проектной документации.

На участках ствола, где установка стяжных колец не допускается (район проемов), кладку следует армировать горизонтальной кольцевой арматурой.

**13.10.1.11** Молниезащиту труб следует выполнять в соответствии с требованиями ТНПА по проектированию и устройству молниезащиты зданий и сооружений.

**13.10.1.12** При возведении и эксплуатации труб необходимо производить инструментальные наблюдения за осадкой трубы по трем реперам, заложенным в ее стволе на высоте на 0,5 м выше отметки верха стакана фундамента.

**13.10.1.13** Кладку кирпичных труб в условиях отрицательных температур необходимо производить в передвижных тепляках, с обогревом внутреннего пространства трубы, или без тепляков, с обогревом внутреннего пространства трубы до уровня рабочего настила подмостей; при этом кладку выше уровня подмостей допускается временно замораживать, с обогревом ее после переноса подмостей на следующий ярус.

Кладка должна быть выдержана в передвижном тепляке в течение 4–5 сут при температуре не ниже 15 °С.

Температуру внутри трубы под решеткой при кладке без тепляка, но с внутренним обогревом следует поддерживать не ниже:

15 °С	—	при температуре наружного воздуха	от 0 °С до минус 10 °С;
20 °С	—	то же	от минус 10 °С до минус 20 °С;
25 °С	—	“	ниже минус 20 °С.

Кладку части трубы, ослабленной проемами, производят в тепляке и выдерживают не менее 7 сут при температуре не ниже 15 °С.

**13.10.1.14** Кладку труб в условиях устойчивых отрицательных температур допускается производить способом замораживания при условии, что расчетные напряжения в кладке труб в период оттаивания не превышают значений, приведенных в таблице 13.5. До наступления периода неравномерного весеннего обогрева выполненная данным способом часть кладки должна быть отогрета изнутри трубы на всю высоту.

Если часть ствола трубы выложена в летний период, то на ней допускается возводить способом замораживания оставшуюся часть ствола при условии, что расчетные напряжения в кладке, выполняемой способом замораживания, не превышают значений, приведенных в таблице 13.5.

**Таблица 13.5**

Кладка из керамического кирпича марки	Допустимое значение расчетного напряжения сжатия для зимней кладки в период ее оттаивания, МПа
150	0,8
125	0,7

**13.10.1.15** Кладку, выполненную способом замораживания, необходимо после окончания сооружения стволов труб отогревать постепенно, в соответствии с заданным графиком, так, чтобы она прогревалась равномерно по всему периметру трубы и в первый период набор прочности раствора происходит только во внутренней части кладки.

Кладка должна отогреваться при поддержании внутри трубы положительной температуры до приобретения кладкой требуемой прочности за 7–14 сут (в зависимости от толщины кладки).

Если труба, выложенная способом замораживания, имеет футеровку, то трубу следует обогревать (до набора раствором проектной прочности) не менее 10 сут, из них первые 3 сут — при температуре в трубе 120 °С, затем при температуре от 200 °С до 250 °С.

Предусмотренные проектом стяжные кольца должны быть поставлены на всю высоту до начала отогревания трубы.

**13.10.1.16** Марка раствора при кладке кирпичных труб в зимних условиях должна быть повышена на одну ступень относительно марки раствора, применяемого для кладки в летний период.

В момент укладки должна быть температура растворной смеси не ниже 10 °С. В зависимости от температуры наружного воздуха растворную смесь в момент укладки рекомендуется применять подогретой до температуры согласно таблице 13.6.

Таблица 13.6

В градусах Цельсия

Температура наружного воздуха	Рекомендуемая температура раствора при укладке в конструкцию
От 0 до –10	10
От –10 до –15	15
Ниже –15	20

Ускорение твердения и повышение прочности раствора допускается производить согласно указаниям проектной документации.

**13.10.1.17** В период отогревания кладки необходимо осуществлять наблюдение за осадкой и вертикальностью трубы. При появлении деформаций отогревание должно быть прекращено до выявления и устранения причин.

**13.10.1.18** Температура воздуха на рабочем месте при футеровке труб огнеупорным или керамическим кирпичом должна быть не ниже 5 °С, а при футеровке кислотоупорным кирпичом — не ниже 10 °С.

Футеровка труб, выполняемая керамическим кирпичом на сложных и цементных растворах, допускается способом замораживания.

**13.10.1.19** Работы по защите от коррозии ствола и футеровки труб следует производить при положительных температурах.

### 13.11 Приемка, сушка и разогрев печей и труб

#### 13.11.1 Приемка промышленных печей

**13.11.1.1** Приемку выполненных работ по возведению печей необходимо производить до сушки печи и оформлять актами приемки промышленной печи по форме в соответствии с приложением Д.

К акту приемки прилагают:

- исполнительные рабочие чертежи кладки (футеровки) с записями лиц, ответственных за производство работ по кладке (футеровке), о соответствии выполненных в натуре работ данным чертежам или внесенным в них изменениям;
- документы, удостоверяющие качество изделий и материалов;
- протоколы испытаний контрольных образцов жаростойкого бетона и торкретбетона;
- акты освидетельствования скрытых работ и акты промежуточной приемки работ и конструктивных элементов печи;
- журнал производства работ.

**13.11.1.2** Промежуточной приемке с составлением актов подлежат следующие выполненные работы и законченные конструктивные элементы:

- основания, дренажные устройства и фундаменты;
- стальные конструкции и кожухи печей, установленные закладные детали и связи;
- борова, подземные газоходы и другие подземные каналы;
- поднасадочные устройства воздухонагревателей;
- очищенные поверхности перед футеровкой и анкеры;
- газовоздухопроводы;
- участки примыкания к кладке газогорелочных устройств;
- участки прохода через кладку движущихся печных механизмов;
- насадки керамических рекуператоров.

**13.11.1.3** При приемке туннельных печей на стены необходимо наносить номера позиций размещения в печи вагонеток (место установки вагонетки соответствует номеру позиции). При пропуске через печь контрольной вагонетки с установленным на ней шаблоном по внутреннему габариту печи проверяют:

- правильность параметров печи и ее внутреннего сечения, вертикальность стен и величины зазоров между шаблоном и проектным профилем печи на всем ее протяжении;
- отметки и горизонтальность рам песочного затвора по всей длине печи;
- правильность расположения (и центровки осей) горелочных плит, контрольных трубок и гляделок, проемов для примыкания труб.

При приемке вагонеток каждую из них пропускают через контрольный шаблон и принятые вагонетки нумеруют. Вагонетки, не прошедшие приемку по контрольному шаблону, загонять в печь запрещается.

### **13.11.2 Сушка и разогрев печей**

**13.11.2.1** Печи перед вводом в эксплуатацию следует просушить, кроме печей с футеровкой только из огнеупорных волокнистых материалов. Сушку и разогрев печей производят эксплуатационный персонал предприятия или специализированные пусконаладочные организации, соблюдая график подъема и распределения температуры внутри рабочего пространства. Сушку печей следует производить только после холодного опробования и наладки работы механизмов и оборудования печей, а также проверки герметичности рабочего пространства печей, работающих с контролируемыми атмосферами, и керамических рекуператоров, работающих под давлением.

Во время сушки и разогрева печи необходимо вести непрерывное наблюдение за состоянием температурных швов и сводов. У печей с гибкими связями каркаса величина подъема свода, при необходимости, должна регулироваться посредством болтовых связей (тяг).

При сушке печей должно быть обеспечено удаление паров воды. В печах с пролетом свода более 4 м должны быть установлены маяки, облегчающие наблюдение за состоянием свода.

**13.11.2.2** Все отрицательные изменения и дефекты в кладке и футеровке, возникающие при сушке и разогреве печи, необходимо фиксировать в журнале производства работ с указанием причин их возникновения.

Наладку производственного режима печи следует производить после исправления дефектов, выявленных во время ее разогрева.

### **13.11.3 Приемка и сушка кирпичных труб**

**13.11.3.1** Приемку в эксплуатацию труб после возведения следует производить после сушки и разогрева трубы и оформлять актом по форме в соответствии с приложением Д.

**13.11.3.2** При приемке проверяют: вертикальность оси трубы; внутренний и наружный диаметры; качество кладки и бетонирования; качество монтажа (установки) стальных элементов и конструкций, молниезащиты и светового ограждения, антикоррозионной защиты.

**13.11.3.3** К акту приемки прикладывают следующие документы:

- комплект рабочих чертежей (с внесенными в них изменениями);
- акты освидетельствования скрытых работ и промежуточной приемки конструктивных элементов трубы;
- документы о качестве примененных материалов, изделий и конструкций;
- протоколы испытаний контрольных образцов раствора и бетона;
- акт приемки антикоррозионных работ;
- журнал производства работ;
- акт об окончании работ по сушке и разогреву трубы.

**13.11.3.4** Промежуточной приемке с составлением актов подлежат:

- основания и фундаменты;
- очищенные поверхности перед бетонированием и торкретированием;
- армирование конструкций;
- бетонные работы;
- установка и натяжение стальных колец;
- установка ходовых скоб;
- установка закладных деталей в кладке;
- монтаж стальных конструкций и элементов;
- ремонт кладки и футеровки;

- устройство молниезащиты;
- устройство светового ограждения.

**13.11.3.5** Трубы перед вводом в эксплуатацию должны быть просушены и прогреты. Сушку и разогрев необходимо производить в соответствии с указаниями проектной документации. Трубы, сооруженные в холодный период способом замораживания, необходимо отогревать в соответствии с 13.10.1.15.

**13.11.3.6** Выбор температурных режимов и методов сушки и разогрева труб следует производить в зависимости от конструкции трубы, времени года, объема выполненных работ и начальной температуры ствола и футеровки.

При остановке трубы летом на срок более 10 сут ее нагрев до рабочей температуры следует осуществлять со скоростью не более 10 °С/ч.

При остановке трубы зимой на срок более 4 сут нагрев следует осуществлять со скоростью не более 5 °С/ч.

**13.11.3.7** При совмещении сушки трубы с сушкой футеровки и обмуровки теплотехнического агрегата продолжительность сушки трубы увеличивается на 2–3 сут по сравнению с периодом сушки теплотехнического агрегата ввиду необходимости удаления влаги, испарившейся из футеровки и сконденсировавшейся на внутренней поверхности трубы.

**13.11.3.8** Режим сушки и разогрева трубы следует контролировать по температуре отходящих газов, измеряемой с помощью термопар или удлиненных ртутных термометров на высоте от 3 до 5 м над вводом теплоносителя и на расстоянии не более 100 мм от внутренней поверхности трубы.

Процесс сушки и разогрева трубы следует контролировать круглосуточно с фиксацией в журнале наблюдений через каждый час температуры отходящих газов и наружного воздуха, а также разрежения в трубе.



Приложение А

Форма журнала работ  
по монтажу строительных конструкций

А.1 Обложка журнала (первая страница)

ЖУРНАЛ  
РАБОТ ПО МОНТАЖУ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

**A.2 Титульный лист журнала**

**ЖУРНАЛ**  
**работ по монтажу строительных конструкций**  
№ \_\_\_\_\_

Наименование организации, выполняющей работы \_\_\_\_\_

Наименование объекта строительства \_\_\_\_\_

Должность, фамилия, инициалы и подпись лица, ответственного за монтажные работы и ведение журнала \_\_\_\_\_

Организация, разработавшая проектную документацию; чертежи КЖ, КМ, КД \_\_\_\_\_

Шифр проекта \_\_\_\_\_

Предприятие, изготовившее конструкции \_\_\_\_\_

Шифр заказа \_\_\_\_\_

Заказчик (организация), должность, фамилия, инициалы и подпись руководителя (представителя) технического надзора \_\_\_\_\_

Основные показатели строящегося объекта \_\_\_\_\_

Объем работ \_\_\_\_\_

Журнал начат « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Журнал окончен « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

А.3 Первая страница журнала

**СПИСОК  
инженерно-технического персонала,  
занятого на монтаже здания (сооружения)**

ФИО	Специальность и образование	Занимаемая должность	Дата начала работы на объекте	Отметка о прохождении аттестации и дата аттестации	Дата окончания работы на объекте

**ПЕРЕЧЕНЬ АКТОВ  
освидетельствования скрытых работ и актов промежуточной приемки  
ответственных конструкций**

Номер пункта	Наименование акта	Дата подписания акта

При копировании или воспроизведении на бумажном носителе является копией официального электронного издания  
Официальное электронное издание. Приобретено ОДО "Этерика", Минский район. Период доступа: 18.04.2025 - 13.04.2026. Пользователь: 10@9104.  
Текст открыт: 07.10.2025

A.4 Вторая и последующие страницы журнала

Дата выполнения работ, смена	Описание производимых работ, наименование устанавливаемых конструкций, их марка, результаты осмотра конструкций	Место установки и номера монтажных схем	Номера технических паспортов на конструкции	Атмосферные условия (температура окружающего воздуха, осадки, скорость ветра)	Фамилия, инициалы исполнителя (бригадира)	Подпись исполнителя (бригадира)	Замечания и предложения по монтажу конструкций руководителей монтажной организации, авторского надзора, технического надзора заказчика	Подпись мастера (производителя работ), разрешившего производство работ и принявшего работу. Подпись лиц, осуществляющих авторский надзор
1	2	3	4	5	6	7	8	9

**A.5 Обложка журнала** (третья страница)

В журнале пронумеровано и прошнуровано \_\_\_\_\_ страниц

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

\_\_\_\_\_  
руководитель организации (должность),  
выдавшей журнал

\_\_\_\_\_  
личная подпись

\_\_\_\_\_  
расшифровка подписи

**Приложение Б**

**Форма журнала работ  
по замоноличиванию монтажных стыков и узлов**

**Б.1 Обложка журнала (первая страница)**

**ЖУРНАЛ  
РАБОТ ПО ЗАМОНОЛИЧИВАНИЮ МОНТАЖНЫХ СТЫКОВ И УЗЛОВ**

Б.2 Титульный лист журнала

**ЖУРНАЛ**  
**работ по замоноличиванию монтажных стыков и узлов**  
№ \_\_\_\_\_

Наименование организации, выполняющей работы \_\_\_\_\_

Наименование объекта строительства \_\_\_\_\_

Должность, фамилия, инициалы и подпись лица, ответственного за выполнение работ по замоноличиванию монтажных стыков и узлов и ведение журнала \_\_\_\_\_

Организация, разработавшая проектную документацию; чертежи КЖ \_\_\_\_\_

Шифр проекта \_\_\_\_\_

Организация, разработавшая ППР по замоноличиванию монтажных стыков и узлов \_\_\_\_\_

Шифр проекта \_\_\_\_\_

Предприятие, изготовившее конструкции \_\_\_\_\_

Шифр заказа \_\_\_\_\_

Заказчик (организация), должность, фамилия, инициалы и подпись руководителя (представителя) технического надзора \_\_\_\_\_

Журнал начат « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Журнал окончен « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Б.3 Первая и последующие страницы журнала

Дата замоноличивания	Наименование стыков и узлов, место или номер по чертежу или схеме	Заданные марки бетона (раствора) и рабочий состав бетонной (растворной) смеси	Температура наружного воздуха, °С	Температура предварительного обогрева элементов в узлах, °С	Температура бетона в момент укладки, °С	Результаты испытаний контрольных образцов	Дата распалубки	Фамилия и инициалы исполнителя (бригадира), подпись	Замечания производителя работ, авторского надзора, технического надзора заказчика
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10



**Б.4 Обложка журнала** (третья страница)

В журнале пронумеровано и прошнуровано \_\_\_\_\_ страниц

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

\_\_\_\_\_  
руководитель организации (должность),  
выдавшей журнал

\_\_\_\_\_  
личная подпись

\_\_\_\_\_  
расшифровка подписи

## Приложение В

### Форма журнала выполнения монтажных соединений на болтах с контролируемым натяжением

#### В.1 Обложка журнала (первая страница)

#### ЖУРНАЛ ВЫПОЛНЕНИЯ МОНТАЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА БОЛТАХ С КОНТРОЛИРУЕМЫМ НАТЯЖЕНИЕМ

В.2 Титульный лист журнала

**ЖУРНАЛ**  
**выполнения монтажных соединений на болтах**  
**с контролируемым натяжением**  
**№ \_\_\_\_\_**

Наименование организации, выполняющей работы \_\_\_\_\_

Наименование объекта строительства \_\_\_\_\_

Должность, фамилия, инициалы и подпись ответственного за выполнение работ и ведение журнала \_\_\_\_\_

Организация, разработавшая проектную документацию; чертежи КМ \_\_\_\_\_

Шифр проекта \_\_\_\_\_

Организация, разработавшая ППР \_\_\_\_\_

Шифр проекта \_\_\_\_\_

Предприятие, разработавшее чертежи КМД и изготовившее конструкции \_\_\_\_\_

Шифр заказа \_\_\_\_\_

Заказчик (организация), должность, фамилия, инициалы и подпись руководителя (представителя) технического надзора \_\_\_\_\_

Журнал начат « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Журнал окончен « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

В.3 Первая страница журнала

СПИСОК  
звеньевых (монтажников), занятых установкой болтов

ФИО	Присвоенный разряд	Присвоенный номер или знак	Квалификационное удостоверение		Примечание
			Дата выдачи	Кем выдано	

В.4 Вторая и последующие страницы журнала

Дата	Номер чертежа КМД и наименование узла (стыка) в соединении	Постановка болтов					Результаты контроля					
		Количество поставленных болтов в соединении	Номер сертификата на болты	Способ обработки контактных поверхностей	Расчетное усилие натяжения болта	Расчетный момент закручивания или угол поворота гайки	Обработка контактных поверхностей	Количество проверенных болтов	Результаты проверки момента закручивания или угла поворота гайки	Номер клейма, подпись бригадира	Подпись лица, ответственного за установку болтов	Подпись представителя заказчика
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

**В.5 Обложка журнала** (третья страница)

В журнале пронумеровано и прошнуровано \_\_\_\_\_ страниц

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

\_\_\_\_\_  
руководитель организации (должность),  
выдавшей журнал

\_\_\_\_\_  
личная подпись

\_\_\_\_\_  
расшифровка подписи

Приложение Г

Форма журнала сварочных работ

Г.1 Обложка журнала (первая страница)

ЖУРНАЛ СВАРОЧНЫХ РАБОТ

## Г.2 Титульный лист журнала

**ЖУРНАЛ**  
сварочных работ  
№ \_\_\_\_\_

Наименование организации, выполняющей работы \_\_\_\_\_

Наименование объекта строительства \_\_\_\_\_

должность, фамилия, инициалы и подпись ответственного за сварочные работы и ведение журнала

Организация, разработавшая проектную документацию; чертежи КМ и КЖ \_\_\_\_\_

Шифр проекта \_\_\_\_\_

Организация, разработавшая проект производства сварочных работ \_\_\_\_\_

Шифр проекта \_\_\_\_\_

Предприятие, изготовившее конструкции \_\_\_\_\_

Шифр заказа \_\_\_\_\_

Заказчик (организация), должность, фамилия, инициалы и подпись руководителя (представителя) технического надзора \_\_\_\_\_

Журнал начат « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Журнал окончен « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.



## Г.3 Первая страница журнала

**СПИСОК**  
**инженерно-технического персонала,**  
**занятого выполнением сварочных работ**

ФИО	Специальность и образование	Занимаемая должность	Дата начала работы на объекте	Отметка о прохождении аттестации и дата	Дата окончания работы на объекте

**СПИСОК**  
**сварщиков, выполнявших сварочные работы на объекте**

ФИО	Разряд квалификационный	Номер личного клейма	Удостоверение на право производства сварочных работ			Отметка о сварке пробных и контрольных образцов	Заключение о качестве (контрольных образцов)
			Номер	Срок действия	Допущен к сварке (швов в пространственном положении)		

Г.4 Вторая и последующие страницы журнала

Дата выполнения работ, смена	Наименование соединяемых элементов; марка стали	Место или номер (по чертежу или схеме) свариваемого элемента	Отметка о сдаче и приемке узла под сварку (должность, фамилия, инициалы, подпись)	Марка применяемых сварочных материалов (проволока, флюс, электроды), номер партии	Атмосферные условия (температура воздуха, осадки, скорость ветра)	Фамилия, инициалы сварщика, номер удостоверения	Клеймо	Подписи сварщиков, сваривших соединения	Фамилия, инициалы ответственного за производство работ (мастера, производителя работ)	Отметка о приемке сварного соединения и уровня качества	Подпись руководителя сварочных работ	Замечания (по контрольной проверке качества (производителя работ и др.), выявленные дефекты сварки)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Г.5 Обложка журнала (третья страница)

В журнале пронумеровано и прошнуровано \_\_\_\_\_ страниц

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

\_\_\_\_\_  
руководитель организации (должность),  
выдавшей журнал

\_\_\_\_\_  
личная подпись

\_\_\_\_\_  
расшифровка подписи

## Приложение Д

### Форма акта приемки промышленной печи

УТВЕРЖДАЮ  
Главный инженер

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

### Акт приемки промышленной печи

наименование печи, установки, агрегата

возведенной (законченной ремонтом, реконструкцией) в \_\_\_\_\_

наименование здания, цеха, предприятия

Гор. \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.  
дата составления

Комиссия в составе:  
представителя строительно-монтажной организации \_\_\_\_\_

должность, фамилия, инициалы

представителя технического надзора заказчика \_\_\_\_\_

должность, фамилия, инициалы

представителя проектной организации (при необходимости) \_\_\_\_\_

должность фамилия инициалы

произвела осмотр печи и проверку качества работ, выполненных \_\_\_\_\_

наименование строительно-монтажной организации

и составила настоящий акт о нижеследующем:

1 К приемке предъявлена печь \_\_\_\_\_  
наименование печи и ее краткая техническая характеристика

2 Работы выполнены в соответствии с проектной документацией ТНПА \_\_\_\_\_

наименование проектной организации, номера рабочих чертежей и даты их разработки, ТНПА

3 Дата начала работ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

4 Дата окончания работ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

5 При производстве работ отсутствуют (или допущены) отклонения от проектной документации и требований ТНПА \_\_\_\_\_

при наличии отклонений указывается, кем согласованы, номера чертежей и даты согласования

6 Перечень приемо-сдаточной документации, прилагаемой к акту: \_\_\_\_\_

### Решение комиссии

Работы по возведению (ремонту, реконструкции) предъявленной печи выполнены в соответствии с проектной документацией, требованиями ТНПА и ведомственной инструкцией по возведению промышленной печи и отвечают требованиям приемки печи (комплексного опробования).

Представитель  
строительно-монтажной организации

личная подпись

расшифровка подписи

Представитель  
технического надзора заказчика

личная подпись

расшифровка подписи

Представитель проектной организации

личная подпись

расшифровка подписи

## Приложение Е

## Форма журнала выполненных горных работ

Строительство \_\_\_\_\_

Участок \_\_\_\_\_

**ЖУРНАЛ**  
**выполненных горных работ**

Дата	Смена	Производственные сведения	Примечание

**Указания по заполнению журнала**

Журнал выполненных работ заполняет начальник смены, в журнале должна отражаться вся производственная деятельность участков:

- 1) выполненные за смену объемы работ по каждому рабочему месту и количество работающих; пикет, на котором закончена проходка и устройство крепи; пикет, на котором произведено нагнетание за крепь;
- 2) гидрогеологические условия проходки;
- 3) состояние забоев, крепления, водоотлива, вентиляции;
- 4) простой механизмов, аварии, несчастные случаи и производственные неполадки, с указанием причин и принятых мер со ссылкой на составленные акты;
- 5) указания и замечания лиц, контролирующих работы;
- 6) подписи сдающего и принимающего смену.

Приложение Ж

Форма журнала контроля температуры бетона

Ж.1 Обложка журнала (первая страница)

ЖУРНАЛ  
КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ БЕТОНА

Производитель работ \_\_\_\_\_

Лаборант \_\_\_\_\_

Журнал начат « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Журнал окончен « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Ж.2 Первая и последующие страницы журнала

Наименование бетонированной части сооружения и конструктивных элементов	Объем бетона, м³	Модуль поверхности, м <sup>-1</sup>	Метод выдерживания бетона	Дата укладки	Номер температурных скважин	Данные замеров температуры бетона		Продолжительность выдерживания, ч	Число градусо-часов	Средняя температура выдерживания, °С	Маркировка контрольных образцов	Условия выдерживания образцов	Прочность образцов, МПа (кгс/см²)
						Месяц, число, время	Температура бетона, °С						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14



Приложение К

Форма паспорта скважины  
и замораживающей колонки

Строительная организация

Объект строительства

ПАСПОРТ  
скважины и замораживающей колонки № \_\_\_\_\_

I Бурение

- 1 Бурение начато \_\_\_\_\_
- 2 Бурение закончено \_\_\_\_\_
- 3 Конструкция скважины \_\_\_\_\_
- 4 Абсолютная отметка устья скважины \_\_\_\_\_
- 5 Глубина скважины от устья: проектная \_\_\_\_\_ фактическая \_\_\_\_\_
- 6 Азимут отклонения скважины \_\_\_\_\_
- 7 Величина отклонения в вертикальной плоскости \_\_\_\_\_
- 8 Разрешается опустить колонку \_\_\_\_\_  
(да или нет)

Начальник смены \_\_\_\_\_  
фамилия, инициалы

II Опускание замораживающей колонки и ее испытание

Дата	Наимено- вание звена колонки	Размер звена		Способ соединения стыков	Испытание стыков		Примечание (течи, меры их устранения и др.)
		Длина, м	Диаметр, мм		Давление, МПа	Продолжитель- ность, мин	

Длина замораживающей колонки от устья скважины \_\_\_\_\_

Сварщик, производивший сварку \_\_\_\_\_  
фамилия, инициалы

Испытание проводили в присутствии \_\_\_\_\_  
должность, фамилия, инициалы

III Наблюдение за уровнем воды/рассола в колонке

- 1 Расстояние от поверхности жидкости до устья колонки: \_\_\_\_\_
- а) начальное на \_\_\_\_\_ (дата) \_\_\_\_\_ мм;
- б) конечное на \_\_\_\_\_ (дата) \_\_\_\_\_ мм.

При копировании или воспроизведении на бумажном носителе является копией официального электронного издания  
Официальное электронное издание. Приобретено ОДО "Этерика", Минский район. Период доступа: 18.04.2025 - 13.04.2026. Пользователь: 10@9104.  
Текст открыт: 07.10.2025

2 Заключение о результатах наблюдений \_\_\_\_\_

Геодезист \_\_\_\_\_  
фамилия, инициалы

IV Опускание питательных труб

Дата	Длина звеньев труб	Диаметр	Примечание

Нижний конец трубы не доведен до башмака колонки \_\_\_\_\_

Общая длина питательной трубы \_\_\_\_\_

Монтаж питательной трубы производила бригада слесарей \_\_\_\_\_  
фамилия, инициалы бригадира

Начальник смены	_____	_____
	личная подпись	расшифровка подписи
Механик	_____	_____
	личная подпись	расшифровка подписи
Проверил начальник участка	_____	_____
	личная подпись	расшифровка подписи
Контрольные измерения производил геодезист	_____	_____
	личная подпись	расшифровка подписи

## Библиография

- [1] Правила по охране труда при выполнении строительных работ  
Утверждены постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 31 мая 2019 г. № 24/33
- [2] Решение Комиссии Таможенного союза «О применении санитарных мер в Таможенном союзе»  
от 28 мая 2010 г. № 299 (в редакции от 24.08.2012)
- [3] Закон Республики Беларусь от 5 сентября 1995 г. № 3848-XII «Об обеспечении единства измерений»
- [4] Методические рекомендации о порядке разработки, согласования и утверждения технологической документации при изготовлении строительных материалов и изделий  
Утверждены приказом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 16 октября 2018 г. № 222
- [5] Правила по обеспечению промышленной безопасности при проходке горных выработок для строительства подземных сооружений  
Утверждены постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 13 ноября 2014 г. № 30

Официальное издание  
МИНИСТЕРСТВО АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА  
**СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ**

**СН 1.03.01-2019**  
**ВОЗВЕДЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ,**  
**ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

Ответственный за выпуск	Е. П. Желунович
Редактор	Н. А. Лебедко
Технический редактор	О. В. Мазаник
Художественный редактор	Н. П. Бузуй
Корректор	Н. В. Леончик

Сдано в набор 17.04.2025.	Подписано в печать 30.05.2025.	Формат 60×84 1/8.
Бумага офсетная.	Гарнитура Ариал.	Печать офсетная.
Усл. печ. л. 15,35.	Уч.-изд. л. 13,26.	Тираж экз. Заказ .

Издатель и полиграфическое исполнение:  
республиканское унитарное предприятие «СТРОЙТЕХНОРМ».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/536 от 08.11.2018.  
Ул. Кропоткина, 89, 220002, г. Минск.